

SKRIPSI AN HASAN 015

by Turnitin 14

Submission date: 19-Jun-2025 09:33AM (UTC-0400)

Submission ID: 2699503121

File name: SKRIPSI_AN_HASAN_015.pdf (3.61M)

Word count: 20186

Character count: 127436

SKRIPSI

**STUDI KONTROL GLIKEMIK DENGAN STATUS KONVERSI SPUTUM
PADA PENDERITA TUBERKULOSIS DENGAN
KOMORBID DIABETES MELLITUS**



HASAN

²³
**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
2025**

SKRIPSI

**STUDI KONTROL GLIKEMIK DENGAN STATUS KONVERSI SPUTUM
PADA PENDERITA TUBERKULOSIS DENGAN
KOMORBID DIABETES MELLITUS**

1 **HASAN**
PO.71.4.203.23.2.015

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
2025**

**STUDI KONTROL GLIKEMIK DENGAN STATUS KONVERSI SPUTUM
PADA PENDERITA TUBERKULOSIS DENGAN
KOMORBID DIABETES MELLITUS**

SKIRSI

Untuk Memperoleh Gelar Teknologi Laboratorium Medis
Sarjana Terapan Kesehatan (S.Tr.Kes)
Dalam Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis
Pada Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Poltekkes Kemenkes Makassar

Oleh

HASAN
PO.71.4.203.23.2.015

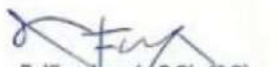
**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI INI TELAH DIUJI DAN DINILAI OLEH PENGUJI DIJURUSAN
TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS PROGRAM STUDI SARJANA
TERAPA POLTEKKES KEMENKES MAKASSAR
PADA HARI RABU, 7 MEI 2025

Pembimbing I

Pembimbing II


Zulfian Armah, S.Si., M.Si
NIP. 19870601 2015031004


Nurdin, S.Si., M.Kes
NIP. 197808221998031002

Penguji

Mursalin, S.Pd., M.Kes
NIP. 196809161988031001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Kemenkes Makassar


Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 19641231 198603 1 032

LEMBAR PERSETUJUAN

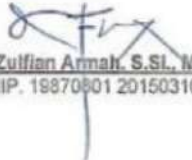
Persetujuan Ujian Skripsi dengan Judul :

**IDENTIFIKASI HEPATITIS B PADA PASIEN REHABILITASI
PENGUNA NARKOBA DITINJAU DARI ASPEK USIA,
JENIS KELAMIN DAN LAMA PENGGUNAAN**

Telah Disetujui untuk Diseminarkan/Diujikan oleh Tim Penguji pada Hari
Rabu, 30 April 2025

Pembimbing I

Pembimbing II


Zulfian Armah, S.Si, M.Si
NIP. 19870801 2015031004


Nurdin, S.Si, M.Kes
NIP. 197806221998031002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Kemenkes Makassar


Rahman, S.Si, M.Si
NIP. 19641231 198603 1 032

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tanan dibawah ini:

Nama : Hasan

NIM : PO.71.4.208.23.2015

³⁴ Jurusan : Teknologi Laboratorium Medis

Program Studi : Sarjana Terapan

⁴⁷ Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis benar – benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan atau pemikiran orang lain ³³ dan semua sumber baik yang diikuti maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

⁹ Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian maupun seluruh skripsi ini merupakan hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar, 14 Mei 2025

Yang Membuat Pernyataan,



Hasan

KATA PENGANTAR

Sebuah eksistensi kesempurnaan manusia untuk menghaturkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT sang pemilik kekuatan dan kekuasaan atas segala Rahmat Hidayah serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul "Studi Kontrol Glikemik Dengan Status Konversi Sputum Pada Penderita Tuberkulosis Dengan Komorbid Diabetes Mellitus" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar. Sallawat serta salam semoga senantiasa selalu tercurahkan kepada Nabiullah Muhammad SAW serta keluarga dan para sahabat.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis menyadari bahwa begitu banyak tantangan, hambatan dan kesulitan yang dihadapi baik keterbatasan literatur, materi maupun dari keterbatasan kemampuan berfikir. Oleh karena itu dengan selesainya tugas akhir ini, maka pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati menyampaikan rasa hormat, terima kasih serta kasih sayang yang tak terhingga kepada orang tua tercinta yaitu Ayahanda Arajak Arrahman A.R dan Ibunda Jahora A.R serta istri tercinta Rosmini dan anak tercinta, Moch. Dharir MH dan Shaum Dhafiah MH yang telah memberikan dukungan, semangat, serta kekuatan untuk menyelesaikan Skripsi ini dan terima kasih kepada ayahanda dan ibunda yang telah melahirkan dan

membesarkan dengan penuh kasih sayang, semoga mereka diberi rezeki, kekuatan, dan kesehatan yang berlimpah dari Allah SWT, Amin.

⁵ Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Hj. Syahida Djasang, SKM., M.MKes ¹³² selaku dosen penasehat akademik sekaligus dosen pembimbing I dan Ibu Maulia Hardian Hayati, S.Tr.Kes., M.Imun sebagai ⁹ dosen pembimbing II, yang telah dengan penuh kesabaran, ketelitian, dan dedikasi telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini. ⁵¹ Penulis juga mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada Ibu Hasnawati, S.Si., M.Kes ⁷⁸ selaku penguji, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pemikirannya dalam memberikan kritik serta saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. ⁸¹ Semoga ilmu dan dedikasi yang telah diberikan menjadi amal jariyah dan mendapatkan balasan yang berlimpah dari Allah SWT.

Dalam penulisan Skripsi ini, tentunya banyak rintangan dan halangan yang menghadang namun penulis dapat menghadapi dan menyelesaikan semuanya dengan penuh kesabaran dan keikhlasan. ⁹⁸ Oleh sebab itu, ucapan terima kasih yang tak terhingga penulis ucapkan kepada:

1. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dan Pemerintah Kabupaten Kepulauan Selayar ⁶¹ yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan Tugas Belajar selama empat

- semester³⁴ pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi
Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar
2. Bapak Dr. Drs. Rusli, Sp.FRS., Apt sebagai Direktur²⁷ Poltekkes
Kemenkes Makassar
 3. Bapak Rahman, S.Si., M.Si., sebagai Ketua Jurusan Teknologi
Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar
 4. Ibu Hj. Syahida Djasang, SKM., M.MKes selaku Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes
Makassar
 5. Segenap Dosen dan Staff¹ Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Poltekkes Kemenkes Makassar yang telah memberikan ilmu dan
pengalaman berharga selama masa perkuliahan
 6. Kepada Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Kepulauan Selayar⁹⁹
yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian sehingga
Skripsi ini dapat terselesaikan
 7. Kepala dan staff UPTD Puskesmas Bontosikuyu, Bontosunggu,
Benteng, Barugaia, Bontomatene dan Pasilambena Kabupaten
Kepulauan Selayar serta seluruh penderita TBC komorbid DM yang
telah³⁰ bersedia menjadi responden dalam penelitian ini
 8. Keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan doa, dukungan dan
motivasi tanpa henti dalam setiap langkah yang penulis tempuh.
Semoga mereka senantiasa diberikan kesehatan dan lindungan Allah
SWT

9. Buat teman – teman seperjuangan Ajeng 2023, terima kasih atas dukungan, semangat, dan kebersamaan ¹³⁶ selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Semoga hubungan yang telah terjalin ini tetap erat dan menjadi bagian dari perjalanan hidup yang penuh makna.

¹¹⁴ Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan ¹ karena keterbatasan dan kekurangan yang dimiliki. Maka dari itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi pada masa yang akan datang dan ¹ semoga Allah SWT senantiasa memberikan nikmat, rahmat, dan pertolongannya di dunia dan di akhirat, serta meridhoi segala aktivitas yang kita lakukan. Aamiin

Makassar, 14 Mei 2025

Penulis



Hasan

ABSTRAK

HASAN : Studi Kontrol Glikemik Dengan Status Konversi Sputum Pada Penderita Tuberkulosis Dengan Komorbid Diabetes Mellitus (Dibimbing Oleh **Syahida Djasang** dan **Maulia Hardian Hayati**)

Tuberkulosis (TBC) dengan komorbid Diabetes Mellitus (DM) menjadi tantangan dalam pengobatan karena DM dapat memengaruhi sistem imun tubuh dan memperlambat proses penyembuhan. Salah satu indikator keberhasilan terapi TBC adalah konversi sputum, yang diketahui dapat dipengaruhi oleh kontrol glikemik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kontrol glikemik dengan status konversi sputum pada penderita TBC komorbid DM. Penelitian ini merupakan studi deskriptif analitik dengan pendekatan *cross-sectional*. Sampel penelitian berjumlah 15 penderita TBC komorbid DM yang memenuhi kriteria inklusi. Data dikumpulkan melalui pemeriksaan sputum dan kadar glukosa darah puasa pada penderita yang menjalani pengobatan di wilayah kerja UPTD Puskesmas Bontosikuyu, Bontosunggu, Benteng, Barugaia, dan Bontolene, Kabupaten Kepulauan Selayar, pada tanggal 10–27 Maret 2025. Hasil analisis menggunakan uji *Fisher's Exact* menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara kontrol glikemik dan status konversi sputum ($p=0,029$; $OR=3,0$; $rho=0,784$). Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kontrol glikemik yang buruk beresiko 3 kali memperlambat proses konversi sputum pada penderita TBC komorbid DM. Oleh karena itu, penderita TBC komorbid DM disarankan untuk menjaga kontrol glukosa darah, menjalani terapi DM dan TBC secara teratur, serta menerapkan pola hidup sehat guna meningkatkan peluang kesembuhan yang lebih cepat.

Kata Kunci : Diabetes Mellitus, Kontrol Glikemik, Konversi Sputum, Tuberkulosis

Daftar Pustaka : 2019 - 2025

ABSTRACT

HASAN: Study of Glycemic Control with Sputum Conversion Status in Tuberculosis Patients with Comorbid Diabetes Mellitus (Supervised by Syahida Djasang and Maulia Hardian Hayati)

Tuberculosis (TB) with comorbid Diabetes Mellitus (DM) is a challenge to treat as DM can affect the body's immune system and slow down the healing process. One of the indicators of successful TB therapy is sputum conversion, which is known to be influenced by glycemic control. This study aims to analyze the relationship between glycemic control and sputum conversion status in patients with TB comorbid with DM. This research is an analytic descriptive study with a cross-sectional approach. The study sample amounted to 15 patients with TB comorbid DM who met the inclusion criteria. Data were collected through sputum examination and fasting blood glucose levels in patients undergoing treatment at the Bontosikuyu, Bontosunggu, Benteng, Barugaia, and Bontomatene Community Health Centers, Selayar Islands Regency, on March 10-27, 2025. The results of the analysis using Fisher's Exact test showed a significant relationship between glycemic control and sputum conversion status ($p=0.029$; $OR=3.0$; $rho=0.784$). The conclusion of this study shows that poor glycemic control has a 3 times risk of slowing the sputum conversion process in patients with TB comorbid DM. Therefore, patients with DM comorbid TB are advised to maintain blood glucose control, undergo regular DM and TB therapy, and adopt a healthy lifestyle to increase the chances of a faster recovery.

Keywords : Diabetes Mellitus, Glycemic Control, Sputum Conversion, Tuberculosis

Bibliography: 2019 – 2025

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DALAM	i
LEMBAR PERSYARATAN GELAR	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Tinjauan Umum Tentang Tuberkulosis	10
1. Defenisi	10
2. Epidemiologi	11
3. Klasifikasi	12
4. Tanda dan Gejala	14
5. Patogenesis	15
6. Diagnosis	19
7. Pengobatan	21
8. Pemantauan Respon Pengobatan	22

B. Tinjauan Umum Tentang Diabetes Mellitus.....	25
1. Defenisi	25
2. Epidemiologi.....	26
3. Klasifikasi	27
4. Patofisiologi.....	31
5. Kriteria diagnostik Diabetes Mellitus.....	32
6. Parameter pengendalian Diabetes Mellitus.....	34
C. Tinjauan Umum Diabetes Mellitus Dengan Tuberkulosis.....	35
1. Hiperglikemia Melemahkan Fungsi Imunitas.....	38
2. Hubungan antara TBC dengan DM	43
3. Pengobatan Pasien TBC Komorbid DM	46
D. Tinjauan Umum Tentang Konversi Sputum.....	49
1. Defenisi	49
2. Kriteria dan Dampak Konversi Sputum yang Tertunda	49
3. Pengumpulan Spesimen	52
4. Prosedur Pemeriksaan Mikroskopis TBC.....	55
E. Kerangka Pikir.....	60
F. Hipotesis	64
BAB III METODE PENELITIAN.....	65
A. Jenis Penelitian	65
B. Populasi Dan Sampel Penelitian	65
C. Tempat Pengambilan Sampel, Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian	66
D. Defenisi Operasional.....	67
E. Variabel Penelitian	67
F. Prosedur Penelitian.....	68
G. Teknik Pengumpulan Data	75
H. Pengolahan dan Penyajian Data	75
I. Analisa Data.....	76
J. Kerangka Operasional.....	77

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	78
A. Hasil	78
B. Pembahasan	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	96
A. Kesimpulan	96
B. Saran	97
DAFTAR PUSTAKA.....	99
LAMPIRAN	104

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Tiga Mode Interaksi Basil Tuberkel Dengan Makrofag...	124 19
Gambar 2.2. Alur Diagnosis TBC.....	20
Gambar 2.3. Respon imun Seluler dan Humoral ILTB.....	43
129 Gambar 2.4. Kerangka Pikir.....	63
Gambar 3.1. Kerangka Operasional	77

	Halaman
Tabel 2.1. Dosis Panduan OAT KDT TBC-SO = 2RHZE/4RH.....	22
Tabel 2.2. Kriteria diagnostik Diabetes Mellitus	34
Tabel 2.3. Nilai Pemeriksaan Diagnosis DM.....	34
Tabel 2.4. Arah Pengelolaan Diabetes Mellitus	34
Tabel 2.5. Pengertian Hasil Pengobatan	52
Tabel 2.6. Pembacaan Hasil Pemeriksaan BTA.....	60
Tabel 4.1. Distribusi Jenis Kelamin dan Rata - Rata Umur.....	79
Tabel 4.2. Distribusi Urutan Kejadian Penyakit.....	80
Tabel 4.3. Rata - Rata Kadar Glukosa Darah Puasa	81
Tabel 4.4. Distribusi Kategori Kontrol Glikemik.....	81
Tabel 4.5 Rerata Waktu Konversi Sputum	82
Tabel 4.6. Hubungan Kontrol Glikemik dengan Status Konversi Sputum	83

DAFTAR SINGKATAN

ADA	: <i>American Diabetes Association</i>
BTA	: Basil Tahan Asam
DM	: Diabetes Mellitus
GDP	: Glukosa Darah Puasa
IDF	: <i>International Diabetes Association</i>
ILTB	: Infeksi Laten Tuberkulosis
IUATLD	: <i>International Union Against Tuberculosis and Lung Diseases</i>
KDT	: <i>Kombinasi Dosis Tetap</i>
MDR	: <i>Multi Drug Resistant</i>
MTB	: <i>Mycobacterium tuberculosis</i>
OAT	: Obat Anti-Tuberkulosis
OAD	: Obat Anti-Diabetes Mellitus
PERKENI	: Perkumpulan Endokrinologi Indonesia
PDPI	: Perhimpunan Dokter Paru Indonesia
PMO	: Pengawas Menelan Obat
RO	: Resistensi Obat
SITB	: Sistem Informasi Tuberkulosis
SO	: Sensitif Obat
SPSS	: <i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TBC	: Tuberkulosis
WHO	: <i>World Health Organization</i>
ZN	: <i>Ziehl Neelsen</i>

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Rekomendasi Persetujuan Etik	105
Lampiran 2 Surat Permohonan Izin Penelitian	106
Lampiran 3 Surat Keterangan Penelitian	107
Lampiran 4 Surat Rekomendasi Penelitian	108
Lampiran 5 <i>Informed Consent</i>	109
Lampiran 6 Kuisisioner Penelitian	110
Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian	111
Lampiran 8 Surat Keterangan Selesai Penelitian	115
Lampiran 9 Hasil Penelitian	116
Lampiran 10 Data Hasil SPSS	117
Lampiran 11 Biodata Penulis	121
Lampiran 12 Master Data Penelitian	123

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tuberkulosis (TBC) merupakan penyakit infeksi menular purba yang disebabkan bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, hingga kini tetap menjadi ancaman utama kesehatan masyarakat di dunia. Menurut laporan dari *Global Tuberculosis Report 2024*, orang yang terkena TBC sebanyak 10,8 juta pada tahun 2023, sedikit meningkat dibanding pada tahun 2022 sebanyak 10,7 juta penderita, walaupun angka ini jauh lebih rendah dari tahun 2021 sebanyak 10,4 juta dan 10,1 juta di tahun 2020. Di tahun 2023, laki – laki dewasa menderita TBC sebanyak 6,0 juta (55%) dan wanita dewasa sebanyak 3,6 juta kasus (33%) serta 1,3 juta kasus (12%) adalah anak – anak dan remaja muda dengan jumlah kematian sebanyak 1,25 juta kasus (World Health Organization, 2024).

Indonesia menyumbang 10,1% dari kasus TBC dunia sehingga menduduki peringkat kedua dari daftar lima Negara teratas dengan kasus TBC terbanyak paska India (25,8%) yaitu perkiraan kejadian sebesar 1.090.000 kasus atau setara dengan 387 kasus di tiap 100.000 penduduk, dan rasio kematian tercatat 44 kasus di antara setiap 100.000 penduduk, dengan total kematian sebanyak 125.000 jiwa atau 15 orang meninggal setiap jamnya. Notifikasi kasus TBC baru dan kambuh (*new and relapse cases*) di Indonesia sebanyak 804.800

kasus yang terbesar pada laki – laki dewasa sebanyak 49%, wanita dewasa sebanyak 34% dan anak anak (0-14 tahun) sebanyak 17% (World Health Organization, 2024).

Berdasarkan laporan Sistem Informasi Tuberkulosis (*SITB*) Kementerian Kesehatan per 10 Januari 2025, penemuan TBC di Indonesia sebanyak 860.100 kasus atau 95,6% dan yang diobati baru 751.574 kasus atau 89%, masih terdapat 6,6 % kasus TBC belum diobati dengan tingkat keberhasilan pengobatan 83%, kasus TBC SO yang diobati tertinggi adalah Provinsi Jawa Barat sebesar 220.277 kasus atau (88%) dan terendah adalah Provinsi Papua Pegunungan sebesar 1.442 kasus (75%). Sedangkan Sulawesi Selatan ⁶⁷ menempati urutan ke-7 dari 38 Provinsi dengan jumlah notifikasi kasus 45.556 (65%) dan kasus TBC SO yang diobati (*treatment enrollment*) sebanyak 28.953 kasus dengan angka keberhasilan pengobatan (*treatment success rate*) 83% dari target tahun 2024 sebanyak 90%. Sementara itu, estimasi kasus tahun 2024 di Kepulauan Selayar sebanyak 765 kasus, dengan notifikasi 496 kasus serta angka keberhasilan pengobatan sebesar 95,45% (SITB Kemenkes RI, 2024).

Kesepakatan dunia untuk mengakhiri TBC tertuang dalam *End TBC Strategy*. Indonesia pada tahun 2025 menargetkan terjadi penurunan kejadian TBC sebanyak 50% atau 163 kasus di tiap 100.000 penduduk dan tahun 2030 sebesar 80% atau 65 kasus ditiap 100.000 penduduk serta angka kematian menjadi 6 kasus ditiap

100.000 penduduk dengan indikator penemuan TBC yang diobati $\geq 90\%$, pemberian terapi pencegahan TBC (TPT) $\geq 80\%$ dan keberhasilan pengobatan TBC (*Treatment Success Rate* $\geq 90\%$) sehingga Indonesia dapat mencapai eliminasi TBC (144 *1 penderita per 1 juta penduduk*) di tahun 2035 serta Indonesia bebas TBC pada tahun 2050 (Kemenkes RI, 2023).

Program penanggulangan TBC Nasional di Indonesia diperhadapkan dengan berbagai tantangan, salah satunya peningkatan jumlah penderita Diabetes Mellitus (DM). Menurut laporan Atlas Federasi Diabetes Internasional, jumlah penderita diabetes tahun 2022 pada populasi 20 – 79 tahun adalah 537.6 juta, sebanyak 1,2 juta jumlah anak dan remaja terkena DM tipe 1 (0-19 tahun) dengan jumlah kasus setiap tahunnya 184,100 dan kematian akibat diabetes sebesar 6,7 juta (69 *International Diabetes Federation, 2022*). Indonesia termasuk negara dengan kasus Diabetes Mellitus terbesar ke-5 di dunia, dengan 1 (19,5 juta penderita, dan jumlah ini diperkirakan akan bertambah hingga 28,6 juta pada tahun 2045 (SITB Kemenkes RI, 2024).

Berdasarkan evaluasi hasil kegiatan skrining TBC pada penderita DM di Indonesia, terdapat 114.630 penderita DM yang melakukan skrining TBC, hanya sekitar 20.634 (18%) penderita DM menjadi suspek TBC, dan jumlah penderita DM yang terdiagnosis TBC sebanyak 2.831 (2,47%). Sulawesi Selatan memiliki jumlah penyandang DM yang melakukan skrining TBC sebanyak 4.493,

khusus kota Makassar dilakukan skrining TBC pada penderita DM sebanyak 2.158, ditemukan 299 (13,86%) penderita DM yang suspek TBC serta penderita DM yang terdiagnosis TBC sebanyak 67 (3,11%) kasus. Sedangkan Kabupaten Pangkep, terdapat 1.062 penderita DM yang diskriming TBC dan jumlah penderita DM yang suspek TBC sebanyak 141 (13,28%) serta 25 (2,35%) penderita DM yang terdiagnosis TBC (SITB Kemenkes RI, 2024).

¹¹ Diabetes Mellitus (DM) adalah kelainan metabolik yang dicirikan oleh hiperglikemia akibat gangguan produksi atau aktivitas insulin. Hiperglikemia yang berkepanjangan pada penderita DM ¹³⁰ dapat melemahkan respons imun tubuh, sehingga meningkatkan risiko infeksi oleh mikroorganisme patogen, termasuk *Mycobacterium tuberculosis* (Kemenkes RI, 2015). Menurut Nuryani (2022), bahwa kondisi hiperglikemia dapat menyebabkan disfungsi pada sistem imun bawaan (*innate immunity*) dan adaptif. Kelainan ini mencakup gangguan ²⁸ proliferasi sel T dan makrofag, serta melemahnya fungsi sel Natural Killer (NK) dan sel B, yang mencerminkan disrupsi pada sistem imun bawaan dan adaptif.

Komorbiditas DM dan TBC ditandai oleh penurunan respons sitokin aktivator makrofag yaitu interferon tipe-II (IFN- γ) dan peningkatan respons sitokin Th17. Kombinasi ini menyebabkan gangguan pada sistem imun, yang menurunkan kemampuan tubuh untuk melawan infeksi TBC. Penurunan IFN- γ melemahkan peran sel T

dalam memerangi *Mycobacterium tuberculosis*, sementara peningkatan Th17 dapat meningkatkan inflamasi, yang pada gilirannya memperlambat proses penyembuhan (Shweta *et al.*, 2024).

Sebuah studi terbaru melaporkan bahwa individu dengan Infeksi Laten Tuberkulosis (ILTB) yang juga memiliki DM menunjukkan penurunan frekuensi sel T $\gamma\delta$ spesifik antigen TBC yang mengekspresikan sitokin Tipe 1 (IFN- γ , TNF- α) dan Tipe 17 (IL-17F, IL-22). Beberapa penelitian lain yang dipublikasikan telah mengklasifikasikan profil subset sel T dan B, bahwa pasien infeksi laten tuberkulosis dengan DM menunjukkan frekuensi sel T memori efektor CD4+ yang berkurang secara signifikan dibandingkan dengan pasien ILTB tanpa Diabetes Mellitus. Selain itu, pasien ILTB dengan DM menunjukkan frekuensi sel B memori aktif yang meningkat secara signifikan dan frekuensi sel B naif (belum teraktivasi/IgM & IgD) yang lebih rendah dibandingkan dengan ILTB, yang menunjukkan bahwa TBC komorbid DM sangat memodulasi sel-sel sistem imun adaptif. Dengan demikian, DM pada ILTB tampaknya terkait dengan gangguan besar pada aktivasi dan fungsi sel T (Kumar *et al.*, 2023).

Selain itu, mereka juga mengalami penurunan ekspresi penanda sitotoksik (perforin, granzyme B, granulysin) serta penanda aktivasi imun (CD69 dan PDL-1) dibandingkan dengan kelompok ILTB tanpa DM. Temuan ini menunjukkan bahwa kompartemen sel imun bawaan,

termasuk sel T $\gamma\delta$, sel NK, dan sel iNKT, mengalami gangguan dalam merespons antigen *Mycobacterium tuberculosis* pada individu dengan DM (Kumar *et al.*, 2023). Di samping itu, dalam aktivitas fagositosis, makrofag menjalankan reaksi oksidatif yang memanfaatkan glukosa untuk membentuk *Reactive Oxygen Intermediates* (ROI). Ketika produksi ROI berlebih, dapat terjadi *oxidative burst*, yang dapat mengganggu proses fagositosis dan menyebabkan kerusakan sel maupun jaringan sekitar (Dewi, 2019).

Paparan *Mycobacterium tuberculosis* yang terus menerus, ditambah dengan kondisi hiperglikemia, mempercepat pembentukan granuloma, yang pada gilirannya dapat meningkatkan risiko kerusakan jaringan paru dan pembentukan kavitas. Fenomena ini umum ditemukan pada penderita DM dengan kontrol glukosa darah yang buruk. Hiperglikemia juga berdampak pada perubahan ekspresi dan sensitivitas *Toll-Like-reseptor* (TLR) terhadap MTB, yang akhirnya membuat makrofag kurang efektif dalam melakukan fagositosis (Dewi, 2019).

Pendekatan dalam pengobatan tuberkulosis (TBC) paru dengan komorbid Diabetes Mellitus (DM) berlandaskan prinsip yang mempertimbangkan interaksi antara kedua penyakit tersebut, sepanjang kadar glukosa darah tetap stabil. Pengobatan menggunakan obat antituberkulosis (OAT) terdiri dari dua tahap, yaitu tahap *intensif*, diikuti oleh tahap *lanjutan*. Dalam pengobatan TBC paru

komorbid DM, penting untuk memperhatikan pengendalian kadar gula darah serta kemungkinan efek samping dari OAT (Kemenkes RI, 2020).

Sehubungan dengan tingginya prevalensi TBC dan DM di Indonesia, dan masih ditemukan kegagalan pengobatan TBC pada pasien TBC dengan DM yang dapat dilihat dari kegagalan konversi BTA Mikroskopis pada fase intensif, maka penulis tertarik mengkaji apakah ada keterkaitan antara kontrol glikemik terhadap status konversi sputum pada pasien tuberkulosis dengan komorbid Diabetes Mellitus

90

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana distribusi frekuensi kontrol glikemik baik dan kontrol glikemik buruk pada penderita tuberkulosis komorbid Diabetes Mellitus?
2. Berapakah rerata waktu konversi sputum pada kontrol glikemik baik dan kontrol glikemik buruk?
3. Apakah kadar glikemik yang buruk berkorelasi dengan keterlambatan konversi sputum pada penderita TBC komorbid DM?

80 C. Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan permasalahan di atas, tujuan penelitian ini dapat dirinci sebagai berikut:

1. Tujuan Umum

Mengidentifikasi keterkaitan antara kontrol glikemik terhadap status konversi sputum pada penderita TBC komorbid DM

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengukur distribusi frekuensi kontrol glikemik baik dan kontrol glikemik buruk pada penderita TBC komorbid DM
- b. Untuk mengukur rerata waktu konversi sputum pada kontrol glikemik baik dan kontrol glikemik yang buruk pada penderita TBC komorbid DM
- c. Untuk menganalisis hubungan antara kontrol glikemik dengan status konversi sputum pada penderita TBC komorbid DM

D. Manfaat Penelitian

Dengan tercapainya tujuan penelitian ini maka diharapkan mendapatkan manfaat, yaitu:

1. Bagi Masyarakat

Membangun kesadaran masyarakat akan perlunya pemeriksaan dini serta pengelolaan DM secara tepat sehingga dapat mencegah komplikasi pada infeksi seperti TBC serta mengurangi beban sosial dan ekonomi akibat pengobatan yang berkepanjangan karena konversi sputum yang lambat

2. Bagi Institusi

Sebagai sumbangsih bagi akademik dalam melakukan pembelajaran, khusus tentang hubungan kadar glukosa darah terhadap konversi sputum BTA pada penderita TBC komorbid DM

3. Bagi Pihak Pemerintahan atau instansi terkait

Menjadi dasar pengembangan kebijakan integrasi pengelolaan TBC dan DM di fasilitas layanan kesehatan dan meningkatkan keberhasilan program pengendalian Nasional TBC dengan mempertimbangkan komorbiditas seperti Diabetes Mellitus

4. Bagi Peneliti

Memberikan kontribusi pada bidang medis terkait hubungan antara kontrol glikemik dan efektivitas terapi tuberkulosis dan menambah data literatur tentang pengelolaan pasien dengan komorbid TBC-DM

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tuberkulosis

1. Pengertian Tuberkulosis

Tuberkulosis (TBC) merupakan penyakit infeksi menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, dengan morfologi berbentuk batang lurus atau agak melengkung, serta tidak memiliki spora maupun kapsul. Ukuran bakteri ini berkisar 0,3–0,6 μm lebar dan 1–4 μm panjang. Struktur pelindung sel *M. tuberculosis* memiliki komposisi yang rumit dengan kandungan lipid mencapai 60% yang terdiri atas lilin kompleks, asam mikolat, trehalosa dimikolat (*cord faktor*), dan sulfolipid mikobakterial, yang semuanya berkontribusi pada virulensinya. Selain itu, pelindung sel *M. tuberculosis* mengandung polisakarida, antara lain arabinogalaktan dan arabinomanan. Kerumitan struktur dinding ini menjadikan bakteri tersebut resisten terhadap asam, sehingga mampu mempertahankan warna meskipun diberi larutan asam-alkohol. Disebabkan oleh ciri khas tersebut, bakteri yang tergolong dalam genus *Mycobacterium* dikenal sebagai Basil Tahan Asam (BTA) atau *acid-fast bacilli* (AFB) (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2021).

2. Epidemiologi

Tuberkulosis (TBC) adalah penyakit infeksi menular yang telah berlangsung sejak peradaban manusia awal dan hingga kini tetap menjadi tantangan besar bagi kesehatan masyarakat di tingkat global. Pada tahun 1993, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menetapkan TBC sebagai darurat global/*global emergency* (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2021).

Berdasarkan Global Tuberculosis Report 2024, orang yang terkena TBC sebanyak 10,8 juta pada tahun 2023, sedikit meningkat dibanding pada tahun 2022 sebanyak 10,7 juta penderita, walaupun angka ini jauh lebih rendah dari tahun 2021 sebanyak 10,4 juta dan 10,1 juta di tahun 2020. Di tahun 2023, laki – laki dewasa menderita TBC sebanyak 6,0 juta (55%) dan wanita dewasa sebanyak 3,6 juta kasus (33%) serta 1,3 juta kasus (12%) adalah anak – anak dan remaja muda dengan jumlah kematian sebanyak 1,25 juta kasus. Secara geografis, sebagian besar orang yang terkena ²⁴ TBC pada tahun 2023 terjadi di kawasan Asia Tenggara (45%), Afrika (24%) dan Pasifik Barat (17%), ¹⁶⁵ Mediterania Timur (8,6%), Amerika (3,2%) dan Eropa (2,1%). Kasus tuberkulosis terbanyak di dunia berasal dari lima Negara, yaitu : India menyumbang 25,8% dari total kasus TBC global, Indonesia berkontribusi sekitar 10,1% dari total kasus TBC dunia, China mencakup sekitar 6,8% dari total kasus TBC global,

Philippines menyumbang sekitar 7,0%, dan Pakistan berkontribusi sekitar 5,7% dari total kasus TBC global (World Health Organization, 2024).

Berdasarkan laporan Sistem Informasi Tuberkulosis (SITB) Kementerian Kesehatan per 10 Januari 2025, penemuan TBC di Indonesia sebanyak 860.100 kasus atau 95,6% dan yang diobati baru 751.574 kasus atau 89%, masih terdapat 6,6 % kasus TBC belum diobati dengan tingkat keberhasilan pengobatan 83%, kasus TBC SO yang diobati tertinggi adalah Provinsi Jawa Barat sebesar 220.277 kasus atau (88%) dan terendah adalah Provinsi Papua Pegunungan sebesar 1.442 kasus (75%). Sedangkan Sulawesi Selatan menempati urutan ke-7 dari 38 Provinsi dengan jumlah notifikasi kasus 45.556 (65%) dan kasus TBC SO yang diobati (*treatment enrollment*) sebanyak 28.953 kasus dengan angka keberhasilan pengobatan (*treatment success rate*) 83% dari target tahun 2024 sebanyak 90%. Sementara itu, estimasi kasus tahun 2024 di Kepulauan Selayar sebanyak 765 kasus, dengan notifikasi 496 kasus serta angka keberhasilan pengobatan sebesar 95,45% (SITB Kemenkes RI, 2024).

3. Klasifikasi

Terduga TBC adalah individu yang menunjukkan gejala atau tanda-tanda tuberkulosis (TBC) yang berlangsung selama 2 minggu atau lebih, sementara Kasus TBC defenitif adalah pasien yang

didiagnosis memiliki kompleks *Mycobacterium tuberculosis* yang teridentifikasi melalui spesimen klinis, seperti jaringan, cairan tubuh atau usap tenggorokan serta hasil kultur (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2021).

Kasus TBC dapat dibedakan menjadi dua klasifikasi pokok, meliputi:

a. Kasus TBC terdiagnosis bakteriologis

Dikategorikan sebagai penderita TBC dengan hasil konfirmasi adanya infeksi *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) melalui tes bakteriologi. Kategori ini mencakup:

- 1) Penderita TBC paru dengan pemeriksaan BTA menunjukkan hasil positif
- 2) Penderita TBC paru dengan hasil uji kultur MTB menunjukkan hasil positif
- 3) Penderita TBC ekstraparu yang terbukti secara bakteriologis melalui uji BTA, kultur, atau pemeriksaan cepat terhadap sampel jaringan terinfeksi
- 4) Kasus TBC pada anak yang dikonfirmasi dengan uji bakteriologi

b. Penderita TBC yang ditentukan berdasarkan pemeriksaan klinis

Penderita TBC yang tidak memiliki hasil pemeriksaan bakteriologis positif, tetapi dengan pertimbangan bukti klinis

dan diagnostik lain yang cukup, dinyatakan sebagai TBC dan ditangani oleh dokter. Kategori ini mencakup:

- 1) Penderita TBC paru dengan uji BTA negatif, namun hasil pemeriksaan rontgen dada menunjukkan indikasi yang sesuai dengan TBC
- 2) "Individu terduga TBC paru dengan BTA negatif, tidak mengalami perbaikan kondisi meskipun telah mendapat antibiotik non-OAT, dan memiliki kondisi yang meningkatkan risiko
- 3) Penderita TBC ekstraparu yang didiagnosis melalui gejala klinis, pemeriksaan penunjang laboratorium, atau analisis jaringan (histopatologi), namun tidak terkonfirmasi secara bakteriologi
- 4) Anak dengan TBC yang terdiagnosis menggunakan sistem *skoring*

Jika suatu saat penderita TBC yang terdiagnosis secara klinis kemudian terkonfirmasi secara bakteriologi, maka penderita tersebut harus diklasifikasikan ulang menjadi penderita TBC terkonfirmasi bakteriologi

4. Tanda dan Gejala

Gambaran klinis penderita TBC diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu gejala primer dan gejala sekunder (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2021):

a. Gejala primer

Batuk dengan produksi dahak yang berkepanjangan hingga dua minggu atau lebih

b. Gejala sekunder

- 1) Pengeluaran darah saat batuk (*hemoptysis*)
- 2) Napas terasa berat (*dispnea*)
- 3) Cepat letih
- 4) Penurunan selera makan
- 5) Berat badan berkurang tanpa penyebab pasti
- 6) Kondisi tubuh tidak fit
- 7) Keringat keluar tanpa sebab saat tidur
- 8) Suhu tubuh sedikit meningkat dalam jangka panjang
- 9) Rasa nyeri di area dada

Pada pasien yang juga terinfeksi HIV, gejala – gejala ini mungkin tidak muncul dengan cara yang khas. Selain itu, riwayat lain yang berpotensi mengungkap faktor risiko juga harus digali, misalnya memiliki kontak langsung dengan penderita TBC, menetap di area padat penduduk dengan kondisi sanitasi buruk, atau memiliki pekerjaan dengan risiko paparan infeksi paru yang tinggi, seperti tenaga kesehatan atau pekerja sosial di bidang TBC.

Tanda-tanda TBC ekstraparu bergantung pada organ sasaran infeksi. Contohnya, pembesaran kelenjar getah bening yang perlahan tanpa rasa sakit dapat mengarah pada limfadenitis

tuberkulosis. Pada meningitis tuberkulosis, gejala peradangan selaput otak menjadi dominan. Adapun pleuritis tuberkulosis umumnya disertai kesulitan bernapas serta nyeri dada di area efusi pleura

5. Patogenesis Tuberkulosis

Kuman TBC rentan mati saat terpapar ⁵⁶ cahaya matahari, tetapi dapat bertahan lama di tempat dengan kondisi gelap dan kelembapan tinggi, bahkan dapat berada dalam keadaan *dormansi* selama bertahun – tahun didalam makrofag dan jaringan tubuh. Penyebaran tuberkulosis umumnya berlangsung melalui droplet udara yang dilepaskan saat penderita TBC paru batuk, bersin, atau berbicara. Partikel droplet ini berukuran sangat kecil (0,5-5 μm), dan setiap kali seseorang bersin, dapat melepaskan sekitar 40.000 bakteri. Hal ini membuat penularan TBC menjadi sangat mudah terjadi (Dewi, 2019).

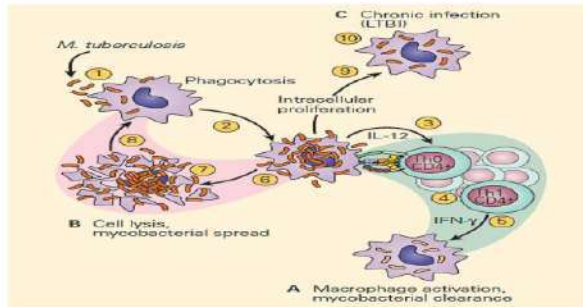
Tingkat penularan TBC pada seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti banyaknya bakteri *M. tuberculosis* yang terdapat di paru-paru atau tersebar melalui partikel udara di sekitar pasien, kualitas ventilasi udara di lingkungan sekitar, lamanya paparan terhadap bakteri tersebut, serta tingkat keganasan atau virulensi strain *M. tuberculosis* yang menginfeksi. Di samping itu, terdapat lima tahap yang berlangsung selama proses infeksi tuberkulosis paru, yaitu:

- a. Proses awal invasi TBC terjadi ketika *M. tuberculosis* menuju kantung udara (*alveolus*) di paru-paru. Pada tahap ini, replikasi bakteri dapat dicegah atau dihentikan oleh makrofag alveolar melalui mekanisme fagositosis, meskipun sebagian bakteri dapat bertahan dan berkembang biak dalam makrofag yang tidak aktif
- b. Fase simbiosis, dimana *M. tuberculosis* berkembang biak dalam makrofag nonaktif yang belum teraktivasi, menyebabkan kerusakan jaringan pada paru-paru (tuberkel). Makrofag inaktif ini menuju kesirkulasi darah sebagai monosit. Tahap ini ditandai dengan dua peristiwa pokok, yakni multiplikasi *M. tuberculosis* tanpa merusak jaringan inang, dan akumulasi konsentrasi makrofag di paru-paru
- c. Fase nekrosis caseous, dimana jumlah *M. tuberculosis* menjadi stabil karena pertumbuhannya dihambat oleh respon imun terhadap antigen mirip tuberculin yang dilepaskan oleh bakteri. Pada tahap ini, destruksi jaringan dipicu oleh respons imun, terutama melalui aktivitas limfosit T sitotoksik (CTL), yang menginisiasi reaksi hipersensitivitas tipe IV (DTH). CTL bertugas melisis makrofag yang telah terinfeksi *M. tuberculosis* di dalam jaringan paru-paru. Kelainan jaringan (*granulomatosa*) yang terbentuk memiliki pusat caseous yang padat, dikelilingi oleh makrofag inaktif, yang memungkinkan *M. tuberculosis*

berkembang biak lebih lanjut dan menghasilkan sel epiteloid imatur yang diproduksi oleh respon seluler (CMI)

- d. Tahap penekanan, di mana serangan *M. tuberculosis* mulai memunculkan tanda-tanda klinis khas dengan keterlibatan utama kekebalan seluler (CMI). Apabila respons CMI melemah, *M. tuberculosis* dapat keluar dari area nekrosis kaseosa, berkembang biak, dan kembali aktif. Pertahanan CMI disebabkan oleh sel T yang merangsang kekuatan makrofag untuk memfagositosis *M. tuberculosis*. IFN- γ , sebagai sitokin utama, berperan dalam reaksi hipersensitivitas tipe 4 (DTH), meningkatkan fungsi fagositik dan produksi reaksi oksigen. Disisi lain, *M. tuberculosis* terus merangsang host, menyebabkan reaksi DTH patologis yang menghasilkan granuloma di paru – paru, yang akhirnya menyebabkan kerusakan jaringan dan pembentukan kavitas
- e. Fase likuefaksi, terjadi ketika *M. tuberculosis* menghindari respon imun tubuh. Selama proses liquefaksi, jumlah pusat *caseous* meningkat dan menyebabkan *M. tuberculosis* memperbanyak diri di luar sel secara masif, sehingga menyebabkan infeksi miliar (penyebaran infeksi keseluruh tubuh). Bakteri kemudian menyebar melalui darah ke jaringan dan organ lain yang terinfeksi, seperti nodus limfatikus perifer,

otak, ginjal dan tulang belakang yang dapat mengarah pada perkembangan TBC sekunder.



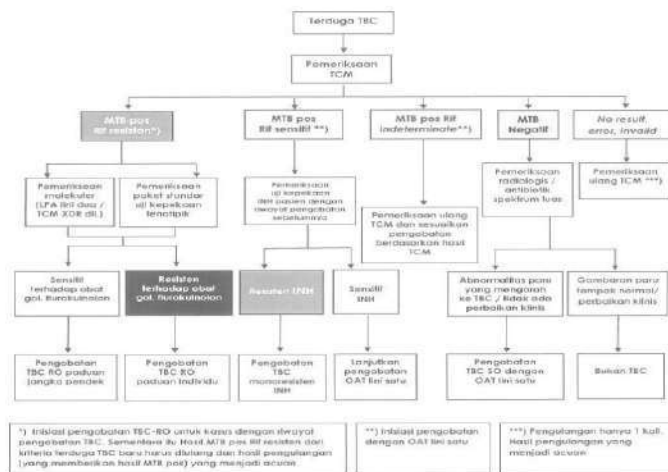
Gambar 2.1. Tiga mode interaksi basil tuberkel dengan makrofag (Kumar *et al.*, 2012).

6. Diagnosis

Penentuan penyakit TBC dilakukan melalui kombinasi manifestasi klinis dari evaluasi fisik, uji laboratorium bakteriologis, penilaian radiologi, serta tes penunjang lainnya (PPDI, 2021). Penegakan kasus TBC Paru pada individu dewasa diprioritaskan melalui uji bakteriologis sebagai langkah awal untuk memastikan keberadaan *M. tuberculosis*. Pemeriksaan ini melibatkan analisis mikroskopis sputum menggunakan pewarnaan *Ziehl-Neelsen* dan kultur *Mycobacterium tuberculosis* pada media *Lowenstein-Jensen* atau media cair. Tes Cepat Molekuler (TCM) seperti Xpert MTB/RIF dimanfaatkan sebagai pemeriksaan molekuler tambahan untuk konfirmasi, sementara pemantauan keberhasilan terapi tetap mengacu pada pemeriksaan mikroskopis serial. Diagnosis TBC tidak boleh hanya didasarkan pada hasil radiologi, sebab hasil

tersebut dalam beberapa kasus tidak menunjukkan karakteristik khas untuk TBC paru, sehingga mengakibatkan kesalahan diagnosis, baik *overdiagnosis* maupun *underdiagnosis*. Selain itu, diagnosis TBC tidak boleh dilakukan berdasarkan pemeriksaan serologis (Kemenkes RI, 2020).

Prinsip-prinsip diagnosis tuberkulosis (TBC) telah diatur dalam Peraturan Presiden mengenai penanggulangan Tuberkulosis. Pemeriksaan yang digunakan dalam program TBC saat ini mencakup pemeriksaan mikroskopis, kultur, serta uji kepekaan yang dapat dilakukan secara fenotipik (DST) maupun genotipik/molekuler (LPA, TCM, dan TCM XDR) (Kemenkes RI, 2022).



Gambar 2.2 Alur Diagnosis TBC
(Surat Edaran Dirjen P2P No.936 2021)

7. Pengobatan

Pemberian Obat Anti Tuberkulosis (OAT) merupakan langkah penting dalam pengobatan tuberkulosis serta pencegahan transmisi TBC. Prinsip pengobatan yang efektif meliputi penggunaan kombinasi minimal empat regimen untuk menghindari resistensi OAT, penyesuaian dosis obat yang tepat, pengawasan pengobatan oleh petugas medis atau PMO hingga pengobatan selesai, serta durasi pengobatan yang memadai, yang mencakup tahap intensif dan lanjutan.

Pada tahap intensif, OAT diberikan tiap hari guna mengurangi secara cepat jumlah kuman TBC dan mengurangi risiko penularan. Dengan penggunaan obat yang disiplin dan dosis yang akurat, risiko penularan biasanya mulai menurun setelah dua minggu pengobatan. Fase ini juga mengurangi potensi resistensi kuman yang mungkin ada sebelum pengobatan. Durasi tahap intensif untuk TBC sensitif obat (TBC-SO) dijalankan selama dua bulan, kemudian diteruskan dengan tahap lanjutan guna memberantas bakteri sisa dan mencegah kekambuhan, selama 4 sampai 6 bulan. (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2021).

Untuk mendukung kepatuhan pengobatan, Obat Anti Tuberkulosis (OAT) tersedia dengan sediaan Kombinasi Dosis Tetap (KDT). Pada tahap intensif, sediaan KDT mengandung Isoniazid 75 mg, Rifampisin 150 mg, Etambutol 275 mg dan

Pirazinamid 400 mg per tablet. Selain itu, pada tahap lanjutan, sediaan KDT dengan Rifampisin 150 mg dan Isoniazid 75 mg diberikan setiap hari. Jumlah tablet disesuaikan dengan berat badan pasien, dengan rincian dosis yang tercantum dalam tabel panduan.

¹⁷²
Tabel 2.1. Dosis Panduan OAT KDT TBC-SO = 2RHZE/4RH

Berat Badan (Kg)	Fase intensif 2RHZE	Fase Lanjutan 4RH
²⁴ 30-37 kg	2 tablet 4KDT	2 tablet 4KDT
38-54 kg	3 tablet 4KDT	3 tablet 4KDT
⁴⁵ >55 kg	4 tablet 4KDT	4 tablet 4KDT

Sumber: Kemenkes RI, 2020

Keterangan:

H = Isoniasid, R = Rifampisin, Z = Pirazinamid, E = Etambutol

8. Pemantauan respon pengobatan

Pemantauan respons pengobatan penting dilakukan untuk menilai efektivitas terapi, mendeteksi efek samping OAT, dan memastikan pengobatan selesai. Penderita, pendamping minum obat (PMO), serta petugas kesehatan diwajibkan melaporkan apabila terdapat gejala TBC yang persisten atau muncul kembali, timbul efek samping obat, atau terjadi penghentian terapi. Pemantauan berat badan dilakukan setiap bulan guna menyesuaikan dosis OAT. Pada kasus TBC paru, keberhasilan pengobatan dievaluasi melalui pemeriksaan dahak BTA. (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2021).

Catatan medis yang komprehensif harus dibuat, meliputi jenis regimen pengobatan yang diberikan, hasil uji bakteriologis, status resistensi terhadap obat, serta adanya efek samping yang dialami pasien. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyarankan pemeriksaan sputum BTA pada akhir tahap awal pengobatan, yaitu di bulan kedua (2RHZE/4RH) untuk pasien kasus baru, dan bulan ketiga (2RHZE/1RHZE/5RHE) bagi pasien yang menjalani terapi ulang. Ketentuan ini juga berlaku bagi pasien dengan hasil pemeriksaan sputum BTA negatif.

Berikut beberapa faktor yang dapat menyebabkan hasil sputum BTA tetap positif setelah fase intensif pengobatan:

- a. Pengawasan pengobatan pada tahap awal yang kurang optimal, serta kepatuhan pasien yang rendah.
- b. Kualitas Obat Anti Tuberkulosis (OAT) yang tidak memenuhi standar.
- c. Pemberian dosis OAT yang lebih rendah dari dosis yang dianjurkan.
- d. Proses penyembuhan yang lambat karena adanya lesi kavitas yang luas atau beban kuman yang tinggi di paru pasien.
- e. Kondisi penyerta (komorbiditas) yang menghambat kepatuhan pasien atau mengurangi respons terhadap pengobatan.
- f. Infeksi TBC yang disebabkan oleh strain *M. tuberculosis* yang resisten terhadap obat, sehingga tidak menunjukkan respons

terhadap terapi OAT lini pertama. Bagi pasien yang hasil pemeriksaan sputumnya belum menunjukkan konversi, disarankan untuk mengirimkan spesimen dahak ke fasilitas kesehatan yang mampu melakukan pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) atau biakan.

Apabila hasil pemeriksaan sputum BTA tetap positif pada bulan kelima atau di akhir masa pengobatan, hal tersebut menunjukkan kegagalan terapi, sehingga diperlukan evaluasi cepat untuk mendeteksi kemungkinan TBC resisten obat (MDR-TB) sesuai prosedur yang berlaku. Kartu TBC 01 akan ditutup, dan status hasil pengobatan dicatat sebagai "Gagal." Pengobatan lanjutan dikategorikan sebagai "Pengobatan setelah Gagal." Jika sewaktu-waktu terdeteksi adanya TBC dengan strain yang resisten terhadap obat, maka status pengobatan langsung dinyatakan "Gagal." Sementara itu, bagi pasien dengan sputum BTA negatif sejak awal dan tetap negatif hingga akhir bulan kedua, pemeriksaan sputum lanjutan tidak lagi diperlukan. Pemantauan lebih lanjut difokuskan pada kondisi klinis pasien dan pengawasan berat badan sebagai indikator keberhasilan terapi (Kemenkes RI, 2020).

B. Tinjauan Umum Tentang Diabetes Mellitus

1. Defenisi

Istilah diabetes berasal dari bahasa Yunani *diabainein*, yang memiliki arti "mengalir melalui" atau "pancuran air," sementara *mel* bermakna "manis" atau "madu." Di Indonesia, Diabetes Mellitus (DM) lebih dikenal dengan sebutan penyakit gula atau kencing manis. Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) edisi V, kencing manis didefinisikan sebagai penyakit yang ditandai dengan adanya kandungan gula dalam air seni. Kadar gula yang tinggi dalam urin sering kali menjadi gejala awal dari Diabetes Mellitus (Nadjiah, 2021).

Istilah diabetes berasal dari bahasa Yunani *diabainein*, yang berarti "tembus" atau "pancuran air", sedangkan *mel* berarti "rasa manis" atau "madu". Di Indonesia, Diabetes Mellitus (DM) lebih dikenal sebagai penyakit gula atau kencing manis. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI V), kencing manis adalah suatu penyakit yang menyebabkan air kencing mengandung gula. Tingginya kadar gula dalam urin dapat menjadi salah satu tanda awal dari penyakit Diabetes Mellitus (Nadjiah, 2021).

Diabetes Mellitus (DM) adalah kelompok penyakit metabolik dengan peningkatan kadar glukosa dalam darah (hiperglikemia), yang disebabkan oleh gangguan pada produksi insulin, fungsi insulin, atau kombinasi keduanya (Kemenkes RI, 2021).

Berdasarkan P2PTM Kemenkes RI (2020), Diabetes Mellitus (DM) adalah penyakit kronis yang ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa darah di atas nilai normal. Standar kadar glukosa darah sewaktu (GDS) seharusnya di bawah 200 mg/dL, sedangkan kadar glukosa darah puasa (GDP) normalnya kurang dari 126 mg/dL. Hiperglikemia sendiri merupakan kondisi meningkatnya kadar glukosa darah, bisa terjadi secara tiba-tiba (akut) maupun dalam jangka panjang (kronis). Penyebab hiperglikemia beragam, dan jika tidak ditangani dengan baik, kondisi ini dapat menyebabkan berbagai komplikasi kesehatan (Dewi, 2019).

2. Epidemiologi

Menurut laporan Atlas Federasi Diabetes Internasional, jumlah penderita DM tahun 2022 pada populasi 20 – 79 tahun adalah 537.6 juta, sebanyak 1,2 juta jumlah anak dan remaja terkena DM tipe 1 (0-19 tahun) dengan jumlah kasus setiap tahunnya 184,100 dan kematian akibat diabetes sebesar 6,7 juta (International Diabetes Federation, 2022).

Indonesia termasuk negara dengan kasus Diabetes Mellitus terbesar ke-5 di dunia, dengan 19,5 juta penderita, dan jumlah ini diperkirakan akan bertambah hingga 28,6 juta pada tahun 2045. Berdasarkan evaluasi hasil kegiatan skrining TBC pada penderita DM di Indonesia, terdapat 114.630 penderita DM yang melakukan skrining TBC, hanya sekitar 20.634 (18%) penderita DM menjadi

suspek TBC, dan jumlah penderita DM yang terdiagnosis TBC sebanyak 2.831 (2,47%). Sulawesi Selatan memiliki jumlah penderita DM yang melakukan skrining TBC sebanyak 4.493, khusus kota Makassar dilakukan skrining TBC pada penderita DM sebanyak 2.158, ditemukan 299 (13,86%) penderita DM yang suspek TBC serta penderita DM yang terdiagnosis TBC sebanyak 67 (3,11%) kasus. Sedangkan Kabupaten Pangkep, terdapat 1.062 penderita DM yang diskriming TBC dan jumlah penderita DM yang suspek TBC sebanyak 141 (13,28%) serta 25 (2,35%) penderita DM yang terdiagnosis TBC (SITB Kemenkes RI, 2024).

3. Klasifikasi

Diabetes Mellitus (DM) secara umum dapat diklasifikasi berdasarkan penyebab dan mekanisme yang mendasarinya. Berikut adalah klasifikasi utama DM, sebagai berikut:

a. DM Tipe 1 atau *Insulin Dependent Diabetes Mellitus*

Tipe ini terjadi akibat kerusakan autoimun pada sel beta di pulau *Langerhans*, sementara sel A, D, dan F tetap tidak terpengaruh. Jenis DM ini lebih sering terjadi pada individu berusia di bawah 40 tahun, sehingga sering disebut sebagai diabetes *juvenil*. Namun, DM tipe ini juga dapat muncul secara mendadak pada berbagai usia, termasuk pada orang dewasa, dan disertai dengan kerusakan sel beta pankreas. Diabetes tipe 1 dapat berkembang dalam hitungan hari atau minggu, ditandai

dengan tiga gejala utama, yaitu peningkatan kadar glukosa darah, kenaikan kadar lemak darah, dan penurunan kadar protein dalam jaringan tubuh. Pasien dengan diabetes tipe 1 umumnya tidak mengalami obesitas, tetapi sering mengalami ketosis dan asidosis. Faktor imunologi dan lingkungan juga berperan dalam memicu kerusakan sel beta. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa infeksi virus atau toksin tertentu dapat memicu respons autoimun, yang mengarah pada kerusakan sel beta. Virus yang dikaitkan dengan perkembangan Diabetes Mellitus meliputi Rubella, Mumps, dan Human Coxsackievirus B4. Virus-virus ini dapat menyebabkan kerusakan sel beta melalui infeksi sitolitik, atau dengan memicu reaksi autoimun, di mana limfosit T menyerang antigen yang terdapat pada sel beta di pulau Langerhans (Nurul, 2018).

¹⁴ b. DM Tipe 2 atau *Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus*

Menurut Djusmadi *et al.*, (2023), Diabetes tipe 2 terjadi akibat gangguan proses metabolisme tubuh serta penurunan efektivitas hormon insulin dalam mengontrol kadar gula darah. Kondisi ini dapat dipicu oleh faktor keturunan dan diperburuk oleh gaya hidup yang kurang sehat. Selain itu, terdapat sejumlah faktor yang dapat meningkatkan risiko terjadinya diabetes tipe 2, antara lain:

1) Umur

Pada kelompok usia di atas 65 tahun, sensitivitas tubuh terhadap insulin cenderung menurun, sehingga risiko terjadinya resistensi insulin meningkat.

2) Obesitas

Kelebihan lemak tubuh, terutama pada individu yang mengalami obesitas, menyebabkan peningkatan simpanan energi seperti glikogen di hati. Kondisi ini membuat insulin harus bekerja lebih keras untuk membantu distribusi glukosa ke dalam sel. Seiring waktu, beban kerja yang berlebihan dapat menurunkan efektivitas fungsi insulin, sehingga memicu ⁷⁰ resistensi insulin dan meningkatkan risiko terjadinya diabetes tipe 2.

3) Riwayat keluarga / aspek genetik

Adanya riwayat diabetes tipe 2 pada anggota keluarga menjadi salah satu faktor yang dapat memperbesar kemungkinan seseorang mengalami kondisi serupa

c. Diabetes Mellitus Gestasional

Diabetes jenis ini timbul sebagai akibat dari gangguan yang terjadi selama kehamilan, yang diperkirakan berhubungan dengan perubahan proses metabolisme glukosa. Kondisi ini ditandai dengan peningkatan kadar gula darah (hiperglikemia) akibat pengaruh hormon yang dihasilkan oleh plasenta.

Pendapat lain menyebutkan bahwa diabetes ini dapat menjadi indikasi adanya penyakit diabetes yang sebelumnya tidak terdeteksi dan baru diketahui saat kehamilan berlangsung. Kondisi ini perlu diantisipasi, terutama pada perempuan yang memiliki faktor risiko, seperti kelebihan berat badan (obesitas), riwayat keluarga dengan diabetes, riwayat melahirkan bayi dengan berat badan lebih dari 4 kg, riwayat kelahiran bayi mati, serta riwayat keguguran berulang (Djasmadi *et al.*, 2023).

d. Diabetes Tipe lain

Selain kategori diabetes yang telah disebutkan sebelumnya, terdapat juga diabetes sekunder, yakni kondisi yang terjadi akibat adanya penyakit atau gangguan lain yang menghambat produksi atau fungsi insulin dalam tubuh. Beberapa penyebab yang dapat memicu terjadinya diabetes sekunder antara lain peradangan pada pankreas (pankreatitis), gangguan pada kelenjar adrenal atau hipofisis, penggunaan obat kortikosteroid, konsumsi obat antihipertensi atau penurun kolesterol tertentu, kekurangan nutrisi (malnutrisi), serta infeksi. Selain itu, individu yang mengalami stroke, infeksi serius, atau menjalani perawatan dalam kondisi kritis berisiko mengalami lonjakan kadar gula darah, yang kemudian dapat berkembang menjadi Diabetes Mellitus (DM) (Djasmadi *et al.*, 2023).

4. Patofisiologi

Mekanisme patofisiologi pada berbagai jenis Diabetes Mellitus memiliki keterkaitan yang erat dengan hormon insulin yang diproduksi oleh sel beta pankreas. Pada individu dengan fungsi tubuh yang normal, pelepasan insulin terjadi sebagai respons terhadap kenaikan kadar glukosa dalam darah. Peranan utama insulin adalah mengatur serta mempertahankan kestabilan kadar glukosa. Ketika kadar glukosa darah meningkat, insulin berfungsi menurunkan kadar tersebut hingga kembali ke level normal agar keseimbangan gula darah tetap terjaga (Djasmadi *et al.*, 2023).

Insulin merupakan hormon yang berfungsi mendukung proses metabolisme glukosa dalam jaringan dan sel tubuh. Ketika tubuh memerlukan energi, insulin membantu memecah glukosa menjadi energi yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung aktivitas sel. Selain itu, insulin juga berperan dalam mengubah kelebihan glukosa menjadi glikogen untuk disimpan di otot maupun hati. Dengan cara ini, insulin berkontribusi dalam menjaga kestabilan kadar gula darah agar tetap berada dalam kisaran normal (Djasmadi *et al.*, 2023).

Pada penderita Diabetes Mellitus (DM), terjadi gangguan pada produksi atau fungsi hormon insulin, sehingga insulin tidak dapat bekerja dengan baik dalam mengatur kadar glukosa darah. Akibatnya, sel-sel tubuh kesulitan menyerap dan memanfaatkan

glukosa sebagai sumber energi. Kondisi ini menyebabkan penumpukan glukosa dalam darah (hiperglikemia). Keadaan tersebut semakin diperparah dengan peningkatan produksi glukosa oleh hati melalui proses pemecahan cadangan glikogen (glikogenolisis) dan pembentukan glukosa baru (gluconeogenesis), yang terus berlangsung akibat kekurangan atau tidak adanya insulin. Jika kadar glukosa darah tetap tinggi dalam waktu yang lama, dapat terjadi berbagai komplikasi serius, seperti kerusakan penglihatan (retinopati), gangguan jantung dan pembuluh darah, gangguan fungsi ginjal (nefropati), serta kerusakan sistem saraf (neuropati) (Djasmadi *et al.*, 2023).

5. Kriteria diagnostik Diabetes Mellitus

Tarigan (2020) menyatakan bahwa penentuan diagnosis Diabetes Mellitus (DM) didasarkan pada pengukuran kadar glukosa darah. Pemeriksaan yang direkomendasikan meliputi pengukuran glukosa darah dengan metode enzimatik menggunakan sampel plasma darah vena. Selain itu, pemantauan keberhasilan terapi dapat dilakukan melalui pemeriksaan glukosa darah kapiler menggunakan alat glukometer. Diagnosis DM tidak dapat ditetapkan hanya berdasarkan pemeriksaan glukosuria (keberadaan glukosa dalam urin). Individu dengan hasil pemeriksaan yang belum memenuhi kriteria diabetes, tetapi juga tidak tergolong normal, dikategorikan sebagai prediabetes, yang

mencakup Kelainan Toleransi Glukosa (KTG) dan Kelainan Glukosa Darah Puasa (KGDP).

a. Kelainan Glukosa Darah Puasa (KGDP):

- 1) Kadar glukosa plasma puasa berada dalam rentang 100 – 125 mg/dL.
- 2) Kadar glukosa plasma 2 jam setelah Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) kurang dari 140 mg/dL.

b. Kelainan Toleransi Glukosa (KTG):

- 1) Kadar glukosa plasma puasa kurang dari 100 mg/dL.
- 2) Kadar glukosa plasma 2 jam setelah TTGO berada dalam rentang 140 – 199 mg/dL.
- 3) Prediabetes juga dapat didiagnosis berdasarkan HbA1c, dengan nilai antara 5,7 – 6,4%.

Tabel 2.2. Kriteria diagnostik DM berdasarkan *American Diabetes Association* (ADA)

Kriteria Diagnostik Diabetes Mellitus	
	GDP $\geq$ 126 mg/dL
*Puasa didefinisikan sebagai kondisi tanpa asupan kalori dalam 8 jam terakhir	
ATAU	
GD2PP $\geq$ 200 mg/dL pada pemberian TTGO	
*Tes Toleransi Glukosa Oral dilakukan sesuai petunjuk WHO, menggunakan glukosa setara 75 g glukosa anhidrat yang dilarutkan dalam air	
ATAU	
HbA1c $\geq$ 6,5 %	
*Tes harus dilakukan pada laboratorium yang menggunakan metode tersertifikasi NGSP dan terstandarisasi dengan DCCT assay	
ATAU	
Pasien dengan gejala klasik hiperglikemia atau krisis hiperglikemia, GDS $\geq$ 200 mg/dL	

Sumber: ADA, 2017

Tabel 2.3. Nilai Pemeriksaan diagnosis DM

	HbA1c (%)	Glukosa darah puasa (mg/dL)	Glukosa plasma 2 jam setelah TTGO (mg/dL)
Diabetes	≥ 6,5	≥ 126	≥ 200
Pre-Diabetes	5,7 – 6,4	100 – 125	140 - 199
Normal	≤ 5,7	70 – 99	70 – 139

Sumber: Perkeni, 2021

6. Parameter pengendalian Diabetes Mellitus

Pengelolaan Diabetes Mellitus (DM) dinilai berdasarkan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah, HbA1c, serta profil lipid. DM dikatakan terkontrol dengan baik apabila kadar glukosa darah, HbA1c, dan lipid berada dalam kisaran yang sesuai dengan standar yang dianjurkan, disertai dengan status gizi yang baik dan tekanan darah yang mencapai target yang ditentukan (Perkeni, 2021).

Tabel 2.4. Arah Pengelolaan Diabetes Mellitus

Parameter	Sasaran
IMT (kg/m^2)	18,5 – 22,9
Tekanan darah sistolik (mmHg)	< 140
Tekanan darah diastolic (mmHg)	< 90
HbA1c (%)	< 7
Glukosa darah preprandial kapiler (mg/dL)	80 – 130
Glukosa darah 2 jam PP kapiler (mg/dL)	< 180
Kolesterol LDL (mg/dL)	< 100
Trigliserida (mg/dL)	< 150
Kolesterol HDL (mg/dL)	L: >40, P: >50

Sumber: Perkeni, 2021

C. Tinjauan Tentang Diabetes Mellitus Dengan Tuberkulosis

Kadar glukosa darah yang tinggi secara persisten merupakan salah satu tanda utama yang sering dijumpai pada individu dengan Diabetes Mellitus (DM).¹⁴⁹ Diabetes Mellitus tipe 2 memiliki prevalensi yang lebih tinggi dibandingkan tipe 1. Pada DM tipe 2, peningkatan kadar glukosa darah yang bersifat kronis disebabkan oleh adanya resistensi insulin pada reseptor sel. Seseorang dapat dinyatakan menderita DM apabila hasil pemeriksaan kadar glukosa darah sesuai dengan kriteria diagnosis yang telah ditetapkan:

- a. Tanda-tanda Diabetes Mellitus (DM), seperti sering buang air kecil, nafsu makan meningkat, adanya keton dalam urin, serta penurunan berat badan, disertai hasil pemeriksaan glukosa darah sewaktu yang melebihi 200 mg/dL.³⁹
- b. Hasil pemeriksaan glukosa darah puasa menunjukkan nilai di atas 126 mg/dL.
- c. Kadar HbA1C lebih dari 6,5%.
- d. Setelah pemberian glukosa per oral sebanyak 75 g pada dewasa atau 1,75 g/kg berat badan pada anak, kadar glukosa plasma melebihi 200 mg/dL (Dewi, 2019).⁵

Setiap pasien dengan Diabetes Mellitus (DM) dianjurkan menjalani skrining Tuberkulosis (TBC) melalui penilaian gejala klinis dan pemeriksaan foto toraks. Sebaliknya, pasien TBC juga direkomendasikan untuk menjalani pemeriksaan diabetes dengan

melakukan pengukuran kadar glukosa darah puasa, glukosa darah 2 jam setelah makan (*postprandial*), atau glukosa darah sewaktu. Diagnosis DM ditegakkan jika hasil pemeriksaan menunjukkan kadar glukosa darah puasa melebihi 126 mg/dL, atau kadar glukosa darah 2 jam postprandial/sewaktu lebih dari 200 mg/dL. Jika fasilitas memungkinkan, pemeriksaan HbA1c dapat dijadikan pemeriksaan tambahan untuk membantu memastikan diagnosis (Kemenkes RI, 2020).

Menurut Anies *et al.*, (2023), DM secara signifikan berperan dalam meningkatnya kasus tuberkulosis resisten obat ganda (MDR-TB) pada pasien dengan komorbiditas TBC dan diabetes dibandingkan dengan pasien TB tanpa DM. Selain itu, DM juga memperbesar risiko kegagalan pengobatan TB pada kelompok pasien tersebut. Penelitian ini menyoroti pentingnya deteksi dini MDR-TBC, pemantauan kondisi MDR-TBC secara menyeluruh, dan pengembangan strategi pengobatan yang terencana dan efektif untuk mencegah progresi penyakit. Sementara itu, menurut Gotera (2021), DM meningkatkan risiko terjadinya TBC hingga dua sampai tiga kali lipat. DM juga memperbesar peluang terjadinya kegagalan pengobatan TBC, kekambuhan, dan kematian. Selain itu, DM dapat memperparah tingkat keparahan penyakit, memicu reaktivasi fokus TBC laten, serta memberikan hasil pengobatan TBC yang kurang efektif.

Pasien TBC dengan DM cenderung mengalami waktu yang lebih lama untuk konversi dari positif menjadi negatif. Pada pasien TBC tanpa DM, konversi dahak umumnya terjadi diakhir fase intensif pengobatan, yaitu sekitar bulan kedua atau ketiga. Namun, pada pasien dengan komorbid DM, proses ini bisa tertunda hingga bulan keempat atau keenam. Penundaan tersebut meningkatkan risiko penularan TBC serta peluang berkembangnya resistensi obat, termasuk *multi-drug resistant tuberculosis* (MDR-TBC). Oleh karena itu, Mempertahankan kestabilan kadar glukosa darah memiliki peran krusial guna mempercepat konversi dahak dan meningkatkan keberhasilan pengobatan TBC pada pasien DM (Yulson *et al.*, 2024).

Prinsip pengobatan TBC¹¹ pada pasien dengan DM serupa dengan pengobatan TBC pada pasien tanpa DM, asalkan kadar gula darah pasien dapat dikendalikan. Namun, jika kadar gula darah⁴⁶ buruk, durasi terapi dapat berlangsung hingga 9 bulan. Penggunaan etambutol harus diperhatikan dengan cermat karena penderita DM kerap mengalami komplikasi pada penglihatan. Selain itu, pemberian INH (isoniazid) berisiko menimbulkan neuropati perifer, yang dapat memperburuk kondisi neuropati diabetik atau menimbulkan gejala yang serupa, sehingga disarankan untuk memberikan suplemen Vitamin B6 (*piridoksin*) selama terapi untuk mencegah komplikasi ini. Penggunaan rifampisin juga perlu diperhatikan, karena obat ini dapat mengurangi efektivitas obat antidiabetes oral, khususnya yang termasuk golongan

sulfonilurea. Hal ini memerlukan pemantauan ketat terhadap kadar glukosa darah atau mengganti terapi antidiabetes dengan insulin, yang mampu mengatur gula darah tanpa memengaruhi efektivitas obat anti-TBC (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2021).

1. Hiperglikemia melemahkan ⁷⁰ fungsi sistem kekebalan tubuh

Sistem kekebalan tubuh merupakan bagian pertahanan yang berperan krusial dalam mendeteksi, melawan, dan mengeliminasi zat asing maupun sel-sel abnormal yang berpotensi membahayakan kesehatan tubuh. Sel-sel imun sebagian besar diproduksi di sumsum tulang, dan beberapa di antaranya dilatih terlebih dahulu sebelum dilepaskan ke dalam sirkulasi untuk melakukan patroli. Leukosit terdiri dari neutrofil yang berfungsi sebagai respons utama dan pertama saat terjadi infeksi patogen, dengan tugas utama berupa fagositosis dan penghancuran lokal. Limfosit, sebagai bagian dari sistem kekebalan adaptif, terbagi menjadi ¹⁵³ dua jenis utama, yaitu sel limfosit T dan sel limfosit B. Monosit berfungsi dalam memberikan respons pertama saat infeksi terjadi, melakukan fagositosis, dan membentuk antigen, yang kemudian matang menjadi makrofag di jaringan. Basofil dan eosinofil jarang ditemukan dalam sirkulasi, dengan fungsi utama mengikat IgE dan berperan dalam pertahanan terhadap parasit serta reaksi alergi. Setiap sel imun memiliki fungsi yang spesifik,

seperti dalam kasus infeksi, yang pertama kali akan direspons oleh imunitas bawaan seperti neutrofil dan makrofag (Widodo, 2018).

Sistem imun memiliki peran penting dalam perkembangan Diabetes Mellitus tipe 2. Berbagai penelitian telah menyoroti efek gangguan diferensiasi sistem imun. Pada penderita ²⁸ obesitas dan Diabetes Mellitus tipe 2, terjadi perubahan pada aktivitas proliferasi sel T dan makrofag, serta disertai disfungsi pada sel NK dan sel B. Hal ini mencerminkan adanya kelainan pada imunitas bawaan (*innate immunity*) dan adaptif (*adaptive immunity*) (Nuryani, 2022).

a. Monosit

Monosit, makrofag, dan sel dendrit berfungsi sebagai *antigen-presenting cells* (APCs) yang penting dalam mempertahankan homeostasis imun dan melawan infeksi. Hiperglikemia memengaruhi fungsi monosit, seperti adhesi, migrasi, dan transmigrasi, serta meningkatkan ekspresi molekul inflamasi seperti MCP-1, TNF- α , IL-1 β , COX2, IP-10, dan IL-6. Studi menunjukkan bahwa hiperglikemia menginduksi produksi sitokin proinflamasi, seperti TNF- α , melalui pengaturan molekul seperti CD33. Selain itu, kondisi ini juga memengaruhi ekspresi TLR-2, TLR-4, dan HLA-DR, yang berperan dalam respon imun. Paparan glukosa tinggi dapat menurunkan aktivitas monosit sebagai penyaji antigen, meskipun ada peningkatan fagositosis pada imunitas bawaan. Hal ini mengindikasikan bahwa

hiperglikemia berdampak negatif pada regulasi imun melalui berbagai mekanisme inflamasi dan disfungsi seluler (Nuryani, 2022).

Hiperglikemia dapat mengganggu produksi sitokin pada pasien dengan sepsis berat, mempengaruhi ekspresi sitokin proinflamasi IL-6 yang terkait dengan metabolisme glukosa dan resistensi insulin. Meskipun IL-6 dilepaskan selama infeksi, ia juga dapat memperburuk resistensi insulin dalam kondisi hiperglikemia. Selain itu, hiperglikemia meningkatkan ekspresi TLR-2 dan TLR-4 melalui aktivasi Protein Kinase C (PKC) dan stimulasi NADPH oksidase. Pada monosit yang terpapar glukosa tinggi, terdapat penurunan ekspresi Human Leukocyte Antigen-DR (HLA-DR), yang dapat menghambat aktivitas monosit dalam penyajian antigen. Namun, hiperglikemia juga meningkatkan kemampuan fagositosis dalam imunitas bawaan.

b. Makrofag

Makrofag adalah komponen penting dalam sistem imun dengan tiga fungsi utama: pertahanan tubuh, penyembuhan luka, dan regulasi imunitas. Makrofag berperan penting dalam respons inflamasi selama infeksi, tetapi pada pasien Diabetes Mellitus (DM), aktivitas kemotaktik neutrofil dan kemampuan fagositosis menurun, mengurangi efektivitas membunuh patogen. Pada hiperglikemia kronis, produksi *Reactive Oxygen*

Intermediates (ROI) yang berlebihan menyebabkan *oxidative burst*, yang mengganggu fungsi makrofag. Selain ATP, makrofag memerlukan glutamin untuk mendukung proses fagositosis. Diabetes Mellitus (DM) juga mempercepat proses pembentukan *Advanced Glycation End Products* (AGEs), sehingga berkontribusi pada kerentanan pasien terhadap infeksi oportunistik, termasuk tuberkulosis (Dewi, 2019).

c. Neutrophil

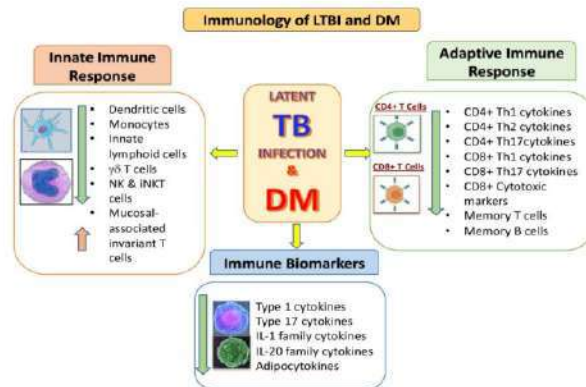
Hiperglikemia menghambat kemampuan neutrophil untuk bermigrasi ke lokasi infeksi. Akibat perubahan dalam sinyal intraseluler dan disfungsi kemotaktik seperti IL-8 dan C5a, juga menyebabkan neutrophil menelan dan menghancurkan patogen terganggu pada kondisi hiperglikemia karena perubahan metabolisme energi dan stress oksidatif. Meskipun neutrophil tetap menghasilkan *Reactive Oxygen Species* (ROS), efisiensi neutrofil dalam membunuh menurun akibat stres oksidatif. Selain itu, hiperglikemia menyebabkan penumpukan *Advanced Glycation End Products* (AGEs), sehingga merusak fungsi neutrofil dan meningkatkan peradangan. Akibatnya, pasien dengan diabetes menjadi lebih rentan terhadap infeksi tuberkulosis (Dewi, 2019).

d. Sel T $\gamma\delta$

Sel T $\gamma\delta$ adalah jenis sel T yang mengekspresikan reseptor sel T (TCR) $\gamma\delta$, yang menyumbang sekitar 3–5% dari seluruh sel limfoid dan ditemukan di jaringan limfoid sekunder serta darah. Sel-sel ini terutama terdapat pada permukaan epitelial, saluran pencernaan, uterus, dan kerongkongan, dengan sekitar 50% dari total populasi limfosit intraepitelial. $\gamma\delta$ sel T intraepitelial berperan dalam menjaga integritas epitel, mengatur homeostasis, serta bertindak sebagai lini pertahanan pertama melawan patogen dan cedera manusia. Hiperglikemia berpengaruh buruk terhadap keseimbangan dan kinerja sel T $\gamma\delta$, dengan menghambat proses proliferasi serta menurunkan jumlah sel T $\gamma\delta$ yang normal di lapisan epidermis. Pada sel T $\gamma\delta$, kondisi hiperglikemia menghambat perkembangan sel T di kulit dan mengurangi infiltrasi neutrofil ke dalam jaringan. (Nuryani, 2022).

Hiperglikemia, yaitu ¹¹⁸ kondisi di mana kadar glukosa darah melebihi batas normal, dapat menurunkan fungsi sistem imunitas bawaan dan adaptif tubuh. Kondisi ini dapat dijumpai pada penderita DM yang terinfeksi TB laten, terbukti mengganggu aktivitas sel bawaan (*innate immune*) seperti sel dendritik, monosit, limfosit, sel $\gamma\delta$ T, sel NK & iNKT serta sel MAIT. Juga menyebabkan penurunan fungsi aktifitas sel T

helper, sel T sitotoksit serta sel memori T dan B, akibatnya kemampuan tubuh untuk menghadapi patogen, termasuk *Mycobacterium tuberculosis*, menjadi berkurang (Kumar *et al.*, 2023).



Gambar 2.3. Respon imun Seluler dan Humoral infeksi laten *M. tuberculosis* (Kumar *et al.*, 2023).

2. Hubungan antara TBC dengan DM

Diabetes Mellitus (DM) dan tuberkulosis (TB) memiliki hubungan yang kompleks, di mana DM dapat meningkatkan risiko seseorang untuk terinfeksi TBC dan mempengaruhi perkembangan serta pengobatan penyakit tersebut (WHO, 2024). Beberapa aspek penting yang menghubungkan DM dengan TBC adalah:

a. Peningkatan Kerentanan terhadap Infeksi:

- 1) Disfungsi Sistem Imun: Diabetes Mellitus, terutama jika kadar glukosa darah tidak terkontrol, dapat melemahkan

sistem imun tubuh. Hiperglikemia (tingginya kadar glukosa darah) mengganggu fungsi ¹⁵⁰ sel-sel imun seperti neutrofil, makrofag, dan limfosit dalam melawan infeksi. Disfungsi sel-sel imun ini mengakibatkan tubuh terpapar infeksi, termasuk infeksi TBC yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* (Nuryani, 2022).

- 2) Penurunan Fagositosis: Hiperglikemia mengganggu kemampuan fagositosis makrofag, yang berperan dalam mengenali dan menanggulangi patogen seperti *Mycobacterium tuberculosis*. Hal ini memperburuk respons tubuh terhadap infeksi dan meningkatkan risiko penyebaran bakteri (Dewi, 2019).
- b. Peningkatan Progresivitas Penyakit:
- 1) Pada penderita DM, infeksi TBC cenderung lebih parah dan dapat berkembang lebih cepat dibandingkan dengan individu tanpa DM. Penderita DM dengan TBC mungkin mengalami TBC yang lebih berat dan lebih sulit disembuhkan (Gotera, 2021).
 - 2) Pengaruh Terhadap Pengobatan: Hiperglikemia dapat mengurangi efektivitas pengobatan TBC, terutama pada penggunaan obat-obatan antidiabetes dan antibiotik TBC. Sebagai contoh, penggunaan obat TBC seperti Rifampisin dapat mempengaruhi metabolisme obat-obatan diabetes,

yang menyebabkan ketidakstabilan kadar glukosa darah dan meningkatkan risiko komplikasi (Dewi, 2019).

c. Interaksi Inflamasi dan Stres Oksidatif:

- 1) Peradangan Kronis: DM dapat menyebabkan kondisi peradangan kronis, yang meningkatkan kerentanannya terhadap infeksi TBC. Inflamasi yang berlebihan ini mempengaruhi berbagai aspek dari sistem imun tubuh, memperburuk respons terhadap infeksi (Dewi, 2019).
- 2) Stres Oksidatif: Penderita DM cenderung mengalami stres oksidatif yang lebih tinggi, yang merusak sel-sel tubuh dan memperburuk kondisi penyakit, termasuk infeksi TBC. Stres oksidatif dapat mengurangi fungsi sel imun yang berperan dalam melawan infeksi TBC (Dewi, 2019).

d. Pengaruh pada Hasil Pengobatan:

- 1) Penderita diabetes yang terinfeksi TBC cenderung memiliki waktu penyembuhan yang lebih lama. Jika kadar gula darah tidak terkontrol, proses pemulihan dari TBC menjadi lebih sulit dan rentan terhadap kambuh. Kegagalan pengobatan lebih sering terjadi pada pasien DM karena masalah kepatuhan terhadap pengobatan, efek samping obat, atau gangguan dalam pengaturan dosis obat (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2021).

- 2) Risiko TBC *Multidrug-Resistant* (MDR): Penderita DM lebih rentan terhadap TB yang resisten terhadap obat (MDR-TBC) karena adanya gangguan dalam pengobatan dan pengaturan glukosa yang tidak stabil (Rahman *et al.*, 2023).

e. Pengaruh pada fungsi Paru-paru:

- 1) DM dapat memperburuk kerusakan paru-paru pada pasien TBC, terutama pada pasien yang sudah memiliki penyakit paru sebelumnya. DM dapat menyebabkan kerusakan pembuluh darah kecil, yang mengurangi aliran darah ke paru-paru dan meningkatkan penyebaran infeksi.
- 2) Hiperglikemia juga dapat memperburuk reaksi inflamasi di paru-paru, tempat utama infeksi TBC terjadi, yang dapat memperlambat penyembuhan dan memperburuk gejala (Perkeni, 2021).

3. Pengobatan pasien TBC komorbid DM

Pendekatan dalam pengobatan tuberkulosis (TBC) paru dengan komorbid Diabetes Mellitus (DM) berlandaskan prinsip yang mempertimbangkan interaksi antara kedua penyakit tersebut, sepanjang kadar glukosa darah tetap stabil. Pengobatan menggunakan obat antituberkulosis (OAT) ⁴¹ terdiri dari dua tahap, yaitu tahap *intensif*, diikuti oleh tahap *lanjutan*. Dalam pengobatan TBC paru komorbid DM, penting untuk memperhatikan

18 pengendalian kadar gula darah serta kemungkinan efek samping dari OAT (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2021).

Pada tahap intensif, OAT diberikan tiap hari guna mengurangi secara cepat jumlah kuman TBC dan mengurangi risiko penularan. Dengan penggunaan obat yang disiplin dan dosis yang akurat, risiko penularan biasanya mulai menurun setelah dua minggu pengobatan. Fase ini juga mengurangi potensi resistensi kuman yang mungkin ada sebelum pengobatan. Durasi tahap intensif untuk TBC sensitif obat (TBC-SO) dijalankan selama dua bulan, kemudian diteruskan dengan tahap lanjutan guna memberantas bakteri sisa dan mencegah kekambuhan, selama 4 sampai 6 bulan (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2021).

Penggunaan rifampisin bersamaan dengan obat antidiabetes dari kelompok sulfonilurea (misalnya glibenclamide, glimepiride, glipizide), golongan penghambat dipeptidyl peptidase-4 (seperti sitagliptin), serta golongan thiazolidinedione (seperti rosiglitazone, pioglitazone) sebaiknya dihindari pada pasien Diabetes Mellitus (DM) yang mengalami infeksi Tuberkulosis (TBC). Hal ini karena rifampisin dapat meningkatkan metabolisme obat-obat tersebut, yang pada gilirannya mengurangi efektivitas obat anti-diabetes (OAD). Pada golongan sulfonilurea, interaksi ini terjadi karena keduanya dimetabolisme melalui enzim CYP2C9 (Dewi, 2019).

Penggunaan etambutol harus diperhatikan dengan cermat karena penderita DM kerap mengalami komplikasi pada penglihatan. Selain itu, pemberian INH (isoniazid) berisiko menimbulkan neuropati perifer, yang dapat memperburuk kondisi neuropati diabetik atau menimbulkan gejala yang serupa, sehingga disarankan untuk memberikan suplemen Vitamin B6 (piridoksin) selama terapi untuk mencegah komplikasi ini (Kemenkes RI, 2020).

Metformin merupakan obat antidiabetes oral yang digunakan pada penderita diabetes tipe 2. Obat ini bekerja dengan mengaktifkan enzim *AMP-activated protein kinase* (AMPK), meningkatkan sensitivitas reseptor terhadap insulin, serta memperbaiki fungsi *insulin receptor substrate* (IRS). Aktivasi AMPK berperan dalam menghambat proses pemecahan asam lemak, produksi glukosa (*glukoneogenesis*), dan pemecahan glikogen (*glikogenolisis*) di hati, sehingga membantu meningkatkan penyerapan glukosa oleh sel. Metformin direkomendasikan bagi pasien diabetes tipe 2 dengan kadar HbA1c antara 7-8%. Selain itu, obat ini juga bermanfaat dalam menangani resistensi insulin melalui jalur aktivasi AMPK, khususnya pada individu dengan pradiabetes yang mengalami gangguan toleransi glukosa, serta pada penderita obesitas atau *sindrom ovarium polikistik* (PCOS) (Dewi, 2019).

D. Tinjauan Umum tentang Konversi Sputum

1. Definisi

Angka konversi, atau *conversion rate*, merupakan indikator yang digunakan untuk menilai keberhasilan pengobatan tuberkulosis dengan memantau perubahan status pasien dari hasil pemeriksaan dahak positif menjadi negatif setelah dua bulan menjalani fase pengobatan intensif. Parameter ini berfungsi sebagai alat evaluasi penting untuk mengukur efektivitas terapi serta peran Pengawas Menelan Obat (PMO) (Kemenkes RI, 2020).

Pemeriksaan mikroskopis apusan dahak untuk mendeteksi basil tahan asam (BTA) merupakan metode yang luas digunakan, sederhana, dan terjangkau untuk diagnosis TBC paru sekaligus pemantauan pengobatan. Pemantauan kemajuan terapi dilakukan melalui pemeriksaan dua sampel dahak. Pemeriksaan dianggap negatif (konversi) apabila kedua sampel memberikan hasil negatif. Sebaliknya, ⁴ jika salah satu atau kedua sampel menunjukkan hasil positif, maka pemeriksaan dinyatakan positif (Kemenkes RI, 2019).

2. Kriteria & Dampak Konversi Sputum yang Tertunda

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menganjurkan agar pemeriksaan dahak untuk mendeteksi Basil Tahan Asam (BTA) ⁸ dilakukan pada akhir fase intensif pengobatan pada pasien yang menjalani terapi Obat Anti-Tuberkulosis (OAT) lini pertama, baik untuk kasus baru maupun kasus pengobatan ulang. Pemeriksaan

BTA ini dijadwalkan pada akhir bulan kedua bagi pasien kasus baru yang mendapatkan regimen 2RHZE/4RH, sedangkan untuk pasien pengobatan ulang dilakukan pada akhir bulan ketiga dengan regimen 2RHZES/1RHZE/5RHE. Anjuran ini juga berlaku bagi pasien dengan hasil pemeriksaan sputum BTA yang negatif (Kemenkes RI, 2020).

Apabila hasil pemeriksaan sputum BTA tetap positif pada bulan kelima atau di akhir masa pengobatan, hal tersebut menunjukkan kegagalan terapi, sehingga diperlukan evaluasi cepat untuk mendeteksi kemungkinan TBC resisten obat (MDR-TB) sesuai prosedur yang berlaku. Kartu TBC 01 akan ditutup, dan status hasil pengobatan dicatat sebagai "Gagal." Pengobatan lanjutan dikategorikan sebagai "Pengobatan setelah Gagal." Jika sewaktu-waktu terdeteksi adanya TBC dengan strain yang resisten terhadap obat, maka status pengobatan langsung dinyatakan "Gagal." Sementara itu, bagi pasien dengan sputum BTA negatif sejak awal dan tetap negatif hingga akhir bulan kedua, pemeriksaan sputum lanjutan tidak lagi diperlukan. Pemantauan lebih lanjut difokuskan pada kondisi klinis pasien dan pengawasan berat badan sebagai indikator keberhasilan terapi (Kemenkes RI, 2020).

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi keberhasilan pengobatan Tuberkulosis (TBC) meliputi pengawasan pengobatan

yang kurang optimal pada tahap awal serta rendahnya kepatuhan pasien dalam menjalani terapi, kualitas Obat Anti Tuberkulosis (OAT) yang tidak sesuai standar, pemberian dosis OAT yang lebih rendah dari anjuran, proses penyembuhan yang terhambat akibat adanya lesi kavitas yang luas atau tingginya beban kuman di paru, serta adanya kondisi penyerta (komorbiditas) yang dapat mengurangi kepatuhan pasien atau menghambat respons terhadap pengobatan. Selain itu, infeksi TBC¹⁰⁶ yang disebabkan oleh strain *Mycobacterium tuberculosis* yang resisten terhadap obat juga dapat menyebabkan kegagalan terapi OAT lini pertama. Bagi pasien yang hasil pemeriksaan dahaknya belum menunjukkan konversi, disarankan⁸ untuk mengirimkan spesimen dahak ke fasilitas kesehatan yang memiliki kemampuan melakukan Tes Cepat Molekuler (TCM) atau pemeriksaan biakan (Kemenkes RI, 2020).

Tabel 2.5. Pengertian Hasil Pengobatan

Hasil	Defenisi
Sembuh	Pasien TBC dengan hasil laboratorium positif di awal, kemudian hasil negatif di akhir pengobatan dan pada pemeriksaan sebelumnya
Pengobatan Lengkap	Pasien menyelesaikan pengobatan tanpa hasil pemeriksaan akhir yang lengkap (tidak ada hasil BTA atau biakan), tetapi dianggap telah menjalani pengobatan sesuai standar
Pengobatan Gagal	Pasien tetap menunjukkan hasil BTA atau biakan positif pada bulan kelima atau akhir pengobatan
Meninggal	Pasien meninggal karena alasan apapun sebelum atau selama pengobatan TBC
Putus Obat	Pasien berhenti pengobatan selama ≥ 2 bulan berturut-turut setelah didiagnosis TBC
Tidak Dievaluasi	Tidak tersedia data hasil pengobatan, termasuk pasien yang pindah fasilitas atau hilang kontak
Keberhasilan Pengobatan	Jumlah pasien dengan hasil "Sembuh" dan "Pengobatan Lengkap"

Sumber : Kemenkes RI, 2020

3. Pengumpulan Spesimen

a. Jenis spesimen pemeriksaan Laboratorium TBC

Jenis spesimen untuk pemeriksaan laboratorium TBC disesuaikan dengan jenis penyakit yang diderita pasien. Pada pasien TBC paru, spesimen yang diambil antara lain dahak dan bilas lambung. Sementara itu, pada penderita TBC ekstra paru, jenis spesimen yang dibutuhkan mencakup jaringan tubuh, cairan serebrospinal, serta cairan dari kelenjar getah bening (Kemenkes RI, 2022).

² Spesimen yang direkomendasikan untuk pemeriksaan mikroskopis adalah dahak, baik yang dihasilkan secara alami maupun melalui induksi sputum. Berdasarkan Permenkes No. 67 tentang Penanggulangan Tuberkulosis, untuk mendiagnosis TBC secara mikroskopis, diperlukan dua sampel sputum. Pengambilan contoh sputum dilakukan dalam rentang waktu satu hingga dua hari, dengan kombinasi pengambilan seperti ² Sewaktu - Pagi (SP), Pagi - Sewaktu (PS), atau Sewaktu - Sewaktu (SS), dengan jarak antara pengambilan dahak pertama dan kedua tidak lebih dari 1 jam (Kemenkes RI, 2022).

- 1) Pengambilan spesimen SP: Sampel sputum pertama dikumpulkan secara SEWAKTU saat pasien datang ke fasilitas pelayanan kesehatan. Setelah itu, pasien diberikan wadah khusus untuk mengumpulkan sputum PAGI keesokan harinya, segera setelah bangun tidur.
- 2) Pengambilan spesimen PS: Pada hari pertama, pasien diberikan wadah untuk mengumpulkan sputum yang akan diambil pada keesokan harinya. Keesokan paginya, segera setelah bangun tidur, pasien mengumpulkan sputum dan menyerahkannya ke laboratorium. Setelah itu, pasien menerima wadah lain untuk pengambilan sputum SEWAKTU.

3) Pengambilan spesimen SS: Sampel sputum pertama dikumpulkan secara SEWAKTU saat pasien datang ke fasilitas kesehatan. Setelah pengambilan sampel pertama, pasien diminta menunggu selama satu jam, kemudian diberikan wadah untuk mengumpulkan sampel dahak SEWAKTU berikutnya

b. Lokasi pengambilan spesimen

Sputum mengandung zat yang berpotensi menularkan infeksi, sehingga ketika pasien mengeluarkan sputum, percikan atau partikel aerosol yang terbawa dapat menyebarkan penyakit kepada orang di sekitarnya. Tempat berdahak harus jauh dari kerumunan, seperti di luar ruang obat, pendaftaran, atau pemeriksaan. Selain itu, perlu diperhatikan arah tiupan angin agar percikan droplet tidak tertuju ke arah petugas.

Proses pengumpulan sputum sebaiknya dilaksanakan di tempat terbuka yang terpapar ⁵ sinar matahari langsung atau di ruangan dengan ventilasi yang memadai guna menekan risiko penyebaran droplet berisi kuman. Area pengambilan sputum harus dilengkapi sarana pendukung, seperti wadah khusus untuk membuang sputum serta fasilitas cuci tangan menggunakan air bersih dan sabun. Sebaiknya hindari pengumpulan sputum di ⁵ ruangan tertutup dengan sirkulasi udara yang buruk, seperti kamar mandi, ruang kerja (meliputi area pendaftaran, pengumpulan

sampel, dan laboratorium), ruang tunggu, ataupun lokasi umum lainnya (Kemenkes RI, 2022).

c. Cara mengumpulkan dahak

Mulailah dengan berkumur menggunakan air bersih. Setelah itu, ambil napas dalam-dalam, tahan selama lima detik, lalu keluarkan secara perlahan. ³ Ulangi langkah ini sebanyak dua hingga tiga kali, kemudian buang napas dengan kuat. Buka wadah penampung dahak, keluarkan dahak dengan kuat, lalu masukkan ke dalam wadah tersebut. Setelah selesai, tutup wadah dahak dengan rapat dan cuci tangan menggunakan air dan sabun. Jika perlu, ulangi proses hingga mendapatkan dahak yang ideal. Bila mengalami kesulitan, disarankan melakukan olahraga ringan dan menarik napas dalam, menahan napas sejenak, lalu batuk. Alternatif lainnya adalah dengan memperbanyak minum air atau mengonsumsi satu tablet gliseril guaiakolat 200 mg sebelum tidur. Setelah semua tahapan selesai, serahkan pot berisi dahak kepada petugas laboratorium di tempat yang telah disediakan.

4. Prosedur Pemeriksaan Mikroskopis TBC (Kemenkes RI, 2022)

a. Alat dan Bahan untuk Pembuatan Sediaan Mikroskopis TBC:

Peralatan yang diperlukan meliputi kaca sediaan frosted yang baru dan bersih (tidak bekas), bambu lidi yang ujungnya telah dipipihkan dengan tang, tusuk gigi, lampu spirtus atau Bunsen, serta pensil 2B. Selain itu, disiapkan wadah

pembuangan kecil yang berisi disinfektan untuk bambu lidi, jas laboratorium berlengan panjang dengan karet di pergelangan tangan, masker, dan sarung tangan. Peralatan tambahan yang juga dibutuhkan adalah pinset, disinfektan seperti Lysol 5%, alkohol 70%, atau larutan hipoklorit 0,5%, serta tempat sampah infeksius yang telah diberi disinfektan.

b. Cara pembuatan sediaan

Langkah pertama adalah memipihkan ujung lidi menggunakan tang hingga membentuk serabut. Selanjutnya, letakkan sampel di atas kaca objek dengan bentuk oval berukuran 2x3 cm, lalu ratakan menggunakan tusuk gigi membentuk spiral kecil hingga mengering. Setelah digunakan, lidi dan tusuk gigi bekas harus segera dimasukkan ke dalam wadah plastik yang telah berisi cairan disinfektan. Sampel kemudian disebar kembali di atas kaca sediaan berukuran sama, diratakan membentuk spiral kecil hingga kering dan siap untuk proses fiksasi. Pastikan apusan berada dalam posisi menghadap ke atas, kemudian pegang kaca objek dengan pinset dan lakukan fiksasi sebanyak dua hingga tiga kali menggunakan api dari Bunsen.

c. Pewarnaan metode ZN

1) ² Prinsip Pewarnaan Ziehl-Neelsen

Mycobacterium tuberculosis memiliki lapisan dinding sel yang kaya akan lipid (asam mikolik) yang bersifat tahan terhadap asam. Pemanasan membantu pewarna Carbol Fuchsin menembus dinding sel, dan dinding sel tetap mempertahankan pewarna tersebut meskipun dilakukan dekolorisasi dengan asam alkohol.

2) Alat dan Bahan

Peralatan yang diperlukan untuk proses pewarnaan meliputi tempat ¹² pewarnaan, pinset atau penjepit kayu, air mengalir atau ¹² botol semprotan air, serta lampu spiritus atau alat pemanik api. Selain itu, diperlukan kain basah, tempat pengering, dan pengatur waktu untuk memastikan setiap tahap berlangsung sesuai durasi yang ditentukan. ³⁷ Reagen Ziehl-Neelsen (ZN) yang digunakan terdiri atas Carbol Fuchsin 1%, Asam Alkohol 3%, dan Methylene Blue 0,1%. Peralatan tambahan lainnya mencakup corong, kertas saring, dan pipet tetes untuk mendukung proses pewarnaan secara optimal.

3) ³ Spesifikasi reagen ZN

Satu kit reagen Ziehl Neelsen terdiri dari 1 botol Carbol Fuchsin 1% (100 ml), 3 botol Asam Alkohol 3% (100

ml), dan 1 botol Methylene Blue 0,1% (100 ml). Reagen disimpan dalam botol kaca berwarna gelap dengan mulut botol berulir (4-6 ulir) dan tutup bersegel. Setiap botol diberi label warna yang berbeda: Carbol Fuchsin dengan warna merah, asam alkohol dengan warna putih, dan Methylene Blue dengan warna biru. Kit reagen dikemas dalam dus yang mencantumkan informasi seperti nama institusi pembuat, nama larutan, konsentrasi, volume, tanggal pembuatan, tanggal kedaluwarsa, dan nomor batch. Kit harus disimpan di lokasi yang terhindar dari paparan sinar matahari langsung. Satu kit reagen cukup untuk mewarnai 30 sediaan BTA, dengan masa kedaluwarsa maksimal 1 tahun sejak tanggal pembuatan.

4) Prosedur pewarnaan BTA dengan metode Ziehl Neelsen:

Langkah pewarnaan dimulai dengan menempatkan sediaan pada rak dengan jarak antar sediaan sekitar 2–3 cm. Selanjutnya, teteskan larutan Carbol Fuchsin 1% hingga seluruh permukaan apusan tertutupi. Panaskan sediaan menggunakan api hingga muncul uap, namun jangan sampai mendidih, lalu biarkan selama minimal 10 menit dan padamkan api dengan kain basah. Setelah itu, bilas sediaan secara hati-hati dengan air mengalir, hindari menyemburkan air langsung ke apusan. Langkah

berikutnya adalah menuangkan larutan asam alkohol 3% selama tiga menit, kemudian bilas hingga bersih. Jika warna merah masih tampak, ulangi proses dekolorisasi. Setelah itu, teteskan larutan ³ Methylene Blue 0,1% hingga seluruh permukaan sediaan terlapisi, biarkan selama satu menit, lalu bilas kembali dengan air mengalir. Terakhir, letakkan sediaan pada rak pengering hingga kering. Sediaan yang telah kering siap untuk diperiksa.

- 5) ² Pembacaan Sediaan BTA dan Interpretasi Hasil berdasarkan pedoman *International Union Against Tuberculosis and Lung Diseases* (IUATLD)

a) Penggunaan Mikroskop

Langkah pemeriksaan mikroskopis dimulai dengan menggunakan lensa objektif 10X untuk menentukan fokus pada sediaan. Setelah fokus diperoleh, tambahkan satu tetes minyak imersi pada permukaan sediaan, dengan memastikan bahwa pipet tidak menyentuh apusan. Selanjutnya, putar lensa objektif ke pembesaran 100X untuk melakukan pengamatan lebih detail. Amati sediaan dengan membaca ² dari ujung kiri ke ujung kanan mengikuti garis horizontal terpanjang, dan periksa minimal 100 lapang pandang. Hitung jumlah basil tahan

asam (BTA) yang ditemukan sepanjang garis horizontal tersebut untuk mendapatkan hasil yang akurat.

b) Pelaporan skala IUATLD

Tabel 2.6. Pembacaan Hasil Pemeriksaan BTA

Interpretasi Hasil	Jumlah BTA Yang ditemukan	Penulisan Hasil
Negatif	Tidak ditemukan BTA minimal dalam 100 lapang pandang	Neg (tidak boleh ditulis dengan '-')
Scanty	1-9 BTA dalam 100 lapang pandang (Tuliskan jumlah BTA yang ditemukan, misal : 2 bta, 4 bta)	2 bta 4 bta
1+	10 – 99 BTA dim 100 lapang pandang	1+
2+	1 – 10 BTA setiap 1 lapang pandang (periksa minimal 50 lapang pandang)	2+
3+	≥ 10 BTA setiap 1 lapang pandang (periksa minimal 20 lapang pandang)	3+

Sumber: Kemenkes RI, 2022

Keterangan: Hasil negatif ditulis menggunakan tinta hitam atau biru, sedangkan hasil positif dan scanty ditulis dengan tinta merah

D. Kerangka Pikir

Mycobacterium tuberculosis adalah bakteri penyebab tuberkulosis (TBC). Infeksi ini biasanya menyerang paru – paru sebagai organ utama, paru – paru menjadi lebih rentan terhadap infeksi *Mycobacterium tuberculosis* terutama jika sistem kekebalan tubuh seseorang melemah. Hal ini menjadikan individu lebih mudah terpapar berkembang menjadi TBC aktif.

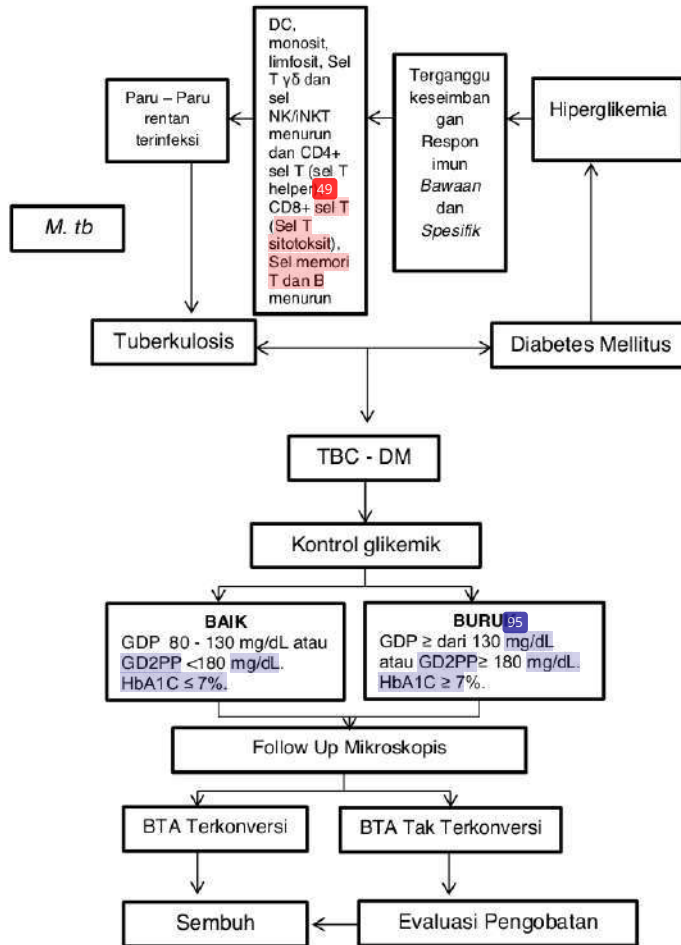
11
Diabetes Mellitus (DM) adalah kelainan metabolik yang dicirikan oleh hiperglikemia akibat gangguan produksi atau aktivitas insulin, efek hiperglikemia memberikan dampak yang signifikan terhadap sistem imunitas tubuh, mengganggu keseimbangan respon imun bawaan dan spesifik. Berkurangnya fungsi makrofag dan sel dendritik untuk mendeteksi dan membunuh bakteri, menyebabkan penurunan aktivitas Sel T CD4+ dan CD8+ yang berperan dalam mengeliminasi bakteri *Mycobacterium tuberculosis* dan menurunkan sel memori T yang berfungsi untuk memberikan respon cepat tubuh terhadap infeksi ulang akibatnya tubuh menjadi sulit melawan infeksi TBC.

Ketika penderita mengalami TBC dan DM secara bersamaan, kedua penyakit ini saling memperburuk kondisi, Tuberkulosis memperburuk Diabetes Mellitus dengan meningkatkan stress metabolik, sehingga kadar gula darah menjadi sulit di atur. DM memperburuk TBC, kondisi hiperglikemia membuat infeksi TBC sulit dikendalikan karena lemahnya respon imun, sehingga pengendalian glikemik yang optimal sangat penting untuk mendukung respon tubuh terhadap pengobatan TBC.

Setelah dilakukan pengobatan, pasien perlu menjalani pemeriksaan mikroskopis BTA untuk mengetahui bahwa pengobatan yang diberikan berhasil atau memerlukan evaluasi dan modifikasi strategi pengobatan. Oleh karena itu, kontrol glikemik adalah kunci

utama untuk meningkatkan efektivitas pengobatan TBC pada pasien DM. kombinasi pengobatan yang tepat dan pemantauan gula darah yang ketat akan memberikan hasil yang lebih baik, mencegah komplikasi dan meningkatkan peluang kesembuhan. Maka digambarkan kerangka pikir sebagai berikut:

E. Kerangka Pikir



Gambar 2.4. Kerangka Pikir

E. Hipotesis Penelitian

1. H_0 : Tidak ada ⁷ hubungan kontrol glikemik dengan status konversi sputum BTA penderita TBC komorbid DM
2. H_1 : Ada ⁷⁵ hubungan kontrol glikemik dengan status konversi sputum BTA penderita TBC komorbid DM

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah deskriptif analitik dengan pendekatan potong lintang. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan kontrol glikemik dengan status konversi sputum BTA pada penderita TBC komorbid DM

B. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh penderita TBC dengan komorbid DM yang menjalani pengobatan anti-tuberkulosis pada bulan Januari - Februari 2025 di Kabupaten Kepulauan Selayar.

2. Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini adalah penderita TBC dengan komorbid DM, yang diambil secara tidak acak dengan teknik *total sampling* di mana seluruh populasi yang memenuhi kriteria tertentu dijadikan sebagai sampel penelitian

a. Kriteria inklusi

- 1) Penderita TBC paru aktif yang dikonfirmasi melalui tes sputum (BTA/GeneXpert)
- 2) Memiliki komorbid DM yang dikonfirmasi melalui riwayat medis atau pemeriksaan HbA1c ($\geq 6,5\%$) dan atau kadar

glukosa darah puasa (≥ 126 mg/dL) atau TTGO 2 jam (≥ 200 mg/dl)

- 3) Penderita TBC SO yang akan menyelesaikan pengobatan tahap intensif pada minggu ke-7 atau ke-8
- 4) Sampel sputum/dahak yang memenuhi syarat untuk dilakukan pemeriksaan

b. Kriteria Eksklusi

- 1) Penderita dengan infeksi HIV atau penyakit immunosupresif lainnya.
- 2) Penderita TBC resisten obat (MDR-TBC)
- 3) Penderita yang tidak siap menjalani pemantauan secara teratur

102

C. Tempat Pengambilan Sampel, Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Tempat Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel penelitian dilaksanakan di wilayah kerja UPTD Puskesmas Bontosikuyu, Bontosunggu, Benteng, Barugaia, dan Bontomatene Kabupaten Kepulauan Selayar

2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di UPTD Puskesmas Pasilambena Kabupaten Kepulauan Selayar

133

3. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 10 s/d 27 Maret 2025

D. Defenisi Operasional

1. Penderita TBC komorbid DM adalah pasien atau individu yang sedang menjalani pengobatan OAT dan memiliki penyakit penyerta DM di Kabupaten Kepulauan Selayar
2. Glikemik baik adalah kondisi normal kadar glukosa darah pada penderita TBC komorbid DM di Kabupaten Kepulauan Selayar
3. Glikemik buruk adalah meningkatnya kadar glukosa darah pada penderita TBC komorbid DM yang sedang menjalani pengobatan di Kabupaten Kepulauan Selayar
4. Konversi sputum adalah tidak ditemukan BTA Positif pada sputum yang diambil pada minggu ke-7 atau minggu ke-8 fase intensif pengobatan penderita TBC komorbid DM
5. Fase intensif adalah tahap awal pengobatan penderita TBC komorbid DM, dengan durasi pengobatan selama dua bulan

E. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas yang dianalisis dalam penelitian ini adalah kontrol glikemik

2. Variabel Terikat

Variabel terikat yang dianalisis dalam penelitian ini adalah konversi sputum penderita TBC komorbid DM

F. Prosedur Penelitian

1. Tahap persiapan
 - a. Mendapatkan izin dari Prodi Sarjana Terapan Poltekkes Kemenkes Makassar guna melaksanakan penelitian
 - b. Mengajukan permohonan ¹⁴⁶ penelitian di Dinas Penanaman Modal dan PTSP Kabupaten Kepulauan Selayar
 - c. Mengajukan surat penelitian kepada Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Kepulauan Selayar
2. Tahap pelaksanaan
 - a. Memberikan persetujuan informasi (*informed consent*) kepada ¹¹⁵ responden sebagai bentuk pernyataan kesediaan mereka untuk menjadi sampel dalam penelitian.
 - b. Meminta kepada responden untuk mengisi daftar pertanyaan (*quisioner*) riwayat penyakit
 - c. Melakukan pengambilan sampel dan pemeriksaan laboratorium terhadap spesimen darah kapiler dan spesimen sputum
 - d. Mencatat hasil pemeriksaan glukosa darah puasa metode glukometer dan pemeriksaan mikroskopis TBC metode *Ziehl-Neelsen*
 - e. Setelah data terkumpul, peneliti mulai memproses data.
 - f. Setelah data diproses, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis data.

3. Prosedur Pemeriksaan BTA Metode *Ziehl-Neelsen* (Kemenkes RI, 2022)

a. Tahap Pra Analitik

1) Persiapan pasien

- a) Edukasi pasien tentang tujuan pemeriksaan, pentingnya spesimen yang baik, dan cara mengeluarkan dahak dengan benar
- b) Pasien dianjurkan tidak makan sebelum pengambilan spesimen pagi.
- c) Minum air putih hangat sebelum pengambilan dahak untuk mempermudah pengeluaran.
- d) Hindari berkumur dengan antiseptik, cukup dengan air bersih.
- e) Pastikan pasien dalam kondisi stabil dan mampu mengeluarkan dahak secara mandiri.
- f) Berikan pot dahak yang bersih, kering, dan tertutup rapat.

2) Persiapan spesimen

Jenis Spesimen adalah sputum, diperlukan dua spesimen dahak dengan kombinasi: Sewaktu-Pagi (SP), Pagi-Sewaktu (PS), Sewaktu-Sewaktu (SS)

12

3) Persiapan alat dan bahan

Alat dan bahan untuk pembuatan sediaan dan pewarnaan BTA berupa kaca sediaan frosted baru, bambu lidi yang ujungnya dipipihkan dengan tang, tusuk gigi, lampu spiritus/bunsen, pensil 2B, wadah pembuangan kecil berisi disinfektan, jas laboratorium berlengan panjang dan karet di pergelangan tangan, masker, sarung tangan, pinset, disinfektan (lysol 5%, alkohol 70%, hipoklorit 0,5%), rak pewarnaan, pinset atau penjepit kayu, air mengalir atau botol semprot air, pengatur waktu, reagen ZN (Carbol Fuchsin 1%, Asam Alkohol 3%, dan Methylene Blue 0,1%), dan Pipet tetes

4) Cara Mengumpulkan Dahak

72

Jika pasien menggunakan gigi palsu, mohon untuk dilepaskan terlebih dahulu. Selanjutnya, pasien diminta berkumur dengan air bersih. Setelah itu, tarik napas dalam, tahan selama 5 detik, lalu hembuskan perlahan. Ulangi langkah ini sebanyak 2 – 3 kali, kemudian batuk dengan kuat. Sampel dahak yang keluar dimasukkan kedalam pot steril dengan volume 3-5 mL, lalu tutup rapat.

100

b. Tahap Analitik

1) Pembuatan sediaan BTA

- a) Dipipihkan ujung lidi menggunakan tang hingga berbentuk serabut.
- b) Diambil sampel menggunakan lidi dan diletakan diatas kaca objek berbentuk oval dengan ukuran 2x3 cm. Lalu diratakan sampel menggunakan tusuk gigi dengan gerakan spiral kecil hingga kering
- c) Pastikan apusan yang telah kering berada dalam posisi menghadap keatas, kemudian dipegang kaca objek menggunakan pinset dan lakukan fiksasi dengan melewatkannya diatas api bunsen sebanyak 2-3 kali.

2) Pewarnaan Metode *Ziehl-Neelsen*

- a) Diletakan sediaan diatas rak dengan jarak antar sediaan sekitar 2-3 cm.
- b) Ditetaskan larutan Carbol Fuchsin 1% melalui sampai menutupi apusan.
- c) Dipanaskan sediaan menggunakan api nyala kecil hingga uap mulai terlihat (tanpa mendidih), biarkan selama minimal 10 menit, lalu padamkan api dengan kain basah.
- d) Dibilas sediaan secara hati-hati menggunakan air mengalir, hindari menyemprotkan air langsung pada apusan.

e) Didekolorisasi dengan asam alkohol 3% keapusan selama 3 menit, kemudian bilas dengan air mengalir hingga bersih, dan ulangi dekolorisasi jika masih tampak warna merah.

f) Ditetaskan larutan *Methylene Blue* 0,1% hingga sediaan terlapisi sepenuhnya, biarkan selama satu menit, lalu bilas dengan air yang mengalir.

g) Diletakkan sediaan di rak pengering untuk dikeringkan. sediaan siap untuk diperiksa.

3) Pemeriksaan Mikroskopis Sediaan BTA

a) Penggunaan Mikroskop

Fokus dengan lensa objektif 10X, kemudian teteskan minyak imersi dan periksa dengan lensa objektif 100X, periksa minimal 100 lapang pandang

b) Interpretasi Hasil (IUATLD) *International Union Against Tuberculosis and Lung Diseases* (Kemenkes RI, 2022)

1.1) Negatif: Tidak ditemukan BTA

2.1) Scanty: 1-9 BTA/100 lapang pandang

3.1) 1+: 10-99 BTA/100 lapang pandang

4.1) 2+: 1-10 BTA/lapang pandang

5.1) 3+: >10 BTA/lapang pandang

c. Tahap Paska Analitik

- 1) Interpretasi hasil disesuaikan dengan skala IUATLD
- 2) Pelaporan hasil, untuk hasil negatif ditulis dengan tinta hitam/biru, hasil positif dengan tinta merah
- 3) Pengiriman hasil pemeriksaan disampaikan ke dokter atau unit terkait
- 4) Dokumentasi hasil sesuai standar

4. Prosedur Pemeriksaan Glukosa Darah Puasa (GDP)

a. Pra Analitik

1) Persiapan Pasien:

- a) Pasien diminta untuk berpuasa selama 8-10 jam sebelum pemeriksaan (tidak makan dan minum kecuali air putih).
- b) Pastikan pasien tidak mengonsumsi obat-obatan yang dapat memengaruhi kadar glukosa darah, kecuali atas anjuran dokter.

2) Persiapan Alat dan Bahan:

- a) Glukometer: Pastikan alat dalam kondisi baik dan baterai terisi penuh.
- b) Strip Tes Glukosa: Pastikan strip tes yang digunakan masih dalam masa berlaku dan sesuai dengan jenis glukometer yang digunakan.
- c) Alkohol swab dan kapas / kasa untuk membersihkan dan menutup area tusukan setelah pengambilan darah.

b. Analitik

- 1) Pemilihan ²⁵ tempat penusukan
Dipilih tepi ujung jari tangan (bagian lateral ujung jari), terutama pada jari ke-3, 4, dan 5 karena kurang menimbulkan rasa nyeri
- 2) Cuci tangan dengan air dan sabun dan keringkan lalu gunakan sarung tangan
- 3) ⁷⁴ Dibersihkan tempat yang akan ditusuk dengan alkohol swab
- 4) ⁷⁴ Dilakukan pemijatan ringan ujung jari sebelum ditusuk
- 5) Dilakukan penusukan dengan lancet steril
- 6) Teteskan darah pada ujung strip glukosa yang terhubungan dengan glukometer
- 7) Glukometer akan membaca kadar glukosa darah puasa dengan reaksi kimia pada strip tes yang terhubung dengan alat.
- 8) Ditunggu beberapa detik untuk mendapatkan hasil kadar glukosa darah yang muncul pada layar glukometer.

c. Pasca Analitik

- 1) Dicatat hasil pemeriksaan
- 2) Pelaporan hasil pemeriksaan GDP 80 – 130 mg/dL terkategori glikemik terkontrol baik dan jika kadar GDP ≥ 130 mg/dL maka glikemik terkontrol buruk (PERKENI, 2021).

17 G. Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer berupa karakteristik subjek penelitian yaitu, nama, jenis kelamin, umur, pendidikan terakhir, urutan kejadian penyakit dan lokasi fasilitas kesehatan serta hasil pemeriksaan mikroskopis TBC dan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah puasa.

6 H. Pengolahan dan Penyajian Data

1. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan komputer dengan program *Statistical Package for Social Science (SPSS)*.

Adapun langkah - langkah pengolahan data dilakukan dengan cara :

- a. *Editing* : Setelah data terkumpul diperiksa kelengkapan, keseragaman, dan kesinambungan data.
- b. *Koding* : Pemberian kode pada data
- c. *Entry data* : Setelah data diperiksa dimasukkan dalam tabel
- d. *Cleaning data* : Mengklasifikasikan data sesuai jenisnya dan memindahkan data tersebut sesuai kebutuhan

2. Penyajian Data

Penyajian data dilakukan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi disertai penjelasan-penjelasan dan tabel *analitik* untuk memudahkan melihat hubungan antara variabel dependen dan variabel independen

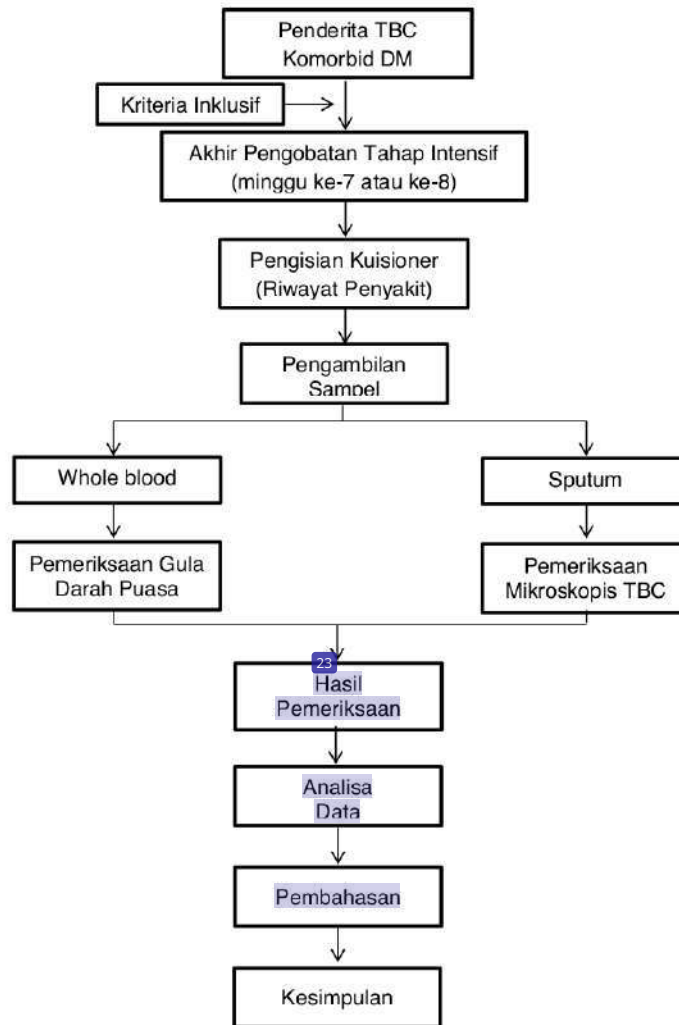
I. Analisa Data

Data yang terkumpul dan dianggap bebas dari kesalahan dianalisis menggunakan perangkat lunak IBM SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Analisis diawali dengan uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk. Data dianggap tidak berdistribusi normal jika nilai $p < 0,05$. Selanjutnya dianalisis secara deskriptif (univariat) serta dilakukan uji hipotesis menggunakan uji *fisher's exact* (bivariat) untuk melihat hubungan antara variabel kontrol glikemik dan status konversi sputum (Almasdi Syahza, 2021):

Interpretasi hasil dikatakan mempunyai hubungan apabila nilai p lebih kecil dari nilai signifikansi (α) = 0,05 atau dapat diinterpretasikan sebagai berikut :

1. Apabila nilai $p \leq 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan ada hubungan yang signifikan antara kontrol glikemik dan status konversi sputum pada penderita TBC komorbid DM.
2. Apabila nilai $p \geq 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak sehingga dapat disimpulkan tidak ada hubungan yang signifikan antara kontrol glikemik dan status konversi sputum pada penderita TBC komorbid DM.

J. Kerangka Operasional



Gambar 3.1. Kerangka Operasional

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 15 penderita tuberkulosis (TBC) dengan komorbid diabetes melitus (DM) yang menjalani pengobatan di wilayah kerja UPTD Puskesmas Bontosikuyu, Bontosunggu, Benteng, Barugaia, dan Bontomatene, Kabupaten Kepulauan Selayar pada periode 10–27 Maret 2025. Sampel yang digunakan berupa darah lengkap (*whole blood*) dan sputum, diperoleh dari penderita yang telah memberikan persetujuan tertulis (*informed consent*), mengisi kuesioner, serta menjalani pemeriksaan glukosa darah puasa dan pemeriksaan mikroskopis sputum untuk deteksi TBC.

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode *total sampling*, di mana seluruh populasi yang memenuhi kriteria inklusi dijadikan sebagai sampel. Penelitian ini menggunakan desain potong lintang (*cross-sectional study*). Peneliti secara langsung mengidentifikasi subjek penelitian dengan mengumpulkan data primer, meliputi nama, usia, jenis kelamin, riwayat penyakit, hasil pemeriksaan glukosa darah puasa, serta hasil pemeriksaan mikroskopis sputum untuk deteksi TBC.

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah, dianalisis, dan diinterpretasikan menggunakan perangkat lunak SPSS (*Statistical*

Package for the Social Sciences), sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

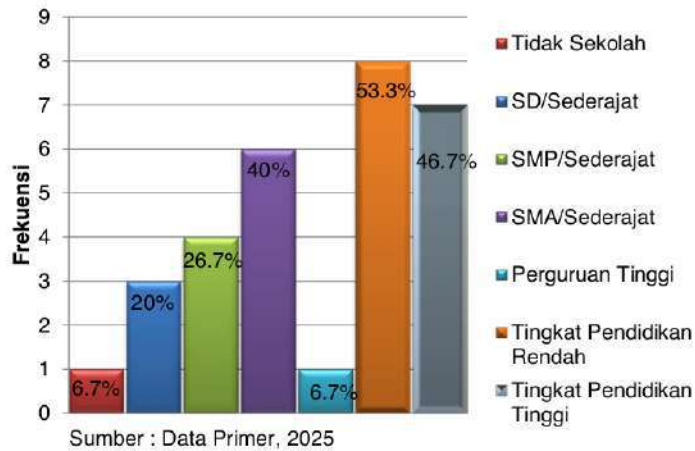
Tabel 4.1. Distribusi Jenis Kelamin dan Umur Responden

Umur (Tahun)	Jenis Kelamin		Total
	L	P	
20 - 39	0 (0.0%)	1 (6.7%)	1 (6.7%)
40 - 59	2 (13.3%)	6 (40%)	8 (53.3%)
> 60	3 (20%)	3 (20%)	6 (40%)
Total (n)	5 (33.3%)	10 (66.7%)	15 (100%)

Sumber : Data Primer, Maret 2025

Berdasarkan tabel 4.1, mayoritas subjek penelitian berjenis kelamin perempuan, yaitu sebanyak 10 orang (66,7%), sedangkan laki-laki berjumlah 5 orang (33,3%). Usia subjek penelitian bervariasi, dengan usia termuda 23 tahun dan usia tertua 85 tahun, serta rata-rata usia sebesar 53,7 tahun. Jika dilihat berdasarkan kelompok usia, kelompok usia 40–59 tahun mendominasi, dengan jumlah perempuan sebanyak 6 orang (40,0%) dan laki-laki sebanyak 2 orang (13,3%). Pada kelompok usia >60 tahun, terdapat 6 orang (40,0%) dengan distribusi yang seimbang antara laki-laki dan perempuan, masing-masing sebanyak 3 orang (20,0%). Sementara itu, kelompok usia 20–39 tahun merupakan yang paling sedikit, hanya 1 orang (6,7%), seluruhnya berjenis kelamin perempuan.

Grafik 4.1. Distribusi Pendidikan



Pendidikan terakhir subjek penelitian bervariasi, dengan 1 orang (6,7%) tidak pernah mengenyam pendidikan formal, 3 orang (20,0%) memiliki pendidikan setara SD, 4 orang (26,7%) setara SMP, 6 orang (40,0%) setara SMA, dan 1 orang (6,7%) telah menempuh pendidