

**HASIL PEMERIKSAAN TES CEPAT MOLEKULER DENGAN  
SAMPEL SPUTUM YANG TERCAMPUR DARAH DARI  
PASIEEN TBC PARU : STUDI KASUS**

**KARYA TULIS ILMIAH**

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan  
Diploma 3 Teknologi Laboratorium Medis di STIKes Karsa Husada Garut

Disusun oleh:

**RAISHA SAMI SYAHIDA**

**KHGE22024**



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN KARSA HUSADA GARUT  
PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS**

**2025**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Amd.Kes., baik dari STIKes Karsa Husada. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di STIKes Karsa Husada Garut.

Garut, 16 Mei 2025

Yang membuat pernyataan



Raisha Sami Syahida

KHGE22024

## LEMBAR PERSETUJUAN

**JUDUL : HASIL PEMERIKSAAN TES CEPAT MOLEKULER  
DENGAN SAMPEL SPUTUM YANG TERCAMPUR  
DARAH DARI PASIEN TBC PARU**

**NAMA : RAISHA SAMI SYAHIDA**

**NIM : KHGE22024**

## KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan untuk memenuhi ujian pada Program Studi Diploma 3 Teknologi  
Laboratorium Medis STIKes Karsa Husada Garut

Garut, 16 Mei 2025

Menyetujui

Pembimbing



**Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd**  
**NIP: 043298.1013.118**

Mengetahui

Ketua Prodi D-III Teknologi Laboratorium Medis



**M. Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc**  
**NIP: 043298.0315.131**

## LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : HASIL PEMERIKSAAN TES CEPAT MOLEKULER  
DENGAN SAMPEL SPUTUM YANG TERCAMPUR  
DARAH DARI PASIEN TBC PARU**

**NAMA : RAISHA SAMI SYAHIDA**

**NIM : KHGE22024**

## KARYA TULIS ILMIAH

Karya tulis ini telah diujikan pada sidang Karya Tulis Ilmiah Program Studi D3  
Teknologi Laboratorium Medis STIKes Karsa Husada Garut

Garut, 24 Juni 2025

Menyetujui,

Penguji I



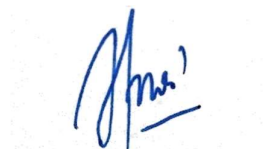
**Mamay, S.Pd., M.Si**  
**NIP : 043298.0917.138**

Penguji II



**N Ai Erlinawati, M.Pd**  
**NIP : 043298.0600.020**

Mengetahui,  
Ketua Prodi D-III Teknologi Laboratorium Medis



**M. Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc**  
**NIP : 043298.0315.131**

Mengesahkan,  
Pembimbing



**Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd**  
**NIP : 043298.1013.118**

## ABSTRAK

### Hasil Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler Dengan Sampel Sputum Yang Tercampur Darah Dari Pasien TBC Paru

Tuberkulosis paru merupakan penyakit infeksi menular dan menjadi masalah kesehatan global dengan angka kematian yang tinggi. Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler dengan alat GenXpert merupakan metode yang direkomendasikan oleh *World Health Organization* (WHO) karena kemampuannya untuk mendeteksi DNA *Mycobacterium tuberculosis* dan resistensi terhadap rifampisin dengan waktu deteksi yang singkat kurang dari 2 jam. Pemeriksaan ini memiliki sensitivitas dan spesifitas yang tinggi. Tetapi pada praktiknya, sampel yang diperoleh tidak selalu dalam kondisi yang ideal, salah satunya yaitu kondisi sampel sputum yang tercampur dengan darah. Fokus studi kasus ini pada hasil pemeriksaan Tes Cepat Molekuler dengan sputum yang tercampur darah didapatkan hasil *MTB Detected High Rif Resistance Not Detected* yang berarti DNA *Mycobacterium* terdeteksi dan sensitif terhadap antibiotik rifampisin. Hasil menunjukkan jika keberadaan darah dengan jumlah kontaminasi tidak berlebih pada sampel sputum tidak secara signifikan menghambat amplifikasi DNA pada alat GenXpert dan tetap dapat menghasilkan hasil yang valid. Berdasarkan kajian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sampel sputum yang tercampur dengan darah tetap dapat digunakan untuk pemeriksaan TCM Selama jumlah kontaminasi darah pada sampel tidak berlebih maka tetap dapat ditoleransi oleh alat dan pemeriksaan akan mengeluarkan hasil yang valid. Hasil pemeriksaan menunjukkan *MTB Detected High Rif Resistance Not Detected*.

Kata Kunci : GenXpert, Sputum Berdarah, TCM, Tuberkulosis Paru

## ABSTRACT

### *Result of Molecular Rapid Test With Sputum Sample Mixed Blood From Pulmonary Tuberculosis Patients*

*Pulmonary tuberculosis is a contagious infectious disease and remains a global health concern with a high mortality rate. The Molecular Rapid Test using the GenXpert device is recommended by the World Health Organization (WHO) due to its ability to detect Mycobacterium tuberculosis DNA and resistance to rifampicin in a short detection time of less than 2 hours. This test has high sensitivity and specificity. However, in practice, the samples obtained are not always in ideal condition one such condition is sputum contaminated with blood. This case study focuses on the results of the Molecular Rapid Test using blood contaminated sputum samples, which showed the result MTB Detected High, Rif Resistance Not Detected, meaning Mycobacterium tuberculosis DNA was detected and the strain was sensitive to rifampicin. The results indicate that the presence of a non excessive amount of blood in the sputum sample does not significantly inhibit DNA amplification in the GenXpert device and can still produce a valid result. Based on this study, it can be concluded that sputum samples contaminated with blood can still be used for Molecular Rapid Testing (TCM) as long as the level of blood contamination is not excessive, and the device can tolerate it, yielding valid results. The test result in this case showed MTB Detected High, Rif Resistance Not Detected.*

*Keywords : GenXpert, Blood Sputum, MRT, Pulmonary Tuberculosis*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini dengan lancar dan tepat pada waktunya. Adapun judul Karya Tulis Ilmiah ini adalah **“Hasil Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler Dengan Sampel Sputum Yang Tercampur Darah Dari Pasien TBC Paru”** Karya Tulis Ilmiah ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknologi Laboratorium Medis di STIKes Karsa Husada Garut.

Selama penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini penulis banyak mendapatkan bimbingan, bantuan, dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Hadiyat, MA, selaku Ketua Pembina Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
2. Bapak Drs. H. Suryadi, M.Si, selaku Ketua Pengurus Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
3. Bapak H. Engkus Kusnadi, S.Kep., M.Kes, selaku ketua STIKes Karsa Husada Garut
4. Bapak Muhammad Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknologi Laboratorium Medis

5. Ibu Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu di tengah kesibukan beliau. Memberikan kritik, saran dan pengarahan kepada penulis dalam proses penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Ibu Mamay, S.Pd., M.Si dan Ibu N. Ai erlinawati, M.Pd selaku dosen penguji.
7. Staff dan dosen Program Studi Diploma III Teknologi Laboratorium Medis STIKes Karsa Husada Garut yang telah membantu dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
8. Kepada kedua orang tua tersayang Ibu Yeti Heryanti dan Bapa Undang Rahmat dua orang yang sangat berjasa dalam hidup penulis. Terimakasih atas do'a, motivasi, serta dukungan dan segala bentuk yang telah diberikan sehingga penulis merasa terdukung di segala pilihan dan keputusan yang diambil oleh penulis.
9. Kepada keluarga, kakak tercinta Ayu Ratih Purnama Sari dan Aryzal Firmasnyah Putra. Terimakasih karena selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis selama penulis menyusun Karya Tulis ilmiah ini.
10. Kepada seseorang yang tidak bisa penulis sebutkan namanya terimakasih karena sudah menemani, mendukung, serta berkontribusi dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini baik tenaga maupun waktunya kepada penulis.

