SKRIPSI

HUBUNGAN ANTARA HASIL TES CEPAT MOLEKULER TUBERKULOSIS DENGAN KADAR HEMOGLOBIN PADA PENDERITA TUBERKULOSIS DI PUSKESMAS SUNGAI RAYA DALAM

Oleh

MUHARNI

NIM.22031131

POLITEKNIK 'AISYIYAH PONTIANAK

SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI

LABORATORIUM MEDIS

TAHUN 2026

HALAMAN JUDUL

HUBUNGAN ANTARA HASIL TES CEPAT MOLEKULER TUBERKULOSIS DENGAN KADAR HEMOGLOBIN PADA PENDERITA TUBERKULOSIS DI PUSKESMAS SUNGAI RAYA DALAM

Oleh

MUHARNI

NIM.22031131

POLITEKNIK ‘AISYIYAH PONTIANAK

SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI

LABORATORIUM MEDIS

TAHUN 2026

HALAMAN PERSETUJUAN

HUBUNGAN ANTARA HASIL TES CEPAT MOLEKULER TUBERKULOSIS DENGAN KADAR HEMOGLOBIN PADA PENDERITA TUBERKULOSIS DI PUSKESMAS SUNGAI RAYA DALAM

Diusulkan Oleh:

MUHARNI

NIM: 22031131

Telah disetujui di Pontianak

Pada tanggal, 9 Juni 2026

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Fath Dwisari, S.Si.,M.Si	**Nisa Julia Safarti, S.Tr.,M.Kes**
NIDN: 11-0707-9301	**NUPTK: 0047774675230303**

Ketua Program Studi Sarjana Terapan

Teknologi Laboratorium Medis

Ariffialdi Nurhidayatulloh, S. Tr.Kes., M.Kes

NIDN : 11-1312-9701

HALAMAN PENGESAHAN

HUBUNGAN ANTARA HASIL TES CEPAT MOLEKULER TUBERKULOSIS DENGAN KADAR HEMOGLOBIN PADA PENDERITA TUBERKULOSIS DI PUSKESMAS SUNGAI RAYA DALAM

Telah disiapkan dan disusun oleh

MUHARNI

NIM: 22031131

Telah dipertahankan di depan tim penguji

Pada tanggal, 9 Juni 2026

Tim penguji

1.	Ketua	: Fath Dwisari, S.Si.,M.Si	Tanda tangan
2.	Anggota	: Nisa Julia Safarti, S.Tr.,M.Kes	
3.	Anggota	: Resty Febrianti, S.Tr.Kes., M.Kes	

Pontianak, 9 Juni 2026

Mengetahui

Ketua Program Studi

Ariffialdi Nurhidayatullah, S. Tr.Kes., M.Kes

NIDN : 11-1312-9701

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUHARNI

Nim : 22031131

Program studi : Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir Skripsi dengan judul**"HUBUNGAN ANTARA HASIL TES CEPAT MOLEKULER TUBERKULOSIS DENGAN KADAR HEMOGLOBIN PADA PENDERITA TUBERKULOSIS DI PUSKESMAS SUNGAI RAYA DALAM "** yang ditulis ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 tahun 2021 tentang Integritas Akademik Dalam Menghasilkan Karya Ilmiah. Apabila dikemudian hari dokumen ilmiah tugas akhir ini ditemukan terbukti mengandung unsur pelanggaran integritas akademik, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan sanksi hukum sesuai perundang-undangan yang berlaku.

Pontianak, 9 Juni 2026

Penulis,



MUHARNI

NIM.22031131

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : MUHARNI

Nim : 22031131

Program studi : Teknologi Laboratorium Medis

Perguruan tinggi : Politeknik 'Aisyiyah Pontianak

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul:

HUBUNGAN ANTARA HASIL TES CEPAT MOLEKULER TUBERKULOSIS DENGAN KADAR HEMOGLOBIN PADA PENDERITA TUBERKULOSIS DI PUSKESMAS SUNGAI RAYA DALAM

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Pontianak, 9 Juni 2026

Penulis,



MUHARNI

NIM.22031131



BIODATA PENULIS

Nama	: MUHARNI
Tempat/Tanggal Lahir	: Pontianak/10 November 2003
Jenis Kelamin	: Perempuan
Agama	: ISLAM
Alamat Rumah	: KUALA DUA
Nomor HP	: 87740748138

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD : SDN 03 Sungai Raya
2. SLTP : SMPN 03 Sungai Raya
3. SLTA : SMK SMTI PONTIANAK

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti ucapkan pada Tuhan Yang Maha Esa atas Kuasa-Nya yang telah memberikan segala nikmat dan kesempatan sehingga penyusunan tugas akhir yang berjudul "Hubungan Antara Hasil Tes Cepat Molekuler Tuberkulosis Dengan Kadar Hemoglobin Pada Penderita Tuberkulosis Di Puskesmas Sungai Raya Dalam" dapat terselesaikan. Selanjutnya ucapan terima kasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada Ibu Puspa Amalia, S.Tr., M.Si dan ibu Fath Dwisari, S.Si.,M.Si selaku pembimbing yang penuh kesabaran dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan terselesaikannya tugas akhir ini, perkenankan pula saya untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Tilawaty Aprina, S. ST., M.Kes selaku Direktur Politeknik 'Aisyiyah Pontianak.
2. Bapak Ariffialdi Nurhidayatulloh, S. Tr.Kes., M.Kes selaku Ketua Prodi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik 'Aisyiyah Pontianak.
3. Ibu Resty Febrianti, S.Tr., M. Si atas kesediaannya untuk menguji Proposal skripsi ini.
4. Orang tua tercinta dan keluarga yang telah memberikan semangat, doa, dan juga materi dalam menyelesaikan Proposal Skripsi ini.
5. Seluruh Dosen, Instruktur dan Staf Jurusan Teknologi Laboratorium Medis serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan Proposal skripsi ini.

Penulis telah berusaha sebaik-baiknya untuk menyusun Skripsi ini. Penulis tetap mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan skripsi ini. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi peneliti dan pihak lain yang membutuhkan.

Pontianak, 9 Juni 2026

MUHARNI

ABSTRAK

HUBUNGAN ANTARA HASIL TES CEPAT MOLEKULER TUBERKULOSIS DENGAN KADAR HEMOGLOBIN PADA PENDERITA TUBERKULOSIS DI PUSKESMAS SUNGAI RAYA DALAM

Muharni[1], Fath Dwisari[1], Nisa Julia Safarti[1]
[1]Politeknik 'Aisyiyah Pontianak
Email: muharni456@gmail.com

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh Mycobacterium tuberculosis dan masih menjadi masalah kesehatan masyarakat. Hasil Tes Cepat Molekuler (TCM) dapat menggambarkan tingkat beban bakteri yang dikategorikan menjadi low, medium, dan high. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara hasil TCM tuberkulosis dengan kadar hemoglobin pada penderita tuberkulosis di Puskesmas Sungai Raya Dalam. Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan cross-sectional. Sampel penelitian berjumlah 60 penderita tuberkulosis yang memenuhi kriteria inklusi. Data hasil TCM diperoleh dari pemeriksaan GeneXpert MTB/RIF, sedangkan kadar hemoglobin diperiksa menggunakan Hematology Analyzer. Analisis data dilakukan secara univariat dan bivariat menggunakan uji Chi-Square dengan tingkat kepercayaan 95%. Distribusi hasil TCM menunjukkan kategori medium sebanyak 22 responden (36,7%), high 20 responden (33,3%), dan low 18 responden (30,0%). Sebanyak 44 responden (73,3%) memiliki kadar hemoglobin tidak normal dan 16 responden (26,7%) memiliki kadar hemoglobin normal. Hasil uji Chi-Square menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara hasil TCM tuberkulosis dengan kadar hemoglobin ($p<0,000$). Terdapat hubungan yang signifikan antara hasil Tes Cepat Molekuler (TCM) tuberkulosis dengan kadar hemoglobin pada penderita tuberkulosis. Semakin tinggi kategori hasil TCM, semakin besar kecenderungan terjadinya penurunan kadar hemoglobin.

Kata Kunci: Anemia, *GeneXpert MTB/RIF*, Hemoglobin, Tuberkulosis, Tes Cepat Molekuler (TCM).

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE RESULTS OF THE MOLECULAR RAPID TEST OF TUBERCULOSIS AND HEMOGLOBIN LEVELS IN TUBERCULOSIS PATIENTS AT THE SUNGAI RAYA DALAM HEALTH CENTER

Muharni[1], Fath Dwisari[1], Nisa Julia Safarti[1]
[1]Politeknik ʿAisyiyah Pontianak
Email: muharni456@gmail.com

Tuberculosis (TB) is an infectious disease caused by Mycobacterium tuberculosis and is still a public health problem. The results of the Molecular Rapid Test (TCM) can describe the level of bacterial load which is categorized into low, medium, and high. This study aims to determine the relationship between the results of tuberculosis TCM and hemoglobin levels in tuberculosis patients at the Sungai Raya Dalam Health Center. This study uses an analytical observational design with a cross-sectional approach. The research sample amounted to 60 tuberculosis patients who met the inclusion criteria. TCM results data were obtained from GeneXpert MTB/RIF examination, while hemoglobin levels were checked using a Hematology Analyzer. Data analysis was carried out univariate and bivariate using the Chi-Square test with a 95% confidence level. The distribution of TCM results showed the medium category of 22 respondents (36.7%), high 20 respondents (33.3%), and low 18 respondents (30.0%). A total of 44 respondents (73.3%) had abnormal hemoglobin levels and 16 respondents (26.7%) had normal hemoglobin levels. The results of the Chi-Square test showed a significant relationship between tuberculosis TCM results and hemoglobin levels ($p<0.000$). There was a significant relationship between the results of the Molecular Rapid Test (TCM) of tuberculosis and hemoglobin levels in people with tuberculosis. The higher the TCM outcome category, the greater the tendency to decrease hemoglobin levels.

Keywords: Anemia, *GeneXpert MTB/RIF* ,Hemoglobin, Tuberculosis, Molecular Rapid Test (TCM).

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PERSETUJUAN ..... **Error! Bookmark not defined.**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **Error! Bookmark not defined.**

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK ..... **Error! Bookmark not defined.**

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN ..... **Error! Bookmark not defined.**

BIODATA PENULIS vi

KATA PENGANTAR vii

ABSTRAK viii

ABSTRACT ix

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR LAMPIRAN xiv

BAB I PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Rumusan Masalah 3

C. Tujuan 3

D. Manfaat 4

E. Keaslian Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

A. Tuberkulosis 6

B. Kerangka Teori 13

BAB III KERANGKA KONSEP 14
A. Variabel Penelitian 14
B. Definisi Operasional 15
C. Hipotesis 15
BAB IV METODE PENELITIAN 16
A. Desain Penelitian 16
B. Lokasi Dan Waktu Penelitian 16
C. Populasi dan Sampel 16
D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data 18
E. Prosedur kerja penelitian 19
F. Analisis Data 23
G. Etika Penelitian 24
H. Alur Penelitian 25
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 26
A. Hasil 26
B. PEMBAHASAN 29
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 33
A. Kesimpulan 33
B. Saran 34
DAFTAR PUSTAKA 35
LAMPIRAN 37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bakteri *M. Tuberkulosis* 6

Gambar 2.2 Kerangka Teori..... 13

Gambar 3.1 Kerangka Konsep 14

Gambar 4.1 Alur Penelitian..... 25

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Keaslian Penelitian..... 5

Table 2.1. Nilai Normal Kadar Hemoglobin 11

Tabel 3.1 Definisi Operasional 13

Tabel 4.1 Distribusi Responden Berdasarkan Kelompok Usia..... 24

Tabel 4.**2** Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin 25

Tabel 4.3 Distribusi Responden Berdasarkan Hasil TCM..... 26

Tabel 4.4 Distribusi Kadar Hemoglobin (Hb) Responden..... 27

Tabel 4.5 Hasil Uji Chi Square 27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian..... 37

Lampiran 2. Kode Etik..... 37

Lampiran 3. Hasil Data Penelitian..... 39

Lampiran 4. Pernyataan Persetujuan Bersedia Menjadi Responden (*Informed Consent*)..... 41

Lampiran 5. Kuesioner Penelitian..... 42

Lampiran 6. Output SPSS..... 43

Lampiran 7. Surat Selesai Penelitian..... 46

Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian..... 47

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tuberkulosis (TBC) adalah penyakit menular disebabkan bakteri *M. tuberculosis* yang berbentuk batang memiliki ukuran panjang 1-4/mm dan tebal 0,3-0,6/mm. Infeksi bakteri tersebut mayoritas menyerang paru, namun bisa juga menyerang organ lainnya (Rismarwati et al., 2024).

Provinsi Kalimantan Barat. Dimana pada Tahun 2018 kasus TB mengalami kenaikan, Tahun 2017 sebesar 446.732 kasus dan meningkat menjadi 566.623 di Tahun 2018. Diketahui bahwa Case Detection Rate (CDR), kasus Tuberkulosis pada Tahun 2018 sebesar 67,2% dan angka ini meningkat dibandingkan dengan Tahun 2017 yang sebesar 52,6%. Dari data distribusi kasus baru TB Paru berdasarkan kabupaten/kota di Kalimantan Barat dalam 3 tahun terakhir yang menujukkan bahwa pada Tahun 2017 (5.186 kasus) dengan (65%) laki-laki dan (35%) perempuan kemudian mengalami peningkatan pada tahun 2018 sebesar (7.331 kasus) dengan (64%) laki-laki dan (36%) perempuan dan terus meningkat hingga pada tahun 2019 sebesar (7.869 kasus) dengan (65%) laki-laki dan (35%) perempuan. Dalam hal ini laki-laki beresiko lebih besar untuk terkena penyakit TB paru di bandingkan dengan perempuan (Tahun, 2022).

Lembaga kesehatan dunia World Health Organization (WHO) pada tahun 2013 mendeklarasikan kedaruratan global tuberkulosis karena sebagian besar Negara-negara di dunia tidak berhasil mengendalikan tuberkulosis sehingga rendahnya angka kesembuhan penderita tuberkulosis yangt berdampak pada tingginya tingkat penularan. Kasus TB di dunia diperkirakan sebanyak 9 juta orang sakit dengan TB dan 1,5 juta meninggal akibat penyakit ini di 22 negara di dunia pada tahun 2013, di perkirakan 37 juta jiwa diselamatkan melalui diagnosis dan pengobatan TB (Studi et al., 2020).

Penemuan pasien TB paru dengan cara menentukan pasien yang mempunyai gejala mengarah ke TB yaitu batuk lama 2 minggu atau lebih,

berdahak, dapat disertai dengan keluarnya darah, demam, nyeri dada dan gejala penyakit paru lainnya. Diagnosa pasien TB terkonfirmasi bakteriologis adalah dengan pemeriksaan mikroskopis, biakan dan Test Cepat Molekuler (TCM) (Osobo & Dokume, 2025).

Deteksi dengan pewarnaan BTA dipilih karena hal ekonomis, namun keterbatasan metode ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor luar seperti kualitas pewarnaan dan keahlian pemeriksa mengakibatkan ketidak akuratan pemeriksaan. Standar terbaik dalam pemeriksaan TB adalah kultur bakteri, namun tahapan ini memiliki kelemahan karena dinilai terlalu lama dalam memberikan hasil (Ariyani et al., 2019). Adanya beberapa kekurangan metode ini dan membutuhan waktu yang lama dalam menentukkan diagnosis pasti tuberkulosis paru, maka dibutuhkan alat diagnostik untuk mendeteksi keberadaan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* di dalam tubuh seseorang secara cepat dan praktis yaitu melalui Tes Cepat Molekuler (TCM) *Genexpert*. Tes cepat molekuler merupakan metode penemuan terbaru untuk diagnosis TB berdasarkan pemeriksaan molekuler yang menggunakan metode *Real Time Polymerase Chain Reaction Assay (RT-PCR)* semi kuantitatif yang menargetkan wilayah hotspot gen rpoB pada *Mycobacterium tuberculosis*, yang terintegrasi dan secara otomatis mengolah sediaan dengan ekstraksi *deoxyribo nucleic acid (DNA)* dalam *cartridge* sekali pakai. Penelitian invitro menunjukkan batas deteksi bakteri TB dengan metode RT-PCR GeneXpert minimal 131 bakteri/ml sputum. Waktu hingga didapatkannya hasil kurang dari dua jam dan hanya membutuhkan pelatihan yang simpel untuk dapat menggunakan alat ini (Proportion et al., 2023).

GeneXpert merupakan terobosan baru untuk diagnosis TB berdasarkan pemeriksaan molekuler yang menggunakan metode *Real Time Polymerase Chain Reaction Assay (RTPCR)* yang menargetkan wilayah hotspot gen rpoB pada MTB yang terintegrasi dan secara otomatis mengolah sediaan dengan ekstraksi *Deoxyribo Nucleic Acid (DNA)* dalam *cartridge* sekali pakai. Penggunaan *Gene Xpert* dapat mengidentifikasi keberadaan kuman MTB dan resistensi terhadap rifampisin secara simultan dalam waktu yang singkat,

sehingga inisiasi dini terapi akurat yang mendukung implementasi pengendalian program MDR TB dapat diterapkan dan dapat mengurangi insidensi kasus TB secara umum (Sinuhaji et al., 2021).

Anemia pada penderita tuberkulosis dapat berkaitan dengan beberapa kondisi, seperti supresi sumsum tulang, kekurangan zat gizi, sindrom malabsorbsi, serta gangguan dalam pemanfaatan zat besi. Kondisi malabsorbsi dan defisiensi nutrisi juga dapat memperburuk keadaan anemia yang dialami pasien. Pada kasus tuberkulosis, anemia yang ditemukan dapat berupa anemia defisiensi besi dengan gambaran mikrositik hipokromik maupun anemia yang berkaitan dengan proses inflamasi dengan gambaran normositik normokromik. Di antara kedua jenis tersebut, anemia normositik normokromik merupakan gambaran anemia yang paling sering dijumpai pada penderita tuberkulosis (Nasution et al., 2015).

Hemoglobin terdapat protein yang bertanggung jawab untuk mengangkut 97% oksigen dari paru-paru ke jaringan perifer. Ketika konsentrasi hemoglobin menurun, maka lebih sedikit oksigen yang dikirim ke sel sehingga meningkatkan jantung dan aktivitasnya paru-paru untuk mengimbangi penurunan kapasitas pembawa oksigen darah dan hasil di beberapa penelitian menunjukkan bahwa anemia merupakan komplikasi tersering pada penderita TB dengan prevalensi 16 hingga 94% (Julyani et al., 2026). Berdasarkan latar belakang masalah pentingnya mengetahui adanya hubungan jumlah bakteri hasil TCM dengan kadar hemoglobin sebagai penanda inflamasi dalam penegakan diagnosis dan derajat virulensi awal pada penderita Tuberkulosis Paru.

B. Rumusan Masalah

Apakah terdapat hubungan antara hasil tes cepat molekuler tuberkulosis dengan kadar hemoglobin pada penderita tuberkulosis di Puskesmas Sungai Raya Dalam?

C. Tujuan

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui hubungan antara hasil tes cepat molekuler tuberkulosis dengan kadar hemoglobin pada penderita Tuberkulosis di Puskesmas Sungai Raya Dalam.

2. Tujuan Khusus
   a. Untuk mengetahui distribusi antara hasil tes cepat molekuler tuberkulosis dengan kadar hemoglobin pada penderita tuberkulosis di Puskesmas Sungai Raya Dalam.
   b. Untuk mengetahui hubungan yang signifikan antara hasil tes cepat molekuler tuberkulosis dengan kadar hemoglobin pada penderita tuberkulosis di Puskesmas Sungai Raya Dalam.

D. Manfaat

1. Bagi Peneliti

   Penelitian ini dapat penelitian ini diharapkan mampu menambah pengetahuan serta pemahaman tentang hubungan antara hasil tes cepat molekuler tuberkulosis dengan kadar hemoglobin pada penderita tuberkulosis.

2. Bagi Institusi

   Penelitian ini mampu menambah ilmu pengetahuan serta informasi bagi peneliti lain terkait hubungan antara tuberkulosis dengan kadar hemoglobin kurang dari normal yang dapat terjadi pada penderita tuberkulosis sehingga dapat dihasilkan penelitian lainnya terkait aspek-aspek yang dapat mencegah dan menanggulangi kadar hemoglobin kurang dari normal yang dapat terjadi pada penderita TB paru.

3. Bagi Pasien Tuberkulosis Paru

   Hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi penderita TB paru agar memberi informasi tentang pengetahuan tuberkulosis serta kadar hemoglobin kurang dari normal yang dapat terjadi.

E. Keaslian Penelitian

Tabel 1.1. Keaslian Penelitian

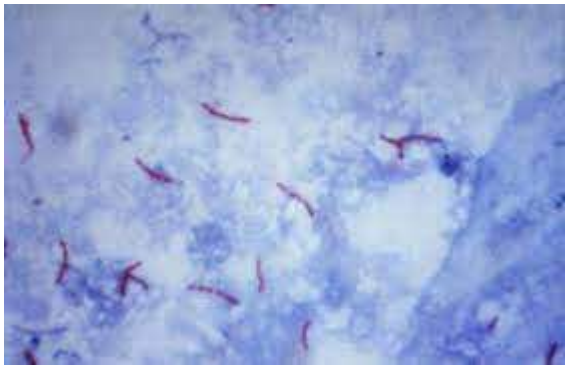
Penulis/ tahun	Judul penelitian	Persamaan	Perbedaan
(Nasution et al., 2015)	Malnutrisi dan Anemia pada Penderita Tuberkulosis Paru	Bidang kajian adalah Tuberkulosis dan hemoglobin	1. Subyek penelitian 2. Populasi sampel penelitian
(Juliana, 2024)	*JSN :* Jurnal Sains Natural Hubungan Profil Darah Lengkap denganHasil Tes Cepat Molekuler (TCM) Pasien Terduga *Tuberculosis (Corelation of Whole Blood Profile with TCM Result in Suspect Tuberculosis Patient)*	Bidang kajian adalah Tuberkulosis dan hemoglobin	1. Subyek penelitian 2. Populasi sampel penelitian
(Julyani et al., 2026)	Hubungan jenis anemia terhadap status bakteriologis pada penderita Tuberkulosis paru di Rumah Sakit yw Umi Ibnu Sina Makassar	Bidang kajian adalah Tuberkulosis dan hemoglobin	1. Subyek penelitian 2. Populasi sampel penelitian

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Tuberkulosis

1. Definisi Tuberkulosis

Tuberkulosis adalah suatu penyakit kronik menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini berbentuk batang dan bersifat tahan asam sehingga sering dikenal dengan Basil Tahan Asam (BTA). Sebagian besar kuman TB sering ditemukan menginfeksi parenkim paru dan menyebabkan TB paru, namun bakteri ini juga memiliki kemampuan menginfeksi organ tubuh lainnya (TB ekstra paru) seperti pleura, kelenjar limfe, tulang, dan organ ekstra paru lainnya.



(Kemenkes Tuberkulosis pedoman, 2020).

Gambar 2.1. Bakteri *M. Tuberkulosis*

Sumber: (Kemenkes Tuberkulosis pedoman, 2020)

2. Morfologi dan Struktur *Mycobacterium tuberculosis*

Secara morfologis, *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*) memiliki bentuk batang yang halus dengan ukuran sekitar 1–4 µm pada panjangnya dan 0,3–0,6 µm pada lebarnya. Dalam media pembenihan, bakteri ini dapat menunjukkan bentuk kokoid maupun berfilamen. *M. tuberculosis* tidak membentuk spora dan tidak memiliki simpai. Bakteri tersebut mempunyai sifat tahan terhadap asam, sehingga penggunaan etil alkohol 95% yang mengandung 3% asam hidroklorat (asam-alkohol) dapat menghilangkan warna pada hampir seluruh jenis bakteri dengan

cepat, sedangkan *M. tuberculosis* tetap mempertahankan warnanya (Basil et al., 2014).

Klasifikasi taksonomi *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*) terdiri atas beberapa tingkatan, yaitu *Kingdom Bacteria, Filum Actinobacteria, Ordo Actinomycetales*, *Subordo Corynebacterineae*, Famili Mycobacteriaceae, *Genus Mycobacterium*, dan *Spesies Mycobacterium tuberculosis.*

3. Metode Pemeriksaan Tuberkulosis

Pemeriksaan mikroskopis masih menjadi salah satu metode yang banyak digunakan untuk mendiagnosis tuberkulosis (TB), khususnya di negara dengan tingkat endemisitas TB yang tinggi. Meskipun demikian, metode ini memiliki keterbatasan berupa sensitivitas yang relatif rendah, tidak dapat menentukan kepekaan terhadap obat, serta hasil pemeriksaan yang dapat bervariasi karena dipengaruhi oleh keterampilan dan kemampuan teknisi dalam melakukan pemeriksaan. Pada diagnosis konvensional TB Resistan Obat (TB RO), pemeriksaan umumnya dilakukan melalui metode biakan dan uji kepekaan obat. Kedua pemeriksaan tersebut membutuhkan waktu yang cukup panjang serta prosedur khusus, mulai dari proses isolasi bakteri dari spesimen klinis, identifikasi kompleks *Mycobacterium tuberculosis* (MTB), hingga pengujian *in vitro* untuk mengetahui kepekaan terhadap obat anti tuberkulosis (OAT). Lamanya proses pemeriksaan dapat menyebabkan pasien memperoleh pengobatan yang kurang tepat selama menunggu hasil, sehingga berpotensi meningkatkan perkembangan strain TB yang resistan terhadap obat dan memperbesar kejadian resistansi. Keterbatasan tersebut dapat diminimalkan melalui penggunaan Tes Cepat Molekuler (TCM) dengan Xpert MTB/RIF. Pemeriksaan ini memiliki waktu pengerjaan yang relatif cepat dan mampu mendeteksi keberadaan MTB sekaligus mengetahui adanya resistansi terhadap rifampisin dalam satu pemeriksaan. Dengan demikian, terapi yang tepat dapat dimulai lebih dini sesuai dengan kondisi pasien, sehingga diharapkan dapat membantu

menurunkan kejadian TB secara keseluruhan. Berdasarkan temuan penelitian dalam skala besar, pemeriksaan TCM menggunakan Xpert MTB/RIF menunjukkan sensitivitas dan spesifisitas yang lebih tinggi dalam mendiagnosis TB dibandingkan pemeriksaan mikroskopis. Kualitas diagnostiknya juga mendekati pemeriksaan menggunakan metode biakan. Seiring perkembangan teknologi, metode berbasis molekuler telah digunakan dalam diagnosis TB sejak beberapa tahun sebelumnya dan terus mengalami perkembangan untuk meningkatkan ketepatan serta kecepatan deteksi penyakit.

Metode berbasis molekuler telah digunakan dalam diagnosis TB sejak beberapa tahun sebelumnya dan terus mengalami perkembangan untuk meningkatkan ketepatan serta kecepatan deteksi penyakit. Meskipun memiliki keunggulan, metode tersebut masih tergolong kompleks sehingga penerapannya sebagai pemeriksaan rutin di negara berkembang menjadi kurang mudah. Proses pengolahan spesimen yang disertai dengan tahapan ekstraksi DNA juga menjadi kendala dalam penerapannya, terutama pada wilayah dengan keterbatasan sumber daya. Saat ini, pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) menggunakan Xpert MTB/RIF masih menjadi satu-satunya metode pemeriksaan molekuler yang digunakan untuk mendeteksi TB secara cepat. Xpert MTB/RIF merupakan metode pemeriksaan yang menyediakan seluruh komponen reaksi yang dibutuhkan dalam proses PCR (*Polymerase Chain Reaction*), termasuk berbagai reagen yang diperlukan, dalam satu katrid. Pemeriksaan ini dapat mendeteksi DNA kompleks *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) secara kualitatif dari spesimen klinis secara langsung, baik berupa dahak maupun spesimen non-dahak. Selain mengidentifikasi keberadaan MTB kompleks, Xpert MTB/RIF juga mampu mendeteksi adanya mutasi pada gen *rpoB* yang berkaitan dengan resistansi terhadap rifampisin. Dengan kemampuan tersebut, pemeriksaan Xpert MTB/RIF dapat membantu menegakkan diagnosis TB sekaligus mengetahui resistansi terhadap rifampisin dalam waktu yang relatif cepat

dan dengan tingkat ketepatan yang baik. Namun, pemeriksaan ini tidak dapat digunakan sebagai pemeriksaan lanjutan untuk memantau respons pasien selama menjalani pengobatan (PetunjukTeknisPemeriksaanTBCdenganTCM, 2017).

4. Haemoglobin

Hemoglobin (Hb) merupakan salah satu jenis metaloprotein, yaitu protein yang mengandung unsur besi dan terdapat di dalam sel darah merah. Hemoglobin memiliki peran penting dalam mengikat serta membawa oksigen dari paru-paru menuju seluruh jaringan tubuh. Sementara itu, anemia defisiensi besi merupakan kondisi anemia yang terjadi akibat tubuh mengalami kekurangan zat besi yang diperlukan dalam proses pembentukan dan sintesis hemoglobin (Hb) (Fitriany et al., 2018).

Hemoglobin merupakan protein berbentuk globular yang mengandung zat besi dan tersusun atas empat rantai polipeptida, yaitu dua rantai alfa (α) dan dua rantai beta (β). Setiap rantai polipeptida terdiri dari sekitar 141–146 asam amino. Struktur hemoglobin tersusun atas komponen heme dan globin. Heme mengandung zat besi serta protoporfirin yang terbentuk di dalam mitokondria, sedangkan globin merupakan bagian yang tersusun dari rantai asam amino, terdiri atas satu pasang rantai α dan satu pasang rantai non-α (Hermawati dan Prastama, 2023).

Hemoglobin yang terdapat dalam eritrosit (sel darah merah) memiliki fungsi utama sebagai pengangkut oksigen. Molekul hemoglobin tersusun atas dua pasang rantai globin dengan berat molekul sekitar 64.500. Komponen globin membentuk sekitar 96% dari keseluruhan molekul hemoglobin, sedangkan bagian lainnya berupa heme. Heme merupakan kompleks protoporfirin yang memiliki unsur besi (Fe) pada bagian tengahnya. Protoporfirin sendiri termasuk senyawa tetrapirol yang tersusun atas empat cincin pirol. Keempat cincin tersebut saling

dihubungkan oleh empat gugus metan sehingga membentuk struktur protoporfirin. (Ii & Tinjauanteori, 2017).

5. Pengukuran Kadar Hemoglobin

Hemoglobin sangat baik ditentukan menggunakan darah vena yang diantikoagulasi menggunakan *Etilendiamin Tetraacetic Acid* (EDTA). Darah kapiler telinga, ujung jari, dan tumit dapat digunakan tetapi hasil tidak akurat karena cairan intestinal dapat mengakibatkan terjadinya pengenceran sampel darah kapiler, sehingga hasil pengukuran Hb yang diperoleh dari metode tersebut cenderung lebih besar. *Hematology Analyzer* merupakan salah satu peralatan laboratorium yang dikembangkan untuk mendukung pemeriksaan darah secara lebih modern dan efisien. Alat ini banyak digunakan dalam pemeriksaan darah rutin di laboratorium karena mampu melakukan pembacaan hasil pemeriksaan secara otomatis. Dengan demikian, nilai hematokrit pasien dapat diketahui dengan lebih cepat dan tepat. Selain itu, *Hematology Analyzer* memiliki tingkat ketelitian yang tinggi sehingga dapat membantu menghasilkan hasil pemeriksaan yang akurat (Hutauruk & Artikel, 2021).

6. **Prinsip Metode Pemeriksaan *Hematology Analyzer***

Hematology analyzer mampu menganalisis darah dengan cepat dan menangani volume sampel besar, memberikan hasil lebih akurat dan konsisten dibanding metode manual. Alat ini membantu standardisasi pengujian dan memudahkan interpretasi. Fungsinya mengukur jumlah dan sifat sel darah menggunakan sitometri aliran, di mana reagen mengalir melalui celah kecil untuk menghitung sel. *Hematology analyzer Zybio Z3* adalah alat otomatis yang digunakan untuk menghitung parameter hematologi, termasuk jumlah sel darah merah (RBC), hemoglobin, hematokrit, dan berbagai indeks eritrosit lainnya. Alat ini bekerja dengan prinsip impedansi (*electrial impedance*) untuk menghitung jumlah sel dan flow cytometry berbasis cahaya laser untuk analisis lebih lanjut, seperti pengukuran diferensiasi leukosit.

Keunggulan alat ini termasuk analisis cepat, akurasi tinggi, dan kemampuan untuk memproses sampel dengan volume yang kecil. Prosedur kerja yang pertama persiapan sampel darah vena dan ditampung dalam tabung EDTA untuk mencegah pembekuan, sampel dihomogenkan dengan gentle inverting, analisis sampel diaspirasi oleh alat dan diproses secara otomatis, yang terakhir hasil akan ditampilkan pada layar dan dapat dicetak (Zybio et al., 2025).

Nilai batas normal hemoglobin dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.1. Nilai Normal Kadar Hemoglobin

Umur	Kadar Hemoglobin
Bayi baru lahir	16-23 g/dL
Anak – anak (< 14th)	10-14 g/dL
Laki – laki dewasa	13-17 g/dL
Wanita dewasa tidak hamil	12-16 g/dL
Wanita dewasa hamil	11-13 g/dL

(Sumber : Umar et al., 2024)

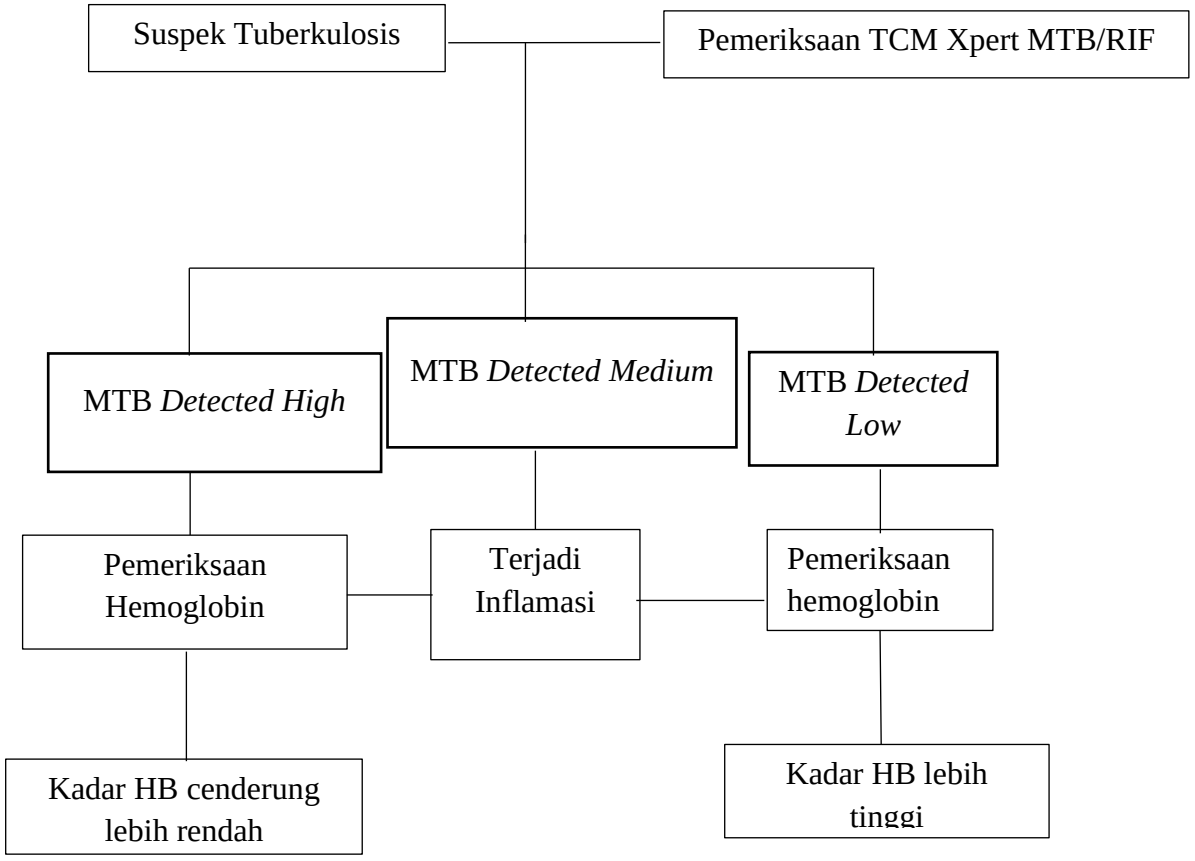
7. Hemoglobin dan Tuberkulosis

Pada penderita TB, anemia merupakan komplikasi yang bisa terjadi. Pemantauan terjadinya anemia dapat dilakukan dengan pemeriksaan hemoglobin, jumlah eritrosit, hematokrit, dan indeks eritrosit. Anemia dan malnutrisi kondisi tersebut juga dapat menjadi salah satu faktor yang meningkatkan risiko terjadinya kegagalan terapi, kekambuhan penyakit, serta kematian (Nasution et al., 2015). Ada bukti anemia lebih sering terjadi pada pasien tuberkulosis daripada pada kontak tuberkulosis yang terinfeksi mikobakteri tuberkulosis dan kontrol sehat. Setiap sel darah merah mengandung sekitar 640 juta molekul hemoglobin (Hb). Pada orang dewasa, kadar Hb yang berada di bawah 13,5 g/dL pada pria dan di bawah 11,5 g/dL pada wanita umumnya dikategorikan sebagai kadar yang rendah. Penurunan kadar hemoglobin hingga berada di bawah batas normal tersebut merupakan salah satu kondisi yang digunakan untuk mendefinisikan anemia (Lasut et al., 2014).

Mekanisme terjadinya anemia pada pasien tuberkulosis dapat berkaitan dengan respons imun terhadap invasi mikroorganisme. Infeksi

tersebut dapat mengaktivasi limfosit T dan monosit, yang selanjutnya memicu mekanisme efektor imun untuk menghasilkan berbagai sitokin. Monosit yang teraktivasi dapat menghasilkan interferon-γ (IFN-γ) dan *tumor necrosis factor-α* (TNF-α), sedangkan monosit atau makrofag dapat menghasilkan berbagai interleukin (IL), termasuk IL-1, IL-6, dan IL-10. Selain itu, lipopolisakarida merupakan salah satu komponen utama membran luar bakteri Gram-negatif dan berperan sebagai endotoksin yang dapat menjadi stimulator kuat bagi sistem kekebalan alami atau bawaan. Selama berada dalam fase intraseluler, *Mycobacterium tuberculosis* dapat memengaruhi berbagai proses dalam respons imun, seperti peradangan, fagositosis, replikasi bakteri di dalam fagosom, serta pelepasan ke sitosol. Proses tersebut dapat memicu produksi berbagai mediator inflamasi, antara lain sitokin IL-1, TNF-α, IL-10, mediator lipid, dan IFN-γ. Peningkatan mediator-mediator tersebut dalam respons terhadap infeksi TB dapat berperan dalam terjadinya anemia pada pasien tuberkulosis (Kurniaji et al., 2023).

B. Kerangka Teori

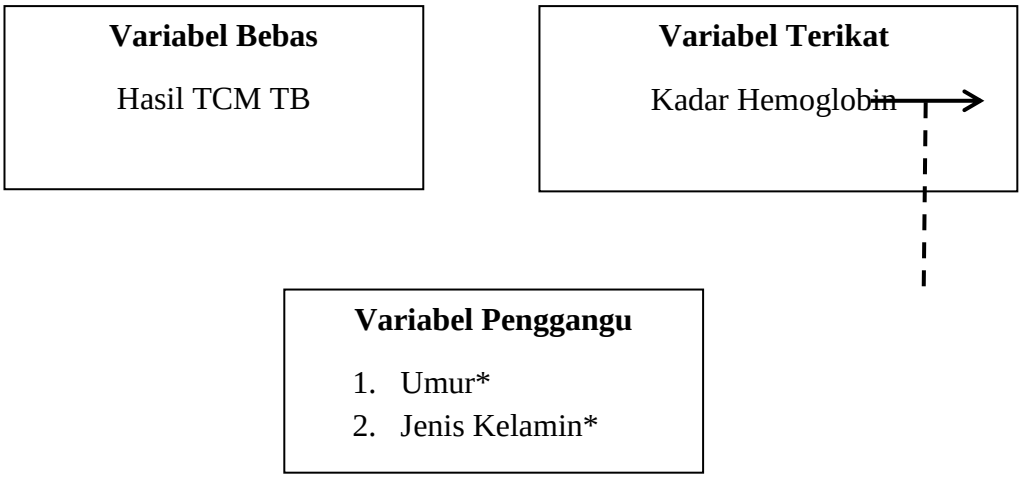


Gambar 2.2 Kerangka Teori

(Sumber : Nasution et al., 2015)

BAB III
KERANGKA KONSEP

A. Variabel Penelitian



Keterangan : ⟶ **: Dilakukan Penelitian**

- - - - : Tidak dilakukan penelitian

*** : Tidak dilakukan penelitian**

Gambar 3.1 Kerangka Konsep

B. Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

Variabel	Definisi operasional	Cara ukur/ Alat ukur	Hasil ukur/ Satuan	Skala ukur
Variabel terikat:				
Kadar Hemoglobin	Konsentrasi protein membawa oksigen dalam sel darah merah yang diukur untuk menentukan status anemia pada pasien TB.	*Hematology Analyzer (Flow Cytometry)*	Kadar Hemoglobin (g/dl). Normal (> 13,0 g/dL) Anemia (< 13,0 g/dL)	Nominal
Variabel bebas:				
TCM Tuberkulosis	Metode TCM dengan pengukuran fluorosensi dan algoritma otomatis untuk mendeteksi DNA MTB dan mendeteksi mutasi gen rpoB.	Pemeriksaan TCM GeneXpert MTB/Rif	Low, Medium, High	Ordinal

C. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini mengunakan hipotesis (H^1)

H^1: Ada hubungan hasil TCM tuberkulosis dengan kadar hemoglobin pada penderita tuberkulosis.

BAB IV
METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian metode Observasional Analitik yaitu dengan mencoba mencari hubungan antara hasil TCM TB dengan kadar hemoglobin darah pada penderita tuberkulosis di Puskesmas Sungai Raya Dalam melalui *cross–sectional* yang didukung dengan studi pustaka. Data penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu hasil tes cepat molekuler Xpert MTB/RIF dari buku register laboratorium dan menggunakan data primer pemeriksaan hemoglobin alat *Hematology Analyzer* pada suspek tuberkulosis.

B. Lokasi Dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Di Puskesmas Sungai Raya dalam.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan selama 3 (tiga) bulan pada bulan Desember tahun 2025 s/d Februari tahun 2026.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dari penelitian ini adalah penderita tuberkulosis di Puskesmas Sungai Raya Dalam selama bulan Desember 2025 sampai dengan February 2026. Pada penelitian ini, semua suspek TB yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak termasuk dalam kriteria eksklusi digunakan sebagai sampel. Berikut kriteria inklusi dan eksklusi pada penelitian ini:

a. Kriteria Inklusi

1. Berjenis kelamin laki – laki
2. Pasien berusia di atas 14 tahun

3. Pasien TB melakukan pemeriksaan TCM tuberkulosis di Laboratorium Puskesmas Puskesmas Sungai Raya Dalam dan diperiksa Kadar Hemoglobin.
4. Pasien TB tidak terdiagnosa penyakit parah di Laboratorium Puskesmas Sungai Raya Dalam.
5. Pasien bersedia menjadi responden di Laboratorium Puskesmas Puskesmas Sungai Raya Dalam.

Kriteria inklusi berjenis kelamin laki-laki berdasarkan pertimbangan wanita dalam menstruasi menunjukkan kadar hemoglobin kurang dari normal, sehingga masa menstruasi berpengaruh terhadap kadar hemoglobin dan morfologi eritrosit (Hadijah, 2019).

b. Kriteria Eksklusi

1. Penderita TB dengan hasil pemeriksaan TCM MTB terdeteksi resistan rifampisin terdeteksi.
2. Penderita TB melakukan pemeriksaan TCM TB di Laboratorium Puskesmas Sungai Raya Dalam tetapi tidak dilakukan pemeriksaan kadar hemoglobin.
3. Penderita TB yang mengalami perdarahan yang dapat menurunkan kadar hemoglobin secara mendadak.

2. Sampel

Sampel adalah bagian dari populasi yang di pilih untuk keperluan observasi atau penelitian. Penentuan jumlah sampel dalam penelitian ini dilakukan menggunakan rumus *Slovin* karena jumlah populasi telah diketahui secara pasti. Penelitian ini menggunakan desain *cross-sectional* dengan jumlah populasi sebanyak 70 pasien. Tingkat kepercayaan yang digunakan dalam penelitian ditetapkan sebesar 95% (Studi et al., 2020).

Penentuan jumlah replikasi pada sampel dapat dihitung berdasarkan rumus Slovin yaitu:

Rumus : $x = \frac{\mathrm{N}}{1+(\mathrm{N}.e^2)}$

Keterangan :

n = jumlah sampel

N = jumlah populasi

e = Tingkat kesalahan

Rumus : $n = \frac{\text{N}}{1+(\text{N}.e^2)}$

$$n = \frac{70}{1 + (70.\,0{,}05^2)}$$

$$n = 59{,}57$$

Maka sampel sebagian yang dibutuhkan yaitu didapatkan nilai n = 60 responden.

D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian yang diperoleh pada penelitian ini adalah data primer dengan pemeriksaan dan observasi langsung terhadap sampel pasien suspek TB yang diperiksa dengan mesin *GeneXpert MTB/Rif* dan pemeriksaan hemoglobin dengan *Hematology Analyzer*. Untuk data sekunder, informasi diperoleh dari sumber pendukung yang mencakup identitas responden, seperti nama, usia, dan jenis kelamin.

2. Instrumen Pengumpulan Data

a. Alat

Alat penelitian yang digunakan untuk pemeriksaan TCM TB dalam penelitian ini menggunakan alat pemeriksaan TCM *GeneXpert MTB/Rif system* dengan menggunakan *cartridge* khusus alat tersebut. Peralatan lain yang diperlukan adalah pipet tetes, tisue kering, timer, spidol, tempat sampah infeksius dan juga alat pelindung diri pemeriksa berupa gown, apron plastik, masker N95 dan sarung tangan bebas tepung (powder free). Untuk pemeriksaan Hb alat yang digunakan *Hematology Analyzer sysmex*, *Handscoon*, Masker, Tabung EDTA, Spuit, Tourniquet, Kapas alkohol 70% dan Plaster.

b. Bahan

Bahan yang digunakan Bahan yang digunakan dalam pemeriksaan TCM adalah sampel sputum/dahak dan larutan buffer lysis khusus untuk pemeriksaan *GeneXpert MTB/Rif*.

c. Dokumentasi dan pencatatan

Lembar observasi digunakan untuk mencatat umur, jenis kelamin dan riwayat pengobatan, sedangkan dokumentasi visual dilakukan menggunakan kamera atau *smartphone.*

E. Prosedur kerja penelitian

1. Tahap Persiapan

Kegiatan yang dilakukan untuk membantu proses penyelesaian penelitian, persiapan awal yang dilakukan untuk menunjang kelancaran penyusunan Penelitian adalah sebagai Persyaratan administrasi Penelitian dilengkapi.Studi pustaka sebagai referensi dalam analisa data dan perancang desain. Kebutuhan data penelitian ditentukan.Persyaratan administrasi untuk pengumpulan data diadakan. Skripsi penelitian dibuat. Data dan rangkuman kerja penelitian dipresentasikan. Jadwal rencana penelitian dibuat.

2. Tahap Pelaksanaan

Kegiatan penelitian yang dilakukan meliputi pengumpulan data dan menganalisis data. Tahap ini meliputi cara kerja dari metode pemeriksaan yang diterapkan pada penelitian ini,yang meliputi :

3. Cara Kerja Pemeriksaan TCM GenXpert MTB/Rif :

Sampel dahak dikumpulkan petugas, pasien diberikan wadah khusus dari plastik steril. Untuk mengeluarkan dahak, pasien diminta menghirup nafas dalam-dalam dan menahannya selama sekitar lima detik. Setelah ditahan kemudian pasien mengeluarkan nafas perlahan. Persiapan spesimen dilakukan dengan menambahkan *Sample Reagent* ke dalam spesimen hingga volume campuran mencapai 2 ml. Selanjutnya, campuran dikocok sampai tercampur secara merata dan didiamkan selama 5 menit untuk mencegah terbentuknya aerosol. Setelah itu,

penutup katrid dibuka, kemudian tempat penampungan spesimen dibuka. Spesimen yang telah diproses kemudian diambil menggunakan pipet yang telah disediakan sebanyak 2 ml, yaitu hingga mencapai tanda batas pada pipet. Spesimen dimasukkan secara perlahan ke dalam katrid untuk menghindari terbentuknya gelembung udara yang dapat menyebabkan kesalahan atau eror pada pemeriksaan..

Tutup katrid secara perlahan dan masukan katrid ke dalam alat TCM.Tes dimulai. Pastikan komputer dan alat TCM telah menyala serta telah menjalankan program GeneXpert Dx sesuai panduan. klik “Create Test”, maka akan muncul kotak dialog “Please scan katrid barcode. Pindai barcode katrid menggunakan barcode scanner dengan cara menekan tombol warna kuning pada barcode scanner. Setelah nomor seri katrid dimasukkan, data pasien diinput pada sistem. Nomor Induk Kependudukan (NIK) dicantumkan pada kolom *Patient ID*. Apabila pasien tidak memiliki NIK, maka dapat digunakan nomor identitas sediaan. Selanjutnya, pada kolom *Sample ID* dimasukkan nomor urut register TB 04, diikuti nama dan umur pasien dengan format No. urut register TB 04_Nama_Umur. Pada bagian *Select Module*, pilihan modul akan terisi secara otomatis sehingga petugas laboratorium tidak perlu melakukan perubahan. Setelah seluruh data dipastikan benar, pemeriksaan dimulai dengan memilih tombol “*Start Test*”.

1. Lampu warna hijau di alat TCM akan berkedip-kedip pada modul yang terpilih otomatis. Buka pintu modul dan letakkan katrid TCM.
2. Tutup pintu modul dengan sempurna hingga terdengar bunyi klik. Pemeriksaan akan dimulai dan lampu hijau akan tetap menyala tanpa berkedip. Pemeriksaan akan berlangsung kurang lebih 2 jam. Saat pemeriksaan selesai, lampu akan mati secara otomatis dan pintu modul akan terbuka secara otomatis.

3. Buka pintu modul dan keluarkan katrid. Katrid yang telah dipakai harus dibuang ke tempat sampah infeksius sesuai dengan SOP yang diterapkan oleh masingmasing institusi.

4. Cara Kerja Pemeriksaan Hemoglobin :

Pemeriksaan kadar hemoglobin pada pasien dilakukan berdasarkan jumlah sampel yang telah ditentukan sebelumnya. Pemeriksaan darah rutin pada pasien TB yang sedang menjalani terapi OAT dilakukan menggunakan *Hematology Analyzer*. Setelah proses pemeriksaan selesai, hasil pengukuran kadar hemoglobin pasien TB dapat dilihat secara langsung melalui hasil yang ditampilkan oleh alat.

Prosedur kerjanya adalah :

1. Pra analitik

   Persiapan pasien merupakan tahap awal dalam prosedur kerja pra-analitik. Pada pasien yang sedang menjalani terapi OAT, peneliti terlebih dahulu menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan, yaitu *handscoon*, masker, tabung EDTA, spuit, *tourniquet*, *Hematology Analyzer Sysmex*, kapas alkohol 70%, dan plester. Tahap persiapan sampel diawali dengan mencatat identitas pasien, kemudian mempersiapkan alat dan bahan serta melakukan pengambilan darah vena. Sebelum tindakan dilakukan, peneliti melakukan pendekatan kepada pasien dengan sikap tenang dan ramah agar pasien merasa nyaman. Selanjutnya, identitas pasien diperiksa dan disesuaikan dengan data pada lembar permintaan pemeriksaan. Kondisi pasien juga diverifikasi, seperti keadaan puasa atau tidak, konsumsi obat, serta informasi lain yang berkaitan dengan kondisi pasien dan dicatat apabila diperlukan. Setelah proses identifikasi selesai, pasien diminta meluruskan lengannya dan memilih lengan yang sering digunakan untuk beraktivitas. Pasien kemudian diminta mengepalkan tangan. *Tourniquet* dipasang sekitar 10 cm di atas lipatan siku, kemudian vena yang akan digunakan dipilih, yaitu vena median cubital atau vena cephalic. Posisi vena dipastikan terlebih dahulu melalui palpasi.

Bagian kulit yang akan dilakukan pengambilan darah kemudian dibersihkan menggunakan kapas yang telah diberi alkohol 70% dan dibiarkan hingga kering. Selanjutnya, jarum dimasukkan ke dalam vena dengan posisi lubang jarum menghadap ke atas. Apabila jarum telah tepat berada di dalam vena, darah akan terlihat masuk ke dalam spuit. Setelah jumlah darah yang dibutuhkan telah diperoleh, pasien diminta membuka kepalan tangannya. Volume darah yang diambil disesuaikan dengan kebutuhan pemeriksaan, yaitu sekitar tiga kali volume serum atau plasma yang diperlukan. Setelah darah diperoleh, kapas kering ditempelkan pada area bekas suntikan, kemudian jarum segera dilepaskan. Pasien selanjutnya diminta menekan kapas pada bagian tersebut. Darah yang telah diambil kemudian dimasukkan ke dalam tabung yang telah disediakan.

2. Analitik

Prosedur kerja analitik diawali dengan melakukan pemeriksaan dengan cara otomatis menggunakan *Hematologi Analyzer Sysmex* dengan sampel darah EDTA. Prosedur Kerjanya adalah memasukkan sampel darah kedalam tabung EDTA lalu memastikan alat dalam status ready dan menekan tombol ON bagian kiri belakang alat, kemudian alat menampilkan start up,tekan YES lakukan pencucian alat terlebih dahulu dengan menekan menu SERVIS-Concentrate-YES dan tekan tombol ID untuk melakukan pemetiksaan. Setelah itu menghomogenisasikan darah sampel yang akan diperiksa dengan baik. Membuka tutupnya dan meletakkan dibawah aspirator probe. memastikan ujung probe menyentuh dasar botol sampel darah agar tidak menghisap udara lalu menekan star switch untuk memulai proses. Setelah terdengar bunyi beep dua kali, (running) muncul dilayar dan rise up turun, kemudian tabung sampel dapat diambil dengan cara menurunkan tabung sampel darah dari bawah probe. Pada akhirnya hasil akan tertampil dilayar secara otomatis dan tercetak pada printer.

3. Pasca Analitik

Pada proses pasca analitik, hasil pemeriksaan telah keluar dalam bentuk print out Normal jika nilainya pada Laki-laki berada pada kisaran 13 – 17 g/dL.

5. Tahap Pelaporan.

Tahap pelaporan penelitian dilakukankegiata n sebagai berikut. Hasil analisis dan kesimpulan dibuat hasil data dan evaluasi bersama pembimbing hasil penelitian dicetak penelitian dipublikasikan.

F. Analisis Data

1. Analisis Univariat

Analisis univariat merupakan analisis yang dilakukan terhadap setiap variabel dalam suatu penelitian secara terpisah. Analisis ini bertujuan untuk merangkum dan menyederhanakan data hasil pengukuran sehingga dapat memberikan informasi yang lebih mudah dipahami. Pengolahan data pada analisis univariat hanya melibatkan satu variabel pada setiap analisis, sehingga disebut sebagai analisis univariat. Salah satu bentuk analisis univariat adalah statistik deskriptif. Dalam penelitian ini, analisis univariat digunakan untuk menggambarkan karakteristik masing-masing variabel yang disajikan dalam bentuk tabel dan uraian naratif (Febrianto et al., 2023).

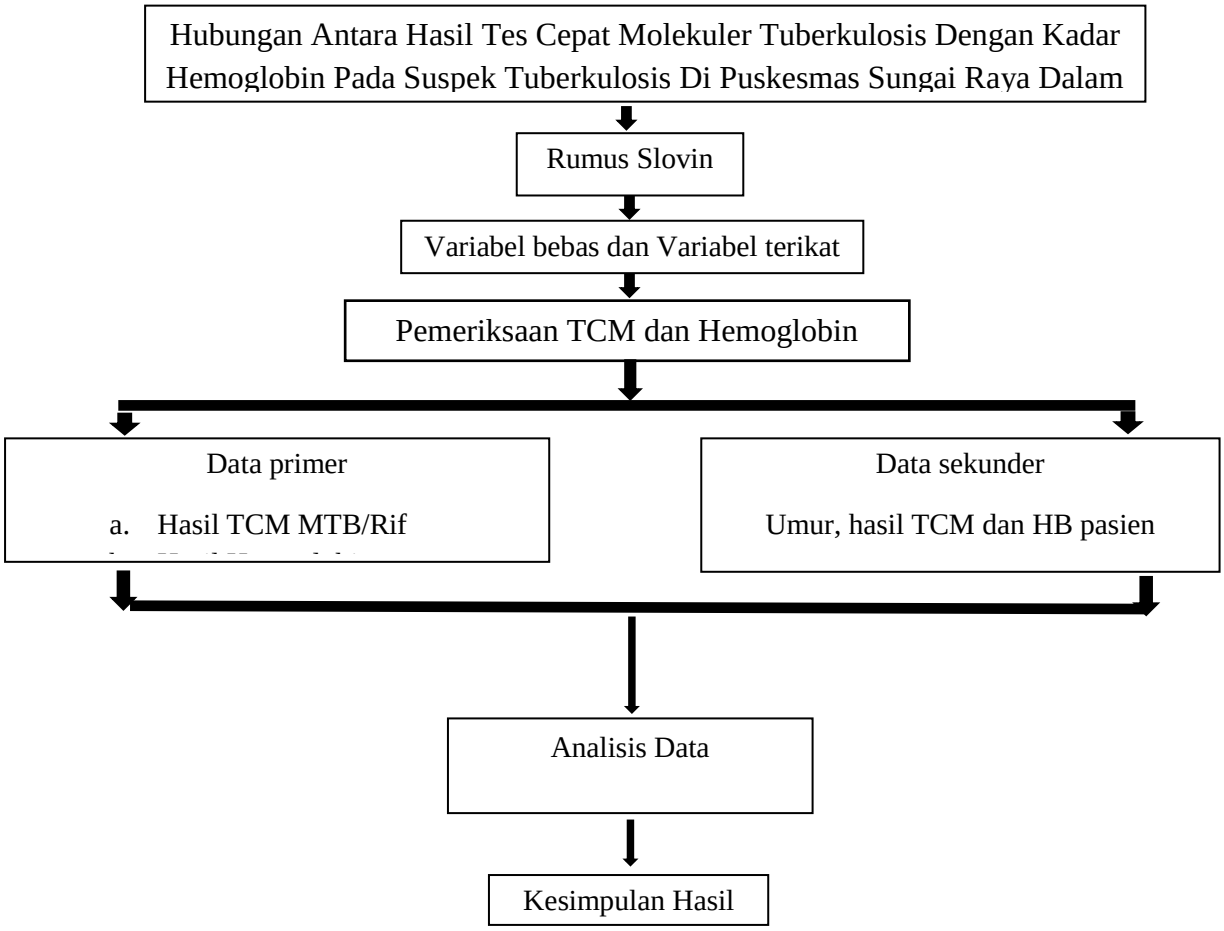
2. Analisis Bivariat

Analisis bivariat adalah metode statistik yang melibatkan dua variabel dengan tujuan mengetahui adanya hubungan, perbedaan, atau berkaitan diantara keduanya. Metode ini digunakan ketika peneliti ingin menganalisis pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Salah satu teknik yang termasuk dalam analisis bivariat adalah uji Chi-square merupakan salah satu jenis uji komparatif non parametrik yang dilakukan pada dua variabel dengan skala data nominal atau Ordinal (Juliana, 2024).

G. Etika Penelitian

Penelitian ini menerapkan prinsip-prinsip etika yang berkaitan dengan subjek manusia. Para peneliti melakukan pengambilan sampel darah. Penelitian ini dilakukan di Puskesmas Sungai Raya Dalam. Etika penelitian ini akan dilaksanakan di Komite etik Politeknik Kesehatan Pontianak.

H. Alur Penelitian



Gambar 4.1 Alur Penelitian

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Univariat

a. Distribusi Responden Berdasarkan Kelompok Usia

Analisis univariat pada variabel kelompok usia dilakukan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai karakteristik responden berdasarkan rentang usia, sehingga dapat diketahui kelompok usia mana yang paling dominan dalam penelitian ini serta bagaimana sebaran usia responden yang menjadi subjek penelitian di Puskesmas Sungai Raya Dalam.

Tabel 4.1 Distribusi Responden Berdasarkan Kelompok Usia

Kelompok Usia	Frekuensi (n)	Persentase (%)
>14 - 20 Tahun	11	18,3
20 – 40 Tahun	15	25,0
41 – 60 Tahun	23	38,3
> 60 Tahun	11	18,3
Total	**60**	**100,0**

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat diketahui bahwa sebagian besar responden berada pada kelompok usia 41–60 tahun yaitu sebanyak 23 orang (38,3%), yang menunjukkan bahwa kelompok usia dewasa hingga lansia awal merupakan kelompok yang paling dominan dalam penelitian ini, sedangkan kelompok usia <20 tahun dan >60 tahun memiliki jumlah yang sama yaitu masing-masing 11 orang (18,3%), sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi usia responden cukup bervariasi nam un lebih terkonsentrasi pada usia produktif hingga pra-lansia.

b. Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Analisis univariat pada variabel jenis kelamin dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai karakteristik responden.

Tabel 4.2

Kelompok Usia	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Laki-Laki	60	100,0

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin, keseluruhan responden merupakan laki-laki.

c. Distribusi Responden Berdasarkan Hasil TCM

Analisis univariat pada variabel hasil Tes Cepat Molekuler (TCM) dilakukan untuk mengetahui tingkat deteksi bakteri tuberkulosis pada responden yang dikategorikan ke dalam beberapa tingkat, sehingga dapat memberikan gambaran tingkat keparahan atau beban bakteri pada pasien.

Tabel 4.3 Distribusi Responden Berdasarkan Hasil TCM

Hasil TCM	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Low	18	30,0
Medium	22	36,7
High	20	33,3
Total	**60**	**100,0**

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat diketahui bahwa distribusi responden berdasarkan hasil Tes Cepat Molekuler (TCM) menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada pada kategori medium yaitu sebanyak 22 orang (36,7%), diikuti oleh kategori high sebanyak 20 orang (33,3%), dan kategori low sebanyak 18 orang (30,0%), sehingga dapat disimpulkan bahwa sebaran responden pada variabel hasil TCM dalam penelitian ini relatif merata, meskipun terdapat kecenderungan dominasi pada kategori medium dibandingkan kategori lainnya.

d. Distribusi Kadar Hemoglobin (Hb) Responden

Tabel 4.4 Distribusi Kadar Hemoglobin (Hb) Responden

Hasil TCM	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Normal	16	26,7%
Tidak Normal	44	73,3%
Total	**60**	**100%**

Berdasarkan Tabel 4.4, dapat diketahui bahwa dari total 60 responden, responden dengan kadar hemoglobin yang normal ada 16 (26,7%) dan responden dengan kadar hemoglobin tidak normal adalah 44 (73,3%) responden. Secara umum dapat disimpulkan bahwa lebih tinggi jumlah responden memiliki kadar hemoglobin yang berada di bawah batas normal, yang mengindikasikan adanya kecenderungan kondisi anemia pada pasien tuberkulosis dalam penelitian ini.

2. Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara kadar hemoglobin berdasarkan kelompok hasil Tes Cepat Molekuler (TCM) yang terdiri dari kategori low, medium, dan high, dimana pengujian dilakukan menggunakan uji Chi-Square karena variabel independen berupa data nominal dan variabel dependen berupa data ordinal.

Tabel 4.5 Hasil Uji Chi-Square

	Kadar Hb				
	Normal		Tidak Normal		P. Value
Hasil TCM	f (n)	%	f (n)	%	0.000
Low	14	77.8%	4	22.2%	0.000
Medium	2	9.1%	20	90.9%	0.000
High	0	0.0%	20	100%	0.000

Berdasarkan Tabel 4.5 hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara hasil Tes Cepat Molekuler (TCM) Tuberkulosis dengan kadar hemoglobin pada penderita tuberkulosis (p = 0,000). Berdasarkan distribusi data, kelompok dengan hasil TCM low didominasi oleh pasien dengan kadar hemoglobin normal, sedangkan

kelompok TCM medium dan high didominasi oleh pasien dengan kadar hemoglobin tidak normal. Temuan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat deteksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, semakin besar kecenderungan terjadinya penurunan kadar hemoglobin. Kondisi tersebut dapat terjadi akibat proses inflamasi kronis pada tuberkulosis yang mengganggu eritropoiesis dan metabolisme besi sehingga meningkatkan risiko anemia pada penderita tuberkulosis (Kurniaji et al., 2023).

B. PEMBAHASAN

Mekanisme Inflamasi Sistemik beban bakteri yang tinggi pada pasien Tuberkulosis Paru memicu respons imun yang masif, sehingga melepaskan sitokin pro-inflamasi secara berlebihan ke dalam tubuh. Peradangan kronis yang intens ini secara langsung mengganggu proses pembentukan sel darah merah (*erythropoiesis*) di sumsum tulang. Akibat gangguan tersebut, mayoritas pasien dengan infeksi aktif ini berujung mengalami *Anemia of Chronic Disease* (ACD) atau Anemia Penyakit Kronis. Tingginya konsentrasi bakteri merangsang peningkatan kadar feritin plasma sebagai reaksi fase akut untuk menyembunyikan zat besi dari patogen. Kombinasi antara rusaknya sel darah merah yang lebih cepat dan kegagalan sumsum tulang merespons hormon eritropoietin membuat kadar hemoglobin merosot tajam. Oleh karena itu, tingkat keparahan anemia berbanding lurus dengan intensitas infeksi dan tingginya beban bakteri yang ada pada pasien (Bashir et al., 2025).

Berdasarkan hasil analisis univariat terhadap 60 responden di Puskesmas Sungai Raya Dalam, diperoleh data distribusi frekuensi yang menunjukkan keragaman rentang usia responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok usia 41–60 tahun mendominasi penelitian dengan jumlah 23 orang (38,3%). Hal ini mengindikasikan bahwa subjek penelitian mayoritas berada pada rentang usia dewasa matang hingga lansia awal. Kelompok usia 25–44 tahun sebagai usia produktif juga menunjukkan proporsi signifikan. Individu usia produktif memiliki

intensitas interaksi sosial dan mobilitas yang tinggi, yang meningkatkan kemungkinan terpapar TB. Sementara pada kelompok lansia, tingginya kasus dikaitkan dengan penurunan imunitas dan adanya penyakit penyerta (Nurannisyah et al., 2025).

Usia merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi kadar hemoglobin, terutama karena penurunan kadar hemoglobin lebih sering ditemukan pada kelompok usia lanjut. Sebagian besar zat besi yang terdapat di dalam tubuh manusia, yaitu lebih dari 70%, terikat pada heme dan membentuk kompleks dengan hemoglobin, sehingga heme menjadi salah satu sumber utama zat besi dalam tubuh. Pada pasien dengan TB paru aktif, penurunan kadar hemoglobin cukup sering ditemukan dan kondisi tersebut dapat memberikan dampak secara langsung terhadap peningkatan morbiditas yang berkaitan dengan tuberkulosis (Media & Kesehatan, 2022).

Berdasarkan hasil penelitian Tes Cepat Molekuler (TCM) menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada pada kategori medium yaitu sebanyak 22 orang (36,7%), diikuti oleh kategori high sebanyak 20 orang (33,3%), dan kategori low sebanyak 18 orang (30,0%). Sedangkan responden dengan kadar hemoglobin yang normal ada 16 (26,7%) dan responden dengan kadar hemoglobin tidak normal adalah 44 (73,3%) responden diketahui bahwa dari total 60 responden.

Hal ini menunjukkan bahwa Menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara hasil pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) dan variabel yang diteliti (TCM) dan kadar hemoglobin pada penderita tuberkulosis. Dengan demikian, hipotesis alternatif (H1) diterima. Temuan ini menunjukkan bahwa jenis anemia yang dialami oleh penderita TB berhubungan dengan kadar hemoglobin. Tuberkulosis meningkatkan produksi sitokin proinflamasi, terutama IL-6, yang merangsang produksi hepsidin di hati. Hepsidin berperan dalam menghambat absorpsi dan pelepasan besi sehingga ketersediaan besi untuk proses eritropoiesis menjadi berkurang dan menyebabkan anemia, yang dapat tampak sebagai

anemia normositik maupun mikrositik. Selain itu, proses inflamasi juga dapat menekan eritropoiesis di sumsum tulang serta menurunkan respon terhadap eritropoietin (Julyani et al., 2026).

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan uji Chi-Square diperoleh nilai p = 0,000 (p < 0,05), yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara hasil Tes Cepat Molekuler (TCM) dengan kadar hemoglobin (Hb) pada pasien tuberkulosis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kelompok TCM low sebagian besar responden memiliki kadar Hb normal sebanyak 14 orang (77,8%), pada kelompok dengan hasil TCM medium, sebanyak 20 responden (90,9%) memiliki kadar Hb yang tidak normal, sedangkan 2 responden (9,1%) menunjukkan kadar Hb dalam batas normal. Sementara itu, pada kelompok lainnya, terdapat 4 responden (22,2%) yang memiliki kadar Hb tidak normal. Sementara itu, pada kelompok TCM high seluruh responden memiliki kadar Hb tidak normal sebanyak 20 orang (100%) dan tidak ditemukan responden dengan kadar Hb normal. Data tersebut menunjukkan adanya kecenderungan bahwa semakin tinggi kategori hasil TCM, semakin tinggi pula proporsi pasien yang mengalami kadar Hb tidak normal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar hemoglobin memiliki keterkaitan dengan tingkat hasil TCM pada pasien tuberkulosis. Semakin tinggi tingkat hasil TCM yang menggambarkan semakin banyaknya beban kuman dalam tubuh, maka semakin besar kemungkinan pasien mengalami kadar Hb yang tidak normal. Oleh karena itu, pemeriksaan hemoglobin dapat menjadi salah satu pemeriksaan pendukung yang penting dalam pemantauan kondisi pasien tuberkulosis di Puskesmas Sungai Raya Dalam.

Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya bias penelitian, peneliti telah menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi yang jelas serta menggunakan prosedur pemeriksaan yang sama pada seluruh responden. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, pelitian ini hanya menganalisis hubungan antara kategori hasil

pemeriksaan TCM dengan kadar hemoglobin pada pasien suspek tuberkulosis tanpa melakukan penilaian terhadap kondisi klinis anemia maupun penatalaksanaannya, sehingga belum dapat menunjukkan bagaimana pemantauan kadar hemoglobin dapat membantu tenaga kesehatan dalam penanganan pasien dengan hasil TCM kategori tinggi. Kedua, jumlah sampel yang digunakan masih terbatas, yaitu 60 responden yang berasal dari satu puskesmas, sehingga hasil penelitian belum sepenuhnya dapat menggambarkan kondisi populasi penderita tuberkulosis secara lebih luas dan memiliki keterbatasan dalam generalisasi hasil penelitian. Penelitian ini juga melakukan sampel kriteria inklusi yang hanya melibatkan responden laki-laki untuk menghindari bias akibat siklus menstruasi pada perempuan memang memperkuat validitas data kadar hemoglobin, namun hal ini menyebabkan hasil penelitian ini tidak dapat digeneralisasikan pada populasi penderita tuberkulosis perempuan. Ketiga, penelitian ini belum mencakup beberapa faktor lain yang berpotensi memengaruhi kadar hemoglobin, salah satunya adalah status gizi, defisiensi zat besi, penyakit penyerta, maupun lama pengobatan tuberkulosis, sehingga pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap hasil penelitian belum dapat dianalisis secara lebih mendalam..

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai hubungan antara hasil Tes Cepat Molekuler (TCM) tuberkulosis dengan kadar hemoglobin pada suspek tuberkulosis di Puskesmas Sungai Raya Dalam, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai beriku t:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi responden berdasarkan hasil Tes Cepat Molekuler (TCM) didominasi kategori medium sebanyak 22 responden (36,7%), diikuti high 20 responden (33,3%) dan low 18 responden (30,0%). Distribusi kadar hemoglobin menunjukkan bahwa Sebagian responden memiliki kadar hemoglobin tidak normal yaitu 44 responden (73,3%), sedangkan kadar hemoglobin normal 16 responden (26,7%), yang menunjukkan sebagian penderita tuberkulosis memiliki kadar hemoglobin di bawah normal atau cenderung mengalami anemia.
2. Terdapat hubungan yang signifikan antara hasil Tes Cepat Molekuler (TCM) tuberkulosis di Puskesmas Sungai Raya Dalam berdasarkan uji *Chi-Square* diperoleh nilai p-value sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi hasil TCM, maka kadar hemoglobin penderita tuberkulosis cenderung semakin rendah.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Diharapkan tenaga kesehatan di Puskesmas Sungai Raya Dalam dapat lebih memperhatikan kondisi klinis pada suspek tuberkulosis untuk kadar hemoglobin pada pasien suspek tuberkulosis, terutama pada pasien dengan hasil TCM kategori tinggi, karena berisiko mengalami anemia yang lebih berat.
2. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar dan melibatkan beberapa fasilitas pelayanan kesehatan atau wilayah penelitian yang lebih luas. Selain itu, responden sebaiknya mencakup laki-laki dan perempuan dengan mempertimbangkan pengendalian faktor-faktor yang dapat memengaruhi kadar hemoglobin, sehingga hasil penelitian memiliki daya generalisasi yang lebih baik terhadap populasi penderita tuberkulosis.
3. Penelitian berikutnya disarankan untuk memasukkan variabel-variabel lain yang berpotensi memengaruhi kadar hemoglobin, seperti status gizi, defisiensi zat besi, penyakit penyerta, status inflamasi, serta lama pengobatan tuberkulosis. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, hubungan antara hasil pemeriksaan TCM dan kadar hemoglobin dapat dianalisis secara lebih komprehensif dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Ariyani, F., Inggriani, M., Ilsan, N. A., Diagnostik, L., Sakit, R., & Keluarga, M. (2019). *Jurnal Mitra Kesehatan (JMK)* dan rapid antigen pada pasien diagnosa tuberkulosis. 01(02), *101–105. https://doi.org/10.47522/jmk.v1i2.19*

Bashir, B. A., Mohamed, H. M., Hassan, M. M., Ali, W. Y., Moglad, E., Hussain, M. A., Osman, W., Alsiyud, D. F., Mohamed, G. A., & Ibrahim, S. R. M. (2025). *Role of Iron Indices in Anemia in Patients With Pulmonary Tuberculosis*. *2025*. https://doi.org/10.1155/ipid/2583917

Basil, G., Asam, T., Positif, B. T. A., & Buntuan, V. (2014). Di rumah sakit islam sitti maryam manado periode januari 2014 s / d juni 2014. 2.

Febrianto, Y., Come, R., Buntoro, I. F., Setiono, K. W., Levina, E., Setianingrum, S., Febrianto, Y., & Come, R. (2023). *The Effect Of Intensive Phase Of Anti Tuberculosis Drugs With Hemoglobin Levels In Tuberculosis Patients In Kupang City Departement of Clinical Pathology , Faculty of Medicine „ University of Nusa Cendana*. *11*(1), 24–32.

Fitriany, J., Saputri, A. I., & Anemia, I. D. (2018). Anemia defisiensi besi. *4*(2).

Hermawati, A. H., & Prastama, H. Y. (2023). Perbedaan EDTA Konvensional Dan EDTA Vacutainer Pada Pemeriksaan Kadar Hemoglobin *Differences Between Conventional EDTA And Vacutainer EDTA In Hemoglobin Level Examination*. 614–620.

Hutauruk, D. S., & Artikel, I. (2021). Gambaran nilai hematokrit pasien tuberculosis pada pengobatan obat anti tuberculosis di puskesmas raya. 9(1), 36–46.

Ii, B. A. B., & Tinjauanteori, A. (2017). Molekul hemoglobin terdiri dari dua struktur utama, yaitu heme dan globin, serta struktur tambahan. 5. 5–15.

Juliana, D. (2024). *JSN :* Jurnal Sains Natural Hubungan Profil Darah Lengkap denganHasil Tes Cepat Molekuler (TCM) Pasien Terduga Tuberculosis *(Corelation of Whole Blood Profile with TCM Result in Suspect Tuberculosis Patient). 4*.

Julyani, S., Mangarengi, Y., Studi, P., Dokter, P., Kedokteran, F., Indonesia, U. M., Klinik, D. P., Kedokteran, F., Muslim, U., Biokimia, D., Kedokteran, F., Indonesia, U. M., Mikrobiologi, D., Kedokteran, F., & Muslim, U. (2026). Hubungan jenis anemia terhadap status bakteriologis pada penderita tuberkulosis paru di rumah sakit yw umi ibnu sina makassar. 8(December 2024), 1506–1512.

Kemenkes Tuberkulosis pedoman. (2020).

Kurniaji, I., Rudiyanto, W., & Windarti, I. (2023). *A*nemia pada Pasien Tuberkulosis Anemia in Tuberculosis Patients. 13(April), 42–46.

Lasut, N. M. ., Rotty, L. W. A., 2, & Polii, E. B. I. (2014). Gambaran kadar hemoglobin dan trombosit pada pasien tuberkulosis paru di rsup. Prof. Dr. R. D. Kandou manado, 1–6.

Media, J., & Kesehatan, A. (2022). Jurnal Media Analis Kesehatan ISSN : 2087-1333 (Print) ISSN : 2621-9557 (Online). 12(1), 64–70.

Nasution, S. D., Kedokteran, F., & Lampung, U. (2015). Malnutrisi dan Anemia Pada Penderita Tuberkulosis Paru Malnutrition and Anemia in Tuberculosis Patient. 4(November), 29–36.

Nurannisyah, R., Apritama, F., Dianita, N. R., Waruwu, D. K., & Pridamayanti, A. (2025). Distribusi Kasus Tuberkulosis Paru Menurut Usia , Jenis Kelamin , dan Capaian Program Di Puskesmas Bukit Sangkal , Palembang Tahun 2024. 4(1).

Osobo, W. O. N., & Dokume, S. (2025). Gambara n pemetaa n pe n yebara n pasie n tuberkulosis se n sitif obat da n tuberkulosis resiste n obat di rsud krt . Setjo n egoro.

PetunjukTeknisPemeriksaanTBCdenganTCM. (2017). No Title. PetunjukTeknisPemeriksaanTBCdenganTCM (3).Pdf, 170. file:///C:/Users/ADVAN/Downloads/PetunjukTeknisPemeriksaanTBCdenganTCM (3).pdf

Proportion, T. H. E., Staining, O. F. Z., Test, M. R., In, R., & Tuberculosis, P. (2023). Proporsi hasil pemeriksaan pewarnaan ziehl neelsen dengan tes cepat molekuler pada tuberkulosis paru. 3(2), 3–8. https://doi.org/10.36086/medlabscience.v3i2

Rismarwati, I., Diniah, F., & Sayekti, J. (2024). *OVERVIEW OF MOLECULAR RAPID TEST RESULTS AND RISK FACTORS FOR PULMONARY TUBERCULOSIS IN PATIENTS HUMAN IMMUNODEFICIENCY VIRUS* Diagnosis TB paru ditegakkan berdasarkan metode *Real Time Polymerase Chain Reaction Assay (RT-PCR) semi kuantitatif* , rekomendasi penggunaan metode TCM secara tajam seiring dengan memburuknya pada pasien HIV berkaitan langsung. 9(2), 268–278.

Sinuhaji, B., Sriyanti, M., & Bengkulu, U. (2021). Profil Hasil Pemeriksaan *GeneXpert Real Time Polymerase Chain Reaction (RT-PCR)* Terhadap Mycobacterium tuberculosis pada Pasien Tuberkulosis Paru di Rumah Sakit Bhayangkara Polda Bengkulu Periode Januari-Desember 2018. 7(2), 99–109.

Studi, P., Kesehatan, A., Kesehatan, F., Mohammad, U., & Thamrin, H. (2020). *GAMBARAN KADAR HEMOGLOBIN (Hb) dan LEUKOSIT PADA PENDERITA TB PARU DENGAN LAMANYA TERAPI OAT (OBAT ANTI TUBERCULOSIS)*. *6*(2), 136–143.

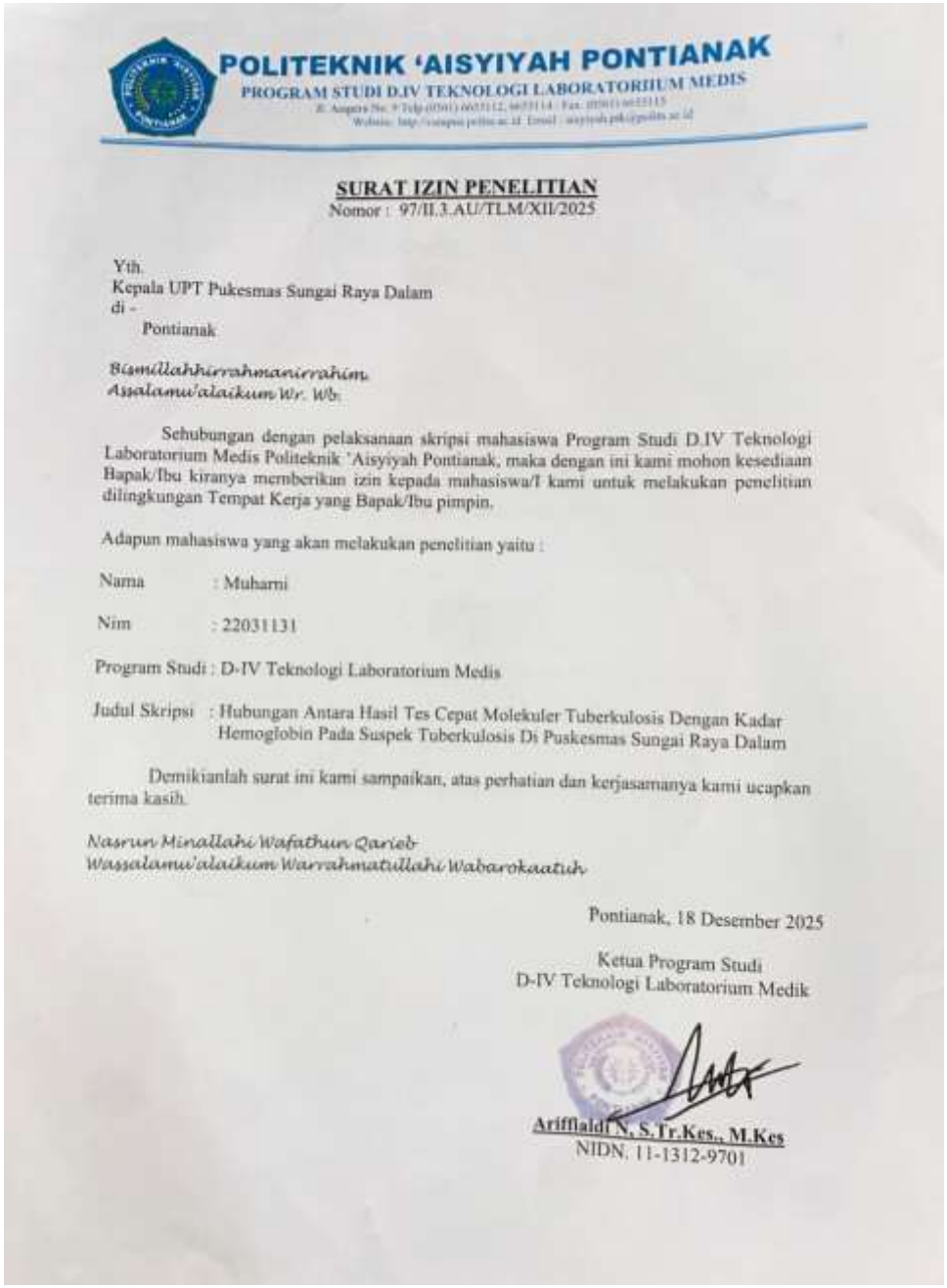
Tahun, B. D. (2022). *PENDAHULUAN Tuberkulosis adalah suatu penyakit menular yang disebabkan oleh kuman Mycobacterium tuberculosis , jumlah seluruh kasus Tuberkulosis di Indonesia . 1*. *9*(2), 69–79. https://doi.org/10.29406/jjum.v9i2.4734

Umar, A., Ismawatie, E., Supriyanta, B., Dewi, Y. R., Yashir, M., & Rahayu, M. (2024).

Zybio, H. A., Utama, K., Ibu, R., & Kunci, K. (2025). *Perbandingan Nilai Hematokrit Metode Mikrohematokrit dan Metode Automatik Hematology Analyzer Zybio Z3 O Teknologi Laboratorium Medis Universitas Muhammadiyah Kudus Jalan Ganesha Raya No . 1 Purwosari Kudus Jawa Tengah Email : dwiasmawati3532@gmail.com Abstrak*. *07*(02), 98–107.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian



POLITEKNIK 'AISYIYAH PONTIANAK
PROGRAM STUDI D.IV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

SURAT IZIN PENELITIAN
Nomor : 97/II.3.AU/TLM/XII/2025

Yth.
Kepala UPT Pukesmas Sungai Raya Dalam
di -
Pontianak

Bismillahhirrahmanirrahim
Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan pelaksanaan skripsi mahasiswa Program Studi D.IV Teknologi Laboratorium Medis Politeknik 'Aisyiyah Pontianak, maka dengan ini kami mohon kesediaan Bapak/Ibu kiranya memberikan izin kepada mahasiswa/I kami untuk melakukan penelitian dilingkungan Tempat Kerja yang Bapak/Ibu pimpin.

Adapun mahasiswa yang akan melakukan penelitian yaitu :

Nama : Muharni

Nim : 22031131

Program Studi : D-IV Teknologi Laboratorium Medis

Judul Skripsi : Hubungan Antara Hasil Tes Cepat Molekuler Tuberkulosis Dengan Kadar Hemoglobin Pada Suspek Tuberkulosis Di Puskesmas Sungai Raya Dalam

Demikianlah surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Nasrun Minallahi Wafathun Qarieb
Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokaatuh

Pontianak, 18 Desember 2025

Ketua Program Studi
D-IV Teknologi Laboratorium Medik

Ariffaldi N, S.Tr.Kes., M.Kes
NIDN. 11-1312-9701

Lampiran 2. Kode Etik

KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN (KEPK)
HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE (HREC)
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES PONTIANAK
Jl. 28 Oktober-Siantan Hulu Pontianak 78241 Kalimantan Barat Phone/Fax +62 561 882032
email: kepkpoltekkes.pontianak@gmail.com

PERSETUJUAN KOMISI ETIK
ETHICS COMMITTEE APPROVAL
No. 032/KEPK-PK.PKP/V/NP/2026

Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) menyatakan bahwa protokol dibawah ini telah memenuhi prinsip etik yang tercantum dalam Deklarasi Helsinki 2008 dan oleh karena itu dapat dilaksanakan.
The Health Research Ethics Committee states that the below protocol meets the ethical principle outlined in the Declaration of Helsinki 2008 and therefore can be carried out.

Judul Protokol Penelitian *Title of the Research Protocol*	:	Hubungan antara hasil tes cepat molekuler tuberkulosis dengan kadar hemoglobin pada suspek tuberkolosis di Puskesmas Sungai Raya Dalam
Dokumen yang Disetujui *Documents Approved*	:	Protokol versi II
Peneliti Utama *Principle Investigator*	:	M u h a r m i
Tanggal disetujui *Date of Approval*	:	18 Mei 2026 (Berlaku satu tahun sejak tanggal disetujui) *(valid for one year beginning from the date of approval)*
Institusi/Tempat Penelitian *Institusion(s) Place(s) of Research*	:	Hubungan antara hasil tes cepat molekuler tuberkulosis dengan kadar hemoglobin pada suspek tuberkolosis di Puskesmas Sungai Raya Dalam

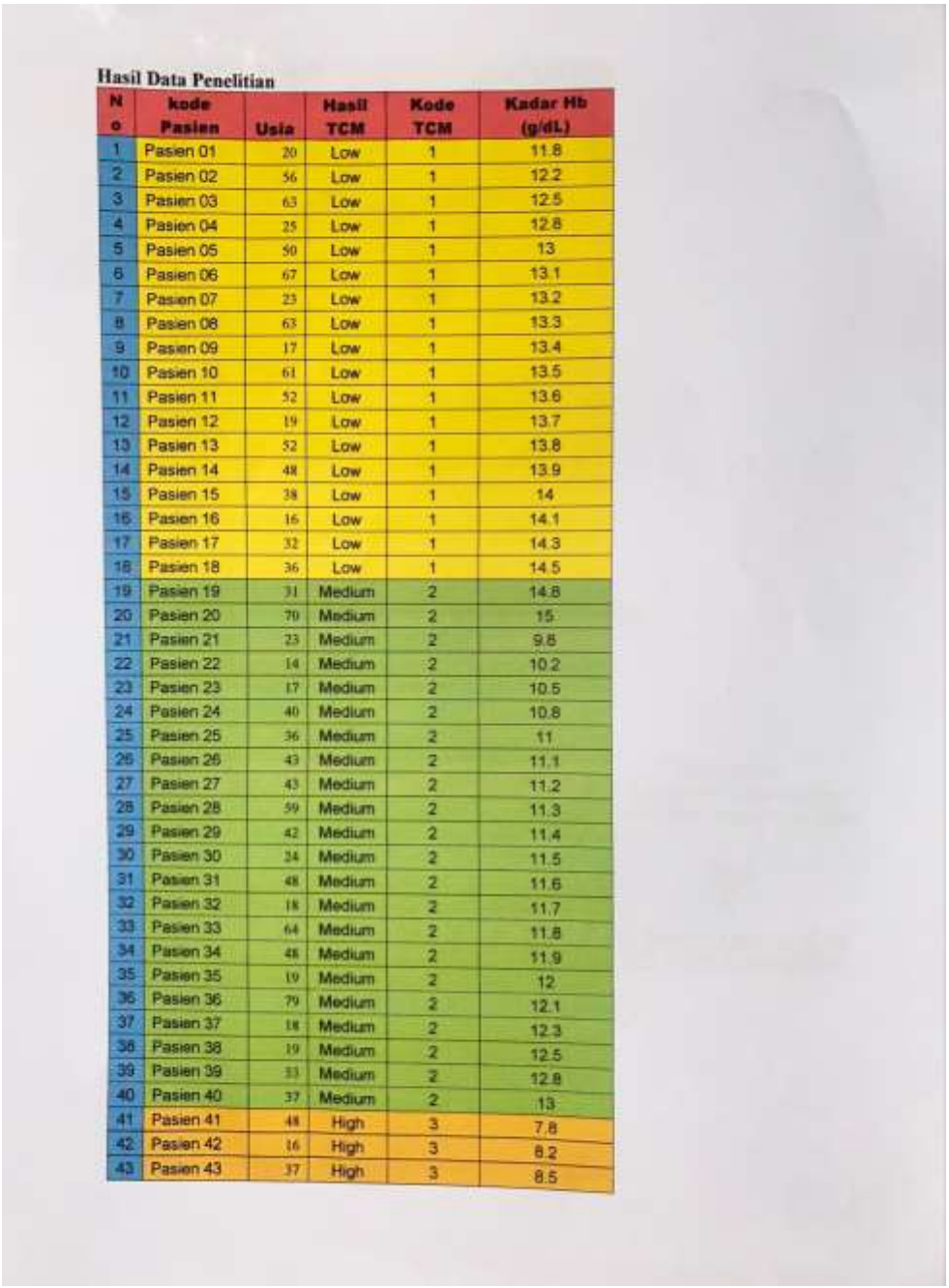
Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) berhak memantau kegiatan penelitian setiap saat.
The Health Research Ethics Committee (HREC) has the right to monitor the research activities at any time.

Peneliti wajib mengumpulkan:
The investigator(s) is are obliged to submit:
- ☐ Laporan kemajuan sebagai kajian lanjut: Tahunan
  Progress report as a continuing review: Anually
- ☐ Laporan kejadian buruk yang serius
  Report of any serious adverse events
- ☐ Laporan akhir setelah penelitian selesai
  final report upon the completion of study

dr. Diah Nurhayati, M.Sc
Ketua/*Chairman*

Ns. Halina Rahayu, M Kep
Sekretaris/*Secretary*

Lampiran 3. Hasil Data Penelitian



Hasil Data Penelitian

No	kode Pasien	Usia	Hasil TCM	Kode TCM	Kadar Hb (g/dL)
1	Pasien 01	20	Low	1	11.8
2	Pasien 02	56	Low	1	12.2
3	Pasien 03	63	Low	1	12.5
4	Pasien 04	25	Low	1	12.8
5	Pasien 05	50	Low	1	13
6	Pasien 06	67	Low	1	13.1
7	Pasien 07	23	Low	1	13.2
8	Pasien 08	63	Low	1	13.3
9	Pasien 09	17	Low	1	13.4
10	Pasien 10	61	Low	1	13.5
11	Pasien 11	52	Low	1	13.6
12	Pasien 12	19	Low	1	13.7
13	Pasien 13	52	Low	1	13.8
14	Pasien 14	48	Low	1	13.9
15	Pasien 15	38	Low	1	14
16	Pasien 16	16	Low	1	14.1
17	Pasien 17	32	Low	1	14.3
18	Pasien 18	36	Low	1	14.5
19	Pasien 19	31	Medium	2	14.8
20	Pasien 20	70	Medium	2	15
21	Pasien 21	23	Medium	2	9.8
22	Pasien 22	14	Medium	2	10.2
23	Pasien 23	17	Medium	2	10.5
24	Pasien 24	40	Medium	2	10.8
25	Pasien 25	36	Medium	2	11
26	Pasien 26	43	Medium	2	11.1
27	Pasien 27	43	Medium	2	11.2
28	Pasien 28	59	Medium	2	11.3
29	Pasien 29	42	Medium	2	11.4
30	Pasien 30	24	Medium	2	11.5
31	Pasien 31	48	Medium	2	11.6
32	Pasien 32	18	Medium	2	11.7
33	Pasien 33	64	Medium	2	11.8
34	Pasien 34	48	Medium	2	11.9
35	Pasien 35	19	Medium	2	12
36	Pasien 36	79	Medium	2	12.1
37	Pasien 37	18	Medium	2	12.3
38	Pasien 38	19	Medium	2	12.5
39	Pasien 39	33	Medium	2	12.8
40	Pasien 40	37	Medium	2	13
41	Pasien 41	48	High	3	7.8
42	Pasien 42	16	High	3	8.2
43	Pasien 43	37	High	3	8.5

44	Pasien 44	55	High	3	8.8
45	Pasien 45	42	High	3	9
46	Pasien 46	18	High	3	9.1
47	Pasien 47	71	High	3	9.2
48	Pasien 48	70	High	3	9.3
49	Pasien 49	47	High	3	9.4
50	Pasien 50	34	High	3	9.5
51	Pasien 51	44	High	3	9.6
52	Pasien 52	77	High	3	9.7
53	Pasien 53	57	High	3	9.8
54	Pasien 54	30	High	3	9.9
55	Pasien 55	59	High	3	10
56	Pasien 56	42	High	3	10.1
57	Pasien 57	60	High	3	10.3
58	Pasien 58	67	High	3	10.5
59	Pasien 59	44	High	3	10.8
60	Pasien 60	58	High	3	11

Keterangan :

Nilai Normal
Hemoglobin laki-laki : 13-17 g/dl
Data hasil pemeriksaan hemoglobin diambil saat melakukan penelitian.

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium
Puskesamas Sungai Raya Dalam

Muhammad Amir, A.md.AK
NIP. 197005011994021003

Lampiran 4. Pernyataan Persetujuan Bersedia Menjadi Responden (*Informed Consent*)

PERNYATAAN PERSETUJUAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama :

Umur :

Jenis Kelamin :

Dengan ini menyatakan **Bersedia/~~Tidak Bersedia~~** menjadi responden sampel penelitian dari :

Nama : MUHARNI

Nim : 22031131

Jurusan : D IV Teknologi Laboratorium medis Politeknik ‘Aisyiyah Pontianak

Setelah mendapat keterangan dan penjelasan secara lengkap maka dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan, saya menyatakan bersedia berpartisipsi sebagai subjek pada penelitian yang berjudul:

”Hubungan Antara Hasil Tes Cepat Molekuler Tuberkulosis Dengan Kadar Hemoglobin Pada Penderita Tuberkulosis Di Puskesmas Sungai Raya Dalam”

Pontianak, …….. 2026

Peneliti Responden

(Muharni) (……)

Saksi

(…….)

Lampiran 5. Kuesioner Penelitian

KUESIONER PENELITIAN

Hubungan Antara Hasil Tes Cepat Molekuler Tuberkulosis Dengan Kadar Hemoglobin Pada Penderita Tuberkulosis Di Puskesmas Sungai Raya Dalam

A. KARAKTERISTIK RESPONDEN

1. Nama Lengkap :
2. Umur : .....Tahun
3. Jenis Kelamin : Laki - laki
4. Nomor Wa :

B. LEMBAR HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM

1. Hasil Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) GeneXpert?

a) Tanggal Pemeriksaan :…….
b) Kategori semikuantitatif : (beri tanda / checkmark pada salah satu)
   ( ) MTB Detected Low
   ( ) MTB Detected Medium
   ( ) MTB Detected High
c) Status Resistensi Rifampisin Sensitive / Not Detected (Sensitif Obat) : **( )**

C. Hasil Pemeriksaan Penunjang Kadar Hemoglobin (Hb) – Hematology Analyzer

1. Kadar Hemoglobin (Hb) : ..... g/dL
2. Kategori Kadar Hb: (beri tanda / checkmark pada salah satu)
   ( ) Normal (> 13,0 g/dL)
   ( ) Anemia (< 13,0 g/dL)

Lampiran 6. Output SPSS

Kelompok_Usia

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	<20 Tahun	11	18.3	18.3	18.3
	20 - 40 Tahun	15	25.0	25.0	43.3
	41 - 60 Tahun	23	38.3	38.3	81.7
	> 60 Tahun	11	18.3	18.3	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

Hasil_TCM

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Low	18	30.0	30.0	30.0
	Medium	22	36.7	36.7	66.7
	High	20	33.3	33.3	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

Hasil_HB

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Abnormal	44	73.3	73.3	73.3
	Normal	16	26.7	26.7	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
VAR00001	.073	60	.200*	.977	60	.304

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hemoglobin	Based on Mean	1.516	2	57	.228
	Based on Median	1.311	2	57	.277
	Based on Median and with adjusted df	1.311	2	40.106	.281
	Based on trimmed mean	1.419	2	57	.250

Hasil_TCM * Hasil_HB Crosstabulation

			Hasil_HB		
			Abnormal	Normal	Total
Hasil_TCM	Low	Count	4	14	18
		Expected Count	13.2	4.8	18.0
		% within Hasil_TCM	22.2%	77.8%	100.0%
	Medium	Count	20	2	22
		Expected Count	16.1	5.9	22.0
		% within Hasil_TCM	90.9%	9.1%	100.0%
	High	Count	20	0	20
		Expected Count	14.7	5.3	20.0
		% within Hasil_TCM	100.0%	0.0%	100.0%
Total		Count	44	16	60
		Expected Count	44.0	16.0	60.0
		% within Hasil_TCM	73.3%	26.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	34.793[a]	2	.000
Likelihood Ratio	37.116	2	.000
Linear-by-Linear Association	27.999	1	.000
N of Valid Cases	60		

a. 1 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,80.

Lampiran 7. Surat Selesai Penelitian

SURAT PERNYATAAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Gresilia Novarianda, S.Tr. TLM
NIP	: 199411262025212074
Jabatan	: Pembimbing Teknis
Unit Kerja	: Puskesmas Sungai Raya Dalam

Menyatakan Bahwa

Nama	: Muharni
NIM	: 22031131
Judul Skripsi	: Hubungan Antara Hasil Tes Cepat Molekuler Tuberkulosis Dengan Kadar Hemoglobin Pada Suspek Tuberkulosis Di Puskesmas Sungai Raya Dalam.
Sampel	: 60 responden
Tanggal Penelitian	: Januari-Maret 2026

Telah melakukan penelitian sebagaimana judul skripsi di atas di Puskesmas Sungai Raya Dalam

Demikian Pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya

Pontianak, 15 April 2026

Gresilia Novarianda, S.Tr. TLM
NIP : 199411262025212074

Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian



Gambar 2. Alat *Hematology Analyzer*



Gambar 3. Pencatatan pasien TB hasil TCM positif



Gambar4. Mengajukan dan menjelaskan I*nformed Consent* dan kuisioner kepada responden



Gambar 5. Pengambilan Sampel Darah



Gambar 6. Laboratorium Puskesmas dan Sampel Darah



Gambar 7. Mengajukan dan menjelaskan I*nformed Consent* dan kuisioner kepada responden



Gambar 8. Pengambilan Sampel Darah



Gambar 9. Pemeriksaan Hemoglobin pada alat *Hematology Analyzer*