Adapun peneliti menyadari bahwa Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun penulis harapkan guna menambah pengetahuan dan manfaat bagi perkembangan ilmu kesehatan.

Garut, 16 Mei 2025

Raisha Sami Syahida

## DAFTAR ISI

|                                                         |            |
|---------------------------------------------------------|------------|
| <b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>                          | <b>i</b>   |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>                         | <b>ii</b>  |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                          | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                    | <b>iv</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                   | <b>v</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                              | <b>vi</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                  | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                               | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                            | <b>xii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                          | <b>1</b>   |
| <b>1.1 Latar Belakang .....</b>                         | <b>1</b>   |
| <b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>                        | <b>3</b>   |
| <b>1.3 Tujuan Masalah .....</b>                         | <b>3</b>   |
| <b>1.4 Manfaat Penelitian .....</b>                     | <b>3</b>   |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                     | <b>4</b>   |
| <b>2.1 Tinjauan Pustaka.....</b>                        | <b>4</b>   |
| 2.1.1 Tuberkulosis Paru.....                            | 4          |
| 2.1.2 Diagnostik TBC Paru .....                         | 5          |
| 2.1.3 Pemeriksaan TCM GenXpert MTB/RIF Ultra.....       | 8          |
| 2.1.4 Kualitas Sampel Sputum Untuk Pemeriksaan TCM..... | 13         |
| <b>2.2 Kerangka Penelitian.....</b>                     | <b>16</b>  |
| <b>BAB III METODE STUDI KASUS.....</b>                  | <b>16</b>  |
| <b>3.1 Rancangan Studi Kasus .....</b>                  | <b>16</b>  |
| <b>3.2 Objek Studi Kasus.....</b>                       | <b>16</b>  |
| <b>3.3 Fokus Studi Kasus .....</b>                      | <b>16</b>  |
| <b>3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus .....</b>           | <b>16</b>  |
| <b>3.5 Etik Studi Kasus .....</b>                       | <b>18</b>  |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                 | <b>19</b>  |

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| 4.1 Hasil .....                         | 19        |
| 4.2 Pembahasan .....                    | 19        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> | <b>23</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                    | 23        |
| 5.2 Saran.....                          | 23        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>              | <b>24</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    | <b>26</b> |
| <b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>             |           |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2. 1</b> Hasil dan Interpretasi Pemeriksaan TCM.....                               | 12 |
| <b>Tabel 4. 1</b> Hasil pemeriksaaan tes tepat molekuler menggunakan sampel sputum<br>..... | 19 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| <b>Lampiran 1</b> Dokumentasi Penelitian ..... | 26 |
| <b>Lampiran 2</b> Lembar Bimbingan .....       | 27 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tuberkulosis paru merupakan penyakit infeksi kronis yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* dan dapat disembuhkan. Penyakit ini menyebar melalui udara (droplet) yang ditularkan ketika pasien yang terinfeksi batuk, bersin, atau berbicara. Orang yang menghirup dapat berisiko tinggi terinfeksi TBC paru (Sigalingging 2019). Adapun penyakit TBC paru ini dapat dicegah serta disembuhkan, TBC paru tetap menjadi penyebab utama kematian akibat penyakit menular dengan angka kematian mencapai 1,5 juta jiwa per tahun (Suarnianti, 2023).

Penyebaran penyakit TBC paru dapat dicegah menggunakan deteksi dini, sehingga mampu menurunkan angka kematian. Metode yang sering digunakan dalam penemuan kasus TBC paru yaitu pemeriksaan mikroskopis sputum yang mampu mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis*. Namun metode ini memiliki keterbatasan, yaitu sensitivitas yang rendah dan ketidakmampuan dalam menentukan resistensi obat. Oleh karena itu, teknologi diagnostik yang lebih sensitif dan cepat diperlukan untuk meningkatkan efektivitas deteksi TBC paru (Umar, 2023).

Salah satu metode yang direkomendasikan oleh WHO untuk meningkatkan kecepatan dan ketepatan diagnosis TBC paru yaitu Tes Cepat Molekuler (TCM) menggunakan teknologi GenXpert Rif/Ultra. TCM adalah metode diagnostik

berbasis *Polymerase Chain Reaction* (PCR) yang mampu mendeteksi DNA *Mycobacterium tuberculosis* secara otomatis serta mengidentifikasi resistensi terhadap rifampisin dalam waktu kurang dari dua jam. Teknologi ini mempunyai sensitivitas yang tinggi dan kecepatannya dalam mendeteksi TBC paru dari berbagai jenis spesimen, termasuk sputum dan non-sputum (Kemenkes, 2023).

Sampel sputum yang tercampur darah pada pemeriksaan tes cepat molekuler dapat menjadi perhatian karena mempengaruhi sensitivitas pada GenXpert Rif/Ultra. Kontaminasi darah dalam sputum mampu menghambat amplifikasi DNA selama proses pemeriksaan (El-Helbawy & Tawab, 2020). Substansi yang bersifat endogenus yang mampu menghambat reaksi PCR pada alat GenXpert Rif/Ultra dengan kadar atau volume tertentu yang dapat menyebabkan hasil invalid, faktor yang dapat mempengaruhi pada kualitas sampel sputum salah satu diantaranya adalah darah. Namun pada beberapa pemeriksaan sampel sputum yang terkontaminasi darah dapat mengeluarkan hasil yang berbeda (Kemenkes, 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh (Aninagyei et al, 2021) mengenai efek kontaminasi darah pada sensitivitas GenXpert Ultra dilakukan dengan membandingkan dan memisahkan antara kontaminasi darah 1%, 2%, dan 5% yang terkandung pada sputum, penelitian ini menyelidiki dan menemukan jumlah kontaminasi darah yang mampu menghambat reaksi PCR pada alat GenXpert Rif/Ultra. Hasil pada penelitian ini menyatakan bahwa alat GenXpert Ultra tetap mampu mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis* dengan baik pada kuantitas darah 1% hingga 2% dan dapat mengeluarkan hasil yang valid. Sedangkan pada sputum yang kuantitas darahnya 5% GenXpert Rif/Ultra tidak dapat diandalkan dalam

mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis* pada sputum, terutama pada sampel dengan muatan DNA rendah. Hal tersebut dapat menyebabkan sensitivitas GenXpert/RIF Ultra berkurang dan hasil yang invalid atau eror.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sehingga perlu dilakukan kajian teoritis dengan judul **“Hasil Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler Dengan Sampel Sputum Yang Tercampur Darah Dari Pasien TBC Paru”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka yang menjadi rumusan masalah ini adalah bagaimana hasil pemeriksaan tes cepat molekuler dengan sampel sputum yang tercampur darah dari pasien TBC paru?

## **1.3 Tujuan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana hasil pemerikssan tes cepat molekuler dengan sampel sputum yang tercampur darah dari pasien TBC paru.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

- 1) Sebagai sarana dan informasi ilmiah pada bidang mikrobiologi mengenai hasil pemeriksaan tes cepat molekuler dengan sampel sputum yang tercampur darah.
- 2) Sebagai pedoman mengenai kualitas sampel sputum yang tercampur darah untuk memastikan hasil pemeriksaan tes cepat molekuler yang lebih akurat, valid, dan dapat diandalkan untuk mendukung upaya diagnostik TBC Paru.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

##### **2.1.1 Tuberkulosis Paru**

Penyakit TBC paru dapat menular langsung melalui penderita kepada orang lain secara droplet. Penularan ini terjadi melalui hubungan dekat antara penderita dengan orang yang terinfeksi (tertular), hal tersebut dapat terjadi pada saat berada dalam ruangan yang sama. Percikan yang keluar melalui bersin atau batuk yang keluar dari orang yang menderita TBC paru dapat bertahan di udara kurang lebih 1-2 jam tergantung pada ada tidaknya sinar matahari serta kualitas ventilasi ruangan dan kelembaban. Saat berada dalam kondisi gelap dan lembab bakteri ini mampu bertahan berhari-hari hingga berbulan-bulan. Jika droplet terhirup oleh orang lain yang sehat, lalu droplet tersebut akan masuk ke sistem pernafasan dan akan bersarang pada dinding sistem pernafasan. Kemudian basil tuberkulosis akan membentuk suatu fokus infeksi primer berupa tempat pembiakan basil tuberkulosis dan tubuh orang yang terinfeksi akan memberikan reaksi inflamasi. Kemudian infeksi itu akan menyebar melalui sirkulasi, yang pertama terangsang yaitu limfokinase merupakan sitokin yang diproduksi oleh sel T (limfosit) dari sistem imun akan dibentuk lebih banyak, fungsinya adalah untuk merangsang makrofag. Karena fungsi dari makrofag yaitu membunuh kuman atau basil. Apabila kekebalan tubuh penderita menurun maka bakteri tersebut akan bersarang pada jaringan paru-paru dan membentuk tuberkel (biji-biji kecil sebesar kepala jarum). Tuberkel semakin lama akan bertambah besar kemudian akan bergabung menjadi satu dan

pada bagian tersebut akan timbul perkejuan (nekrosis kaseosa). Apabila jaringan nekrosis tersebut dikeluarkan saat penderita batuk maka hal tersebut akan menyebabkan pembuluh darah pecah, kemudian penderita akan mengalami batuk darah (hemoptisis) (Qalam, 2017).

Adapun beberapa jenis bakteri yang berikatan erat dengan infeksi TBC paru seperti *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium africanum*, *Mycobacterium micoti* dan *Mycobacterium cannetti*. *Mycobacterium tuberculosis* merupakan bakteri yang sering ditemukan dan penyebab utama penyakit TBC paru yang menular antar manusia melalui udara dengan droplet nucleus (1-5 mikron) yang keluar ketika seseorang batuk, bersin atau bicara (Prihartanti & Subagyo, 2016).

#### 2.1.2 Diagnostik Tuberkulosis Paru

Diagnostik Tuberkulosis paru adalah langkah awal yang dilakukan dalam penanganan yang tepat untuk menentukan keberhasilan pengobatan dan pencegahan penularan. Penegakkan TBC paru tidak hanya mengidentifikasi keberadaan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* saja akan tetapi menilai infeksi apakah infeksi tersebut berada pada tahap aktif atau laten dan mendeteksi kemungkinan resistensi obat. Diagnostik TBC paru ditegakkan dari pemeriksaan klinis, dan pemeriksaan laboratorium. Pada pemeriksaan laboratorium dilakukan dengan menggunakan metode mikroskopis yaitu pewarnaan ziehl-nelsen, kultur bakteriologis, dan molekuler dan untuk identifikasi klinis dilakukan dengan melihat gejala yang timbul seperti batuk berdahak  $\geq 2$  minggu, batuk darah, sesak nafas,

badan lemas, penurunan nafsu makan, penurunan berat badan yang tidak disengaja, malaise, berkeringat di malam hari tanpa kegiatan fisik, demam subfebris lebih dari satu bulan, dan nyeri dada. Serta tambahan pemeriksaan penunjang lain seperti pemeriksaan radiologi dan uji tuberkulin (mantoux test).

Pemeriksaan di laboratorium untuk diagnostik TBC paru yaitu:

- 1) Pemeriksaan mikroskopis dengan pewarnaan Ziehl-Nelsen.

Pemeriksaan mikroskopis yaitu pemeriksaan yang dilakukan dengan pembuatan preparat yang dilakukan dengan menggunakan pewarnaan dan dihitung jumlah bakteri menggunakan mikroskop dalam 100 lapang pandang. Kelebihan pada metode ini yaitu murah dan mudah untuk dilakukan. Kelemahan pada metode ini adalah sensitivitas yang rendah karena hasil diagnosis tergantung pada ketelitian petugas laboratorium.

- 2) Pemeriksaan biakan bakteri tuberkulosis paru

Pemeriksaan biakan bakteri adalah *gold standart* dalam mengidentifikasi *Mycobacterium tuberculosis*. Biakan bakteri merupakan kepentingan klinis umum yang dilakukan menggunakan dua jenis medium biakan yaitu Media Padat (Lowenstein-Jensen) dan media cair (*Mycobacteria Growth Indicator Tube/MGIT*).

Media Lowenstein-Jensen adalah media kultur padat yang menggunakan media berbasis telur. Pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* menggunakan media Lowenstein-Jensen memiliki sensitivitas dan spesifitas yang tinggi dibandingkan dengan pemeriksaan mikroskopis yang digunakan sebagai alat diagnostik pada program penanggulangan tuberkulosis dan dapat mendeteksi 10-

1000 *Mycobacterium*/ml. kemudian kelemahan yang terdapat pada pemeriksaan metode ini yaitu membutuhkan inkubasi yang lama sekitar 3-8 minggu.

Sedangkan untuk media cair yaitu *Mycobacteria Growth Indicator Tube* (MGIT). Menggunakan sensor *flurescent* yang ditanam dalam bahan dasar silicon sebagai indikator pertumbuhan *mycobcaterium* tersebut. Pada Tabung mengandung 4 ml kaldu 7H9 *middlebrook* yang ditambahkan 0.5 ml suplemen nutrisi dan 0.1 ml campuran antibiotik untuk supresi pertumbuhan basil kontaminasi menggunakan sensor lampu ultraviolet dengan panjang 365nm dengan sensitivitas dan spesifitas tinggi dengan waktu deteksi lebih cepat yaitu 7-14 hari dan kelemahan pemeriksaan ini yaitu membutuhkan biaya yang mahal.

### 3) Pemeriksaan molekuler (TCM)

Pemeriksaan TCM adalah pemeriksaan molekuler secara otomatis dan terintegrasi dengan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) berdasarkan uji *Deoxyribo nucleic Acid* (DNA) bakteri untuk mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis* secara kompleks. Pemeriksaan ini mendeteksi mutasi pada gen *rpoB* yang menyebabkan resistensi terhadap obat rifampisin dengan sensitivitas dan spesifitas pada alat  $\geq 95\%$ . Kelebihan yang dimiliki alat ini adalah dapat mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis* dengan cepat dan resistensi terhadap obat rifampisin. Sedangkan kelemahan yaitu tidak dapat digunakan untuk pemeriksaan lanjutan (monitoring) pada pasien yang sedang melakukan pengobatan.

Pemeriksaan penunjang lain untuk diagnosik TB yaitu :

#### 1) Pemeriksaan klinis

Pemeriksaan klinis diperlukan dalam konteks skrinning untuk diagnosis dan peneggakan awal. Pemeriksaan ini melibatkan wawancara medis dan pemeriksaan fisik yang sistematis untuk mengenali gejala-gejala khas TB diantaranya, batuk berdahak  $\geq 2$  minggu, batuk darah, sesak nafas, badan lemas, penurunan nafsu makan, penurunan berat badan yang tidak disengaja, malaise, berkeringat di malam hari tanpa kegiatan fisik, demam subfebris lebih dari satu bulan, dan nyeri dada. Sedangkan untuk pemeriksaan fisik biasanya terdapat pembesaran pada kelenjar getah bening.

## 2) Pemeriksaan radiologi

Pemeriksaan radiologi standar pada TB paru adalah foto toraks dengan proyeksi postero anterior (PA). Pada pemeriksaan foto toraks, TB mampu menghasilkan gambaran bermacam-macam bentuk (*multiform*).

## 3) Pemeriksaan uji mantoux/tuberculin

Uji tuberculin yang positif menunjukkan adanya infeksi TB dengan ciri-ciri adanya konversi, bula, atau ukuran indurasi yang besar. Ambang batas hasil positif berbeda tergantung dari riwayat medis pasien (PDPI, 2021).

### 2.1.3 Pemeriksaan TCM GenXpert MTB/RIF Ultra

Pemeriksaan TCM dengan Xpert MTB/RIF merupakan metode yang dirancang untuk mendeteksi keberadaan DNA kompleks bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* (MTB) dan resistensi bakteri terhadap obat rifampisin dengan metode *Real-Time Polymerase Chain Reaction* (PCR) terknologi ini memanfaatkan sistem otomatis serta terintegrasi dalam bentuk katrid, proses deteksi lebih cepat, akurat

serta minim terjadi risiko kontaminasi. Pemeriksaan TCM Xpert MTB/RIF Ultra lebih sensitif, dan dapat mendeteksi TB meskipun jumlah bakteri rendah. Limit of Detection (LoD) 12 cfu/mL dan waktu pemrosesan lebih cepat <80 menit. PCR *tube* pada katrid Xpert MTB/RIF Ultra memiliki ukuran volume yang lebih besar yaitu 50 uL dengan ukuran ini memungkinkan reaksi amplifikasi berjalan dengan optimal, pemeriksaan TCM menggunakan perbandingan *reagent/buffer* 2:1 dengan kandungan NaOH dan isopropanol yang berfungsi sebagai disinfektan, mengencerkan dan melarutkan spesimen agar dapat masuk dan diperiksa oleh alat, dan melepaskan DNA selain DNA *Mycobacterium tuberculosis* (Kemenkes, 2023).

Prinsip pada pemeriksaan GenXpert MTB/Rif Ultra adalah metode deteksi tuberkulosis paru berbasis *nested real-time* PCR. Primer PCR yang digunakan dapat memperbanyak sekitar 81 bp dari daerah inti gen *rpoB* pada kompleks *Mycobacterium tuberculosis*. Gen *rpoB* merupakan gen yang membentuk struktur sub unit-  $\beta$  RNA polymerase yang menjadi situs target dari antibiotik rifampisin. Kemampuan probe tersebut menyebabkan MTB/Rif Ultra lebih sensitif dalam mendeteksi resistensi rifampisin. Analisis pemeriksaan dari GenXpert/Rif Ultra dilakukan dengan melihat *melting temperatures* yang muncul antara sekuens *wild type* dan mutan. Pemeriksaan dilakukan dengan mengamplifikasi DNA target secara otomatis, artinya sistem memperbanyak DNA dari *Mycobacterium tuberculosis* untuk di deteksi. Amplifikasi ini terjadi di dalam katrid sekali pakai. Katrid yang terdapat dalam MTB/RIF Ultra memiliki kontrol internal yaitu *Sample Processing Control* (SPC) dan *Probe Check control* (PCC). SPC berfungsi sebagai kontrol proses yang adekuat terhadap bakteri target untuk memonitor keberadaan

penghambat reaksi PCR seperti lendir berlebih, darah, volume yang tidak sesuai. PCC berfungsi untuk memonitor proses rehidrasi reagen, pengisian tabung PCR pada katrid, integritas *probe*, dan stabilitas *dye*. Pembacaan hasil pada alat GenXpert dilakukan dengan mendeteksi sinyal fluoresen yang akan muncul ketika probe berikatan dengan DNA *Mycobacterium tuberculosis*. (Kemenkes, 2023).

Alat GenXpert Ultra memiliki sekuens spesifik gen *rpoB* menggunakan probe *rpo* 1-4. Perbedaan target pada generasi Xpert/Rif Ultra adalah terdapat tambahan satu gen target yaitu IS1081/IS6110 yang berfungsi mendeteksi DNA MTB kompleks dengan sensitivitas yang lebih tinggi dengan jumlah bakteri yang sangat rendah. Probe Xpert MTB/RIF Ultra dapat menempel pada sekuens *wild type* dan mutan. Kemampuan probe tersebut menjadi salah satu kelebihan karena dapat menyebabkan pemeriksaan MTB/Rif Ultra lebih sensitif dalam mendeteksi resistensi rifampisin (Kemenkes, 2023).

Pemeriksaan TCM memiliki sensitivitas dan spesifitas yang baik. Sensitivitas dari pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) bertujuan untuk melihat kemampuan alat untuk mendeteksi hasil bakteri positif yang tepat. Spesifitas dari pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) bertujuan untuk melihat kemampuan alat dalam menentukan hasil bakteri negatif dalam jumlah yang tepat sehingga pemeriksaan ini digunakan untuk mendiagnosis *Mycobacterium Tuberculosis* karena memiliki sensitivitas dan spesifitas  $\geq 95$  (Latifah et al, 2022).

Metode pemeriksaan TCM memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan pada alat ini adalah dapat mengidentifikasi *Mycobacterium tuberculosis*

dengan cepat serta kemampuan untuk mendeteksi jumlah DNA yang sangat rendah, dapat menggunakan sampel selain sampel sputum dan mengidentifikasi resistensi obat rifampisin pemeriksaan berlangsung kurang dari 2 jam (Amalia, 2017). Kekurangan alat GenXpert/Rif Ultra ini adalah tidak dapat dilakukan untuk menentukan pemeriksaan lanjutan (monitoring) atau pemantauan pengobatan (Kemenkes, 2023)

Spesimen yang dapat diperiksa oleh alat ini diantaranya adalah sampel dahak, dan spesimen non dahak lainnya seperti cairan getah bening, cairan serebrospinal (CSF), bilasan lambung, jaringan biopsi-aspirasi, feses, dan cairan tubuh lainnya kecuali darah. Lalu inhibitor yang dapat menghambat proses reaksi PCR pada kadar tertentu yang dapat menyebabkan hasil invalid yaitu darah, nanah (sel darah putih), sel saluran pernafasan, DNA manusia, dan asam lambung (Kemenkes, 2017).

Pada proses amplifikasi DNA pada metode PCR terdiri dari tiga tahap utama yaitu denaturasi, annealing dan ekstensi. Pada tahap denaturasi dilakukan pada suhu tinggi sekitar 94-95 °C untuk memisahkan dua untai DNA ganda menjadi untai tunggal, pada tahap ini memungkinkan primer menempel secara spesifik pada sekuens targe DNA saat suhu diturunkan pada tahap annealing sekitar 50-65 °C. Kemudian pada tahap ekstensi DNA polymerase proses memperpanjang untai baru pada suhu sekitar 72 °C (Nurlia, 2023).

Kontaminasi darah pada sampel sputum yang dapat menghambat proses amplifikasi DNA. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Sidstedt et al. 2018), kadungan imunoglobulin dalam darah dapat menghambat proses PCR sejak tahap

awal yaitu denaturasi, karena dapat mengikat DNA atau enzim. Selain itu, kandungan Fe dari hemoglobin dapat mengganggu kestabilan aktivitas pada enzim polimerase pada tahap ekstensi, sehingga menurunkan efisiensi reaksi PCR dan berisiko menghasilkan hasil yang invalid atau eror. amplifikasi DNA bergantung pada kemurnian sampel. Kontaminasi darah, khusus nya Fe dapat mengganggu pada tahapan ekstensi karena dapat mempengaruhi aktivitas enzim polimerase.

**Tabel 2.1** Hasil dan Interpretasi Pemeriksaan TCM

| Hasil                                             | Interpretasi                                                                                                                                                                                       | Tindak Lanjut                                                                   |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <i>MTB Detected: Rif Resistance Detected</i>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>DNA MTB terdeteksi</li> <li>Mutasi gen rpoB terdeteksi. Kemungkinan besar resisten terhadap rifampisin</li> </ul>                                           | Lanjutkan sesuai dengan alur diagnosisi tuberkulosis resisten obat              |
| <i>MTB Detected: Rif Resistance Not Detected</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>DNA MTB terdeteksi</li> <li>Mutasi gen rpoB tidak terdeteksi. Kemungkinan besar sensitif terhadap rifampisin</li> </ul>                                     | Lanjutkan sesuai dengan alur diagnosis tuberkulosis                             |
| <i>MTB Detected: Rif Resistance Indeterminate</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>DNA MTB terdeteksi</li> <li>Mutasi gen rpoB resistance rifampisin tidak dapat ditentukan karena sinyal penanda resistansi tidak cukup terdeteksi</li> </ul> | Ulangi pemeriksaan secepatnya menggunakan sampel baru dengan kualitas yang baik |
| MTB Not Detected                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>DNA MTB tidak terdeteksi</li> </ul>                                                                                                                         | Lanjutkan sesuai alur diagnosis tuberkulosis                                    |
| Invalid                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Keberadaan DNA MTB tidak dapat ditentukan karena</li> </ul>                                                                                                 | Ulangi pemeriksaan dengan cartridge                                             |

|           |                                                                                                                                                           |                                                                                        |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|           | kurva SPC tidak menunjukkan kenaikan jumlah amplikon, proses spesimen tidak benar, reaksi PCR terhambat                                                   | dan sampel baru pastikan spesimen tidak terdapat bahan-bahan yang dapat menghambat PCR |
| Error     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Keberadaan DNA MTB tidak dapat ditentukan, quality control internal gagal atau terjadi kegagalan sistem</li> </ul> | Ulangi pemeriksaan dengan catridge baru, pastikan pengolahan spesimen sudah benar      |
| No Result | <ul style="list-style-type: none"> <li>Keberadaan DNA MTB tidak dapat ditentukan karena data reaksi PCR tidak mencukupi</li> </ul>                        | Ulangi pemeriksaan dengan catridge baru                                                |

#### 2.1.4 Kualitas Sampel Sputum Untuk Pemeriksaan TCM

Sputum (dahak) merupakan lendir dan materi lainnya yang dibawa dari paru-paru, bronkus, trakea berupa lendir yang berwarna kuning kehijauan (mukoporulen) yang di keluarkan melalui mulut. Kata “*sputum*” diambil dari bahasa latin yakni “meludah” dan disebut juga dahak. Sputum yang dikeluarkan oleh seseorang dapat di evaluasi sputum dapat memperlihatkan secara spesifik kondisi patologik pada orang tersebut. Pemeriksaan sputum sangat penting dilakukan karena salah satu fungsinya yaitu dapat menjadi diagnosis, terutama untuk diagnosis penyakit tuberkulosis. Waktu terbaik untuk pengumpulan sputum adalah pada waktu pagi hari setelah bangun tidur, karena sekresi abnormal bronkus cenderung berkumpul pada saat waktu tidur (Ariyanto, 2018).

Ketika menerima Spesimen Sputum didapatkan 5 Kriteria Kondisi Sputum Yaitu:

1) Purulen

Sputum purulen adalah sputum yang memiliki warna kuning kehijauan tekstur kental dan lengket, sputum ini mengandung banyak sel darah putih, terutama neutrofil. Sputum jenis ini mendakan adanya infeksi bakteri pada saluran pernapasan seperti bronkitis akut ataupun pneumonia.

2) Mukopurulen

Sputum mukopurulen adalah lendir (mukoid) dan nanah (purulen) dan kental dengan warna kuning kehijauan. Kondisi sputum ini menandakan adanya infeksi saluran pernapasan yang masih aktif atau berlangsung lama, seperti bronkitis kronis

3) Mukoid

Sputum mukoid adalah kondisi sputum yang jernih dan putih dalam keadaan berlendir dan kental. Sputum ini biasa muncul karena penyakit non infeksi, seperti bronkitis kronis atau asma. Karena produksi lendir yang meningkat sebagai bagian dari peradangan, tapi tanpa adanya infeksi bakteri.

4) Saliva

Saliva merupakan air liur yang tidak termasuk sputum karena berasal dari mulut, bukan dari paru-paru. Saliva akan mempengaruhi hasil pada pemeriksaan karena tidak termasuk sputum melainkan air liur.

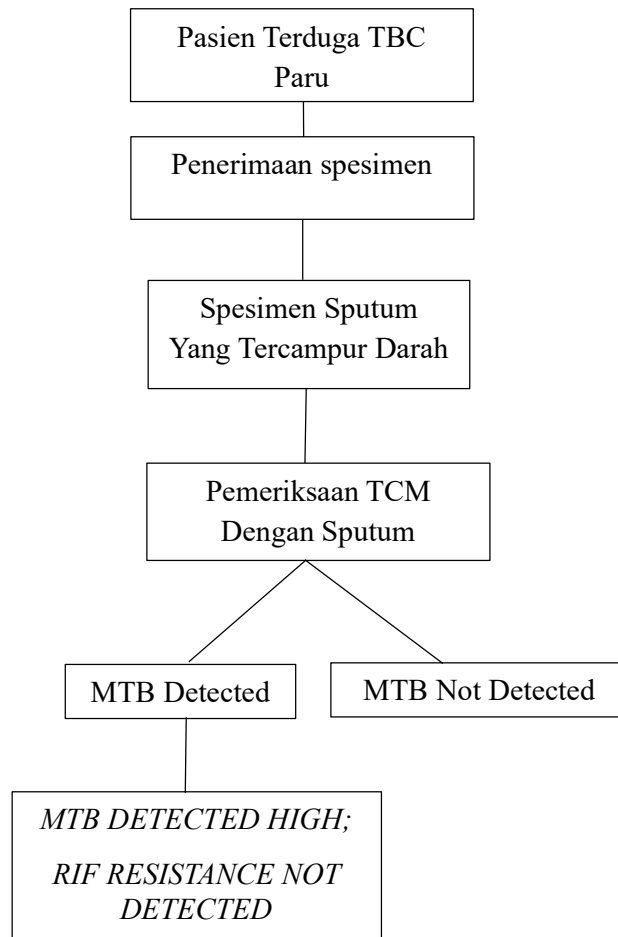
5) Hemoptisis

Hemoptisis adalah sputum yang bercampur dengan darah. Kondisi ini terjadi karena darah keluar bersama dengan sputum dengan bercak kecil dalam jumlah banyak. Darah ini berasal dari bagian bawah saluran pernapasan, kondisi ini muncul disebabkan karena infeksi paru yang parah, pembuluh darah di paru-paru yang pecah dan penyumbatan pembuluh darah pada paru-paru.

Cara mengukur kualitas sputum yang baik adalah dengan melihat karakteristik sputum dari warna, kekentalan dan volume. Warna kuning kehijauan atau purulen, kental atau mukoid dengan volume sputum minimal 1-4ml (Kemenkes, 2023).

Selain itu kondisi sampel sputum yang tidak memenuhi kriteria yaitu terdapat adanya kontaminasi yang dapat mempengaruhi sensitivitas alat GenXpert/Rif Ultra. Yaitu berasal dari substansi endogenus salah satunya adalah darah. Darah merupakan salah satu substansi yang sering menjadi penghambat dalam rekasi PCR. Kandungan hemoglobin dalam darah dapat berinteraksi dengan DNA polimerase yang digunakan dalam PCR dan dapat menghambat proses amplifikasi DNA target. Selain itu, adanya ion besi dalam darah juga dapat menyebabkan penurunan atau perubahan struktur enzim yang berperan dalam rekasi PCR (Rosita et al, 2019). Oleh karena itu, jika sampel yang digunakan dalam darah mengandung darah dalam jumlah yang berlebihan, maka diperlukan proses tambahan untuk menghilangkan dan meminimalisir kontaminasi darah agar hasil pemeriksaan tetap akurat dan menghasilkan hasil yang valid (Kemenkes, 2017).

## 2.2 Kerangka Penelitian



## **BAB III**

### **METODE STUDI KASUS**

#### **3.1 Rancangan Studi Kasus**

Penelitian ini mendeskripsikan tentang kasus di bidang mikrobiologi mengenai hasil pemeriksaan TCM dengan sampel sputum yang tercampur darah dari pasien TBC paru.

#### **3.2 Objek Studi Kasus**

Objek studi kasus yang digunakan adalah spesimen sputum yang tercampur darah dari pasien TBC paru.

#### **3.3 Fokus Studi Kasus**

Fokus studi kasus dalam penelitian ini adalah sampel sputum yang diterima dengan kualitas spesimen yang tercampur darah dengan permintaan pemeriksaan TCM. Kemudian dilakukan pemeriksaan TCM, diperoleh hasil valid yang masih tetap terdeteksi dan terbaca dengan baik oleh alat TCM dengan sampel sputum yang tercampur darah dari pasien TBC paru. Kemudian diperoleh hasil *MTB DETECTED HIGH, RIF RESISTANCE NOT DETECTED*.

#### **3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus**

Data pada studi kasus ini diperoleh dari pemeriksaan menggunakan alat TCM dan memberikan hasil yang valid meskipun sampel sputum yang digunakan tercampur darah.

##### **3.4.1 Pra Analitik**

- 1) Sampel diterima di laboratorium dengan permintaan pemeriksaan TCM.
- 2) Sampel dimasukkan dan diperiksa di dalam alat Bio Safety Cabinet (BSC).
- 3) Pipet sampel tersebut sebanyak 1 ml.
- 4) Tambahkan *reagent/buffer* yang sudah tersedia sebanyak 2 ml.
- 5) Tutup pot dahak. Kemudian homogenkan pada vortex selama 1 menit
- 6) Inkubasi selama 10 menit.
- 7) Homogenkan kembali, lalu inkubasi selama 5 menit.
- 8) Beri label pada katrid dan buka penutup katrid. Pindahkan sampel tersebut dan pipet sebanyak 2 ml, secara perlahan masukkan sampel tersebut kedalam katrid untuk mencegah gelembung yang masuk kemudian tutup katrid secara perlahan.

#### 3.4.2 Analitik

- 1) Pada halaman utama GenXpet klik “Create Test”.
- 2) Pindai *barcode* katrid menggunakan *barcode scanner*.
- 3) Kemudian masukkan NIK pada kolom *Patient ID*, pada kolom *Sampel ID* masukkan No urut register TB 04\_Nama\_umur.
- 4) Kemudian klik “Start Test”.
- 5) Buka modul dan letakkan katrid TCM.
- 6) Tutup modul dengan rapat, pemeriksaan akan berlangsung kurang lebih 2 jam.
- 7) Setelah pemeriksaan selesai didapatkan hasil *MTB DETECTED HIGH, RIF RESISTANCE NOT DETECTED*.

#### 3.4.3 Pasca Analitik

- 1) Catat hasil ke buku catatan hasil pemeriksaan.
- 2) Lalu print hasil tersebut.
- 3) Kemudian diserahkan kepada dokter untuk dilakukan verifikasi dan validasi.

### **3.5 Etik Studi Kasus**

Penelitian ini dilakukan dengan prinsip adil, baik, dan hormat. Adil dilakukan dengan tidak membedakan objek penelitian, baik dilakukan dengan tidak menimbulkan kerugian pada objek penelitian, dan hormat dilakukan dengan meminta izin dan menjaga kerahasiaan pihak terkait.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

Hasil pemeriksaan TCM menggunakan metode PCR dengan sampel sputum yang tercampur darah dari pasien TBC paru diuraikan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.1** Hasil pemeriksaan tes tepat molekuler menggunakan sampel sputum

| Sampel | Hasil                 | Keterangan |
|--------|-----------------------|------------|
| Sputum | <i>MTB Detected</i>   | valid      |
|        | <i>High Rif</i>       |            |
|        | <i>Resistance Not</i> |            |
|        | <i>Detected</i>       |            |

Berdasarkan tabel 4.1 hasil pemeriksaan menunjukkan MTB *DETECTED HIGH* yang artinya DNA *Mycobacterium tuberculosis* terdeteksi tetapi sensitif terhadap obat rifampisin hasil tersebut diperoleh dari sampel sputum yang tercampur darah dan hasil didapatkan hasil tersebut dinyatakan valid.

### 4.2 Pembahasan

Pemeriksaan TCM menggunakan GenXpert MTB/Rif Ultra adalah metode deteksi molekuler berbasis *nested real-time* PCR. Primer PCR yang digunakan dapat memperbanyak sekitar 81 bp dari daerah inti gen *rpoB* pada kompleks *Mycobacterium tuberculosis*. Gen *rpoB* merupakan gen struktur sub unit-  $\beta$  RNA polymerase yang menjadi situs target dari antibiotik rifampisin. Kemampuan probe tersebut menyebabkan MTB/Rif Ultra lebih sensitif dalam mendeteksi resistensi rifampisin. Analisis pemeriksaan dari GenXpert/Rif Ultra dilakukan dengan

melihat *melting temperatures* yang muncul antara sekuens *wild type* dan mutan. Pemeriksaan GenXpert Rif /Ultra mampu mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis* kompleks dan resistensi terhadap rifampisin secara simultan dengan mengamplifikasi sekuens spesifik gen *rpoB* menggunakan probe *rpo* 1-4 dengan tambahan satu gen target pada GenXpert/Rif Ultra yaitu IS1081/IS6110 fungsinya adalah untuk mendeteksi DNA *Mycobacterium tuberculosis* secara kompleks pada spesimen dan memiliki sensitivitas yang lebih tinggi terutama pada kasus dengan jumlah bakteri yang sangat rendah. Katrid yang terdapat dalam MTB/Rif Ultra memiliki *Sample Processing Control* (SPC) dan *Probe Check control* (PCC). SPC berfungsi sebagai kontrol proses yang adekuat terhadap bakteri target untuk memonitor keberadaan penghambat reaksi PCR. PCC berfungsi untuk memonitor proses rehidrasi reagen, pengisian tabung PCR pada katrid, integritas *probe*, dan stabilitas *dye*. Probe Xpert MTB/RIF Ultra akan menempel pada sekuens *wild type* dan mutan. Kemampuan probe tersebut menjadi salah satu kelebihan karena dapat menyebabkan pemeriksaan MTB/Rif Ultra lebih sensitif dalam mendeteksi resistensi rifampisin (Kemenkes, 2023).

Kualitas sampel sputum sangat mempengaruhi hasil diagnostik. Sputum yang ideal berasal dari paru-paru bukan hanya air liur atau lendir yang keluar dari belakang hidung. Sputum yang baik untuk pemeriksaan adalah berwarna hijau kekuningan (mukopurulen) dan kental. Sebaliknya sampel sputum yang tidak memenuhi syarat adalah kualitas sputum yang tidak baik (berupa saliva atau volume kurang), tanpa identitas, tanpa tanggal pengumpulan sputum, pot sputum pecah,

spesimen mengandung sisa makanan atau partikel padat dan tampak pertumbuhan jamur (Kemenkes, 2017).

Pada kasus ini sampel yang digunakan memiliki karakteristik sampel sputum yang purulen dengan adanya kontaminasi darah. Sputum yang tercampur darah dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti iritasi saluran nafas, infeksi kronis, atau komplikasi TBC paru lanjut berupa hemoptisis. Kontaminasi darah yang berlebih dikhawatirkan dapat menjadi inhibitor pada alat GenXpert/Rif Ultra, Karena darah mengandung hemoglobin yang mampu menghambat proses amplifikasi pada alat GenXpert/Rif Ultra (Soebroto et al., 2023).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Aninagyei et al.2021), bahwa GenXpert/Rif Ultra dapat mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis* dengan baik pada kontaminasi darah 1% hingga 2% dan dapat mengeluarkan hasil yang valid. Sedangkan pada sputum yang terkontaminasi darah 5% GenXpert tidak dapat diandalkan dalam mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis* pada sputum yang terkontaminasi darah hal tersebut menyebabkan sensitivitas pada alat berkurang dan menyebabkan hasil yang invalid atau eror. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Chilambi et al., 2025) mengamati bahwa darah mampu menjadi inhibitor pada proses amplifikasi PCR, alat GenXpert/Rif Ultra tetap dapat digunakan jika kontaminasi darah berada dalam jumlah ringan dan mengeluarkan hasil yang valid.

Cara kerja pada alat GenXpert Rif/Ultra untuk membaca DNA dan yang spesifik terhadap DNA *Mycobacterium tuberculosis* yaitu menggunakan metode

*real-time* PCR berbasis katrid tertutup. Pada katrid mengandung *reagent* yang berfungsi untuk melisiskan bakteri, dan ekstraksi asam nukleat dan amplifikasi. Setelah DNA *Mycobacterium tuberculosis* dilepaskan, alat akan melakukan amplifikasi target genetik spesifik, terutama gen IS6110 dan IS1081 yang merupakan elemen berulang dalam genom *Mycobacterium tuberculosis* yang fungsi utama adalah sebagai target tambahan untuk deteksi yang spesifik dan akurat. Deteksi ini diperoleh secara otomatis melalui sensor fluoresen yang akan mendeteksi sinyal selama amplifikasi berlangsung. Jika sinyal terdeteksi hasil yang akan ditampilkan adalah *detected* yang artinya DNA *Mycobacterium tuberculosis* terdeteksi dengan kategori *high*, *medium*, *low*, atau *very low* dan resistensi terhadap rifampisin ditentukan dari alat GenXpert/Rif Ultra yang mendeteksi mutasi pada DNA gen *rpoB*. Jika pada alat GenXpert/Rif Ultra menemukan adanya mutasi pada gen *rpoB* maka hasil yang terdeteksi adalah resistensi rifampisin. Sebaliknya jika tidak terjadi mutasi pada gen maka hasil deteksi adalah sensitif terhadap rifampisin. Kemudian alat GeneXpert Ultra memiliki sistem filtrasi yang mampu menyeleksi DNA *Mycobacterium tuberculosis* saja. Teknologi ini memungkinkan amplifikasi DNA *Mycobacterium tuberculosis* dalam jumlah rendah tanpa terganggu oleh keberadaan DNA lain dalam darah, kecuali jika jumlah darah terlalu banyak sehingga menyebabkan inhibisi PCR dan menghasilkan hasil "invalid" (Kemenkes, 2023).

Secara teori, darah dalam kontaminasi berlebih dapat menjadi penghambat pada reaksi PCR dan berpotensi menghasilkan hasil yang invalid. Sedangkan pada penelitian ini, diperkirakan sampel sputum dengan kontaminasi darah kurang dari

2% tidak akan menghambat cara kerja pada alat GenXpert/Rif Ultra pemeriksaan tetap dapat digunakan dan memberikan hasil yang valid.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa hasil pemeriksaan TCM dengan sampel sputum yang tercampur darah didapatkan hasil yang valid karena kontaminasi darah pada sputum sangat sedikit dibandingkan dengan sputum yang purulen dan didapatkan hasil *MTB Detected High Rif Resistance Not Detected* yang artinya pada sampel terdapat bakteri *Mycobacterium tuberculosis* tetapi sensitif terhadap obat rifampisin. Selama jumlah kontaminasi darah pada sampel tidak lebih banyak dibandingkan dengan sampel sputum yang purulen pemeriksaan akan mengeluarkan hasil yang valid.

#### **5.2 Saran**

- 1) Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi mengenai batas toleransi darah dalam sampel sputum terhadap keakuratan hasil mengenai pemeriksaan TCM.
- 2) Perlu dibuat pedoman SOP tambahan terkait penanganan sampel sputum yang tercampur darah, guna meminimalkan kesalahan interpretasi hasil dalam diagnostik TB.
- 3) Perlu diperhatikan pada saat pengambilan sampel diusahakan mengambil sampel sputum bagian purulen lebih banyak dibandingkan dengan kontaminasi darah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Z. (2017). *Profil hasil pemeriksaan mycobacterium tuberculosis menggunakan genexpert pada pasien di Rumah Sakit Umum Kota Tangerang Selatan periode Juni 2016-Juni 2017* (Bachelor's thesis, UIN SUIN Syarif Hidayatullah Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, 2017).
- Aninagyei, E., Ayivor-Djanie, R., Attoh, J., Dakorah, M. P., Ginko, M. N., & Acheampong, D. O. (2021). Molecular detection of Mycobacterium tuberculosis in blood stained sputum samples using GeneXpert PCR assay. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 100(3), 115363.
- Ariyanto, J. (2018). *Pengaruh Teknik Batuk Efektif Terhadap Pengeluaran Sputum untuk Penemuan Mycobacterium Tuberculosis (MTB) pada Pasien TB Paru di Ruang Rajawali 6B RSUP DR Kariadi Semarang* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang).
- Chilambi, G. S., Reiss, R., Daivaa, N., Banada, P., De Vos, M., Penn-Nicholson, A., & Alland, D. (2025). Optimal processing of tongue swab samples for Mycobacterium tuberculosis detection by the Xpert MTB/RIF Ultra assay. *Microbiology Spectrum*, e02403-24.
- El-Helbawy, R. H., & Tawab, A. M. A. (2020). GeneXpert Mycobacterial tuberculosis/rifampicin: predictors of successful performance. *The Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*, 69(1), 33-38.
- Hartiyah, L., Rahmiati, R., & Santoyo, D. D. (2023). Gambaran Hasil Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler Mycobacterium Tuberculosis Di Rsud Ulin Banjarmasin Tahun 2020-2021. *Homeostasis*, 6(1), 152-162.
- Kemenkes (2017) *Petunjuk Teknis Pemeriksaan TB Menggunakan Tes Cepat Molekuler*. Kementerian Kesehatan RI
- Kemenkes (2022) *Petunjuk Teknis Pemeriksaan TB Menggunakan Tes Cepat Molekuler*. Kementerian Kesehatan RI
- Kemenkes (2023) *Petunjuk Teknis Pemeriksaan TB Menggunakan Tes Cepat Molekuler*. Kementerian Kesehatan RI
- Latifah, I., Zuraida, Z., Sulistiawati, R. D., & Susanti, E. (2022). Uji sensitivitas dan uji spesifisitas metode mikroskopis terhadap tes cepat molekuler (TCM) dalam diagnosis Mycobacterium tuberculosis pada pasien suspek TB paru di RS. Simpangan Depok. *Anakes: Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, 8(2), 200-208.
- Nurlia, N. (2023). *Analisis faktor kesehatan rumah dan gaya hidup pasien terhadap status kontak tuberkulosis (kontak serumah) di wilayah kerja Puskesmas Wani Kecamatan Tanantovea Kabupaten Donggala= Analysis of Home*

*Health Factors and Patient Lifestyle towards Tuberculosis Contact Status (House Contact) Examination in the Working Area of Puskesmas Wani, Tanantovea District, Donggala Regency* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).

PDPI (2021) *Pedoman diagnostik dan penatalaksanaan di Indonesia*

Prihartanti, D., & Subagyo, A. (2017). Hubungan Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Tb Paru Di Wilayah Kerja Puskesmas Mirit Kabupaten Kebumen Tahun 2016. *Buletin Keslingmas*, 36(4), 386-392.

Qalam, R. N. (2017). Deteksi Mycobacterium Tuberculosis Pada Sampel Darah Asal Suspek TB Laten Dengan Menggunakan Metode PCR. *Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Alauddin Makassar*, 1-69.

Rosita, L., Pramana, A. A. C., & Arfira, F. R. (2019). *Hematologi Dasar*.

Sidstedt, M., Hedman, J., Romsos, E. L., Waitara, L., Wadsö, L., Steffen, C. R., ... & Rådström, P. (2018). Inhibition mechanisms of hemoglobin, immunoglobulin G, and whole blood in digital and real-time PCR. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 410, 2569-2583.

Sigalingging, I. N., Hidayat, W., & Tarigan, F. L. (2019). Pengaruh pengetahuan, sikap, riwayat kontak dan kondisi rumah terhadap kejadian TB Paru di wilayah kerja UPTD Puskesmas Hutarakyat Kabupaten Dairi Tahun 2019. *Jurnal Ilmiah Simantek*, 3(3).

Soebroto, L., Reviono, R., Sutanto, Y. S., Raharjo, F., & Aphridasari, J. (2023). Delayed Treatment and Adverse Effects of Drug Resistance Tuberculosis Impact on Outcome, Survival and Quality of Life. *Jurnal Respirologi Indonesia*, 43(1), 1-8.

Suarnianti, S., & BN, I. R. (2023). Analisis Disparitas Prevalensi Tuberculosis Paru Di Tinjau Dari Faktor Sosiodemografi. *JIMPK: Jurnal Ilmiah Mahasiswa & Penelitian Keperawatan*, 3(3), 112-120.

Umar, F. (2023). *Mycobacterium tuberculosis: Kajian Mekanisme Resistensi Intrinsik dan Resistensi Genetik Terhadap Obat Anti Tuberkulosis*. PT Pusat Literasi Dunia.

## LAMPIRAN

## Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian

| Gambar                                                                              | Keterangan                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Alat GenXpert Ultra yang digunakan untuk pemeriksaan TCM</p>                            |
|    | <p>Alat vortex yang digunakan untuk menghomogenkan sampel</p>                              |
|  | <p>Sampel yang digunakan adalah sputum yang tercampur darah tidak lebih dari 2%</p>        |
|  | <p>Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan TCM dengan sampel sputum yang tercampur darah</p> |

## Lampiran 2 Lembar Bimbingan

### LEMBAR BIMBINGAN KARYA TULIS ILMIAH

Nama : Raisha Sami syahida  
 NIM : KH6E22024  
 Pemimbing : Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd  
 Judul Penelitian : Hasil Pemeriksaan TCM Dengan Sampel Sputum Yang Tercampur Darah

| No | Tanggal       | Materi Bimbingan             | Tanda Tangan Pembimbing                                                               |
|----|---------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 21 Maret 2025 | Konsul judul                 |    |
| 2  | 25 Maret 2025 | Acc Judul konsul Bab I       |    |
| 3  | 27 Maret 2025 | Revisi Bab I konsul Bab II   |    |
| 4  | 2 April 2025  | Acc Bab I Revisi Bab II      |    |
| 5  | 5 April 2025  | Acc Bab II konsul Bab III    |    |
| 6  | 8 April 2025  | Revisi Bab III konsul Bab IV |    |
| 7  | 10 April 2025 | Acc Bab III Revisi Bab IV    |   |
| 8  | 15 April 2025 | Acc Bab IV konsul Bab V      |   |
| 9  | 17 April 2025 | Revisi Bab V konsul Abstrak  |  |
| 10 | 22 April 2025 | Acc Bab V Revisi Abstrak     |  |
| 11 | 8 Mei 2025    | Acc Abstrak dan lampiran     |  |
| 12 | 15 Mei 2025   | ACC                          |                                                                                       |
| 13 |               |                              |                                                                                       |
| 14 |               |                              |                                                                                       |
| 15 |               |                              |                                                                                       |
| 16 |               |                              |                                                                                       |
| 17 |               |                              |                                                                                       |
| 18 |               |                              |                                                                                       |

Ketua Program Studi D3 Analis Kesehatan  
 STIKes Karas Husada Garut

  
 Muhammad Hadi Sulhan

### **Lampiran 3** Daftar Riwayat Hidup

#### **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**



Raisha Sami Syahida, lahir di Garut pada tanggal 29 September 2003 dari pasangan bapak Undang Rahmat dan ibu Yeti Heryanti sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara.

Penulis mengawali pendidikan di TK Daruthalibin pada tahun 2009-2010. Kemudian melanjutkan Sekolah Dasar di SDN Kersamenak 1 pada tahun 2010-2016, Sekolah Menengah Pertama di MTS Persis Tarogong Garut pada tahun 2016-2019, melanjutkan Sekolah Menengah Atas di MA Persis Tarogong Garut pada tahun 2019-2022 dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam, tahun 2022 pula penulis melanjutkan Pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Karsa Husada Garut Program Studi Diploma 3 Teknologi Laboratorium Medis.

Selama kuliah penulis mendapatkan pengalaman Praktik Kerja Lapangan di Klinik Cisanca selama 2 minggu, Puskesmas Sukasenang selama 2 minggu, penulis juga mengikuti PKMD di Selaawi Desa Samida selama 2 minggu dan Praktik Kerja Lapangan di Klinik Utama Dr. H. A. Rotinsulu Garut selama 2 bulan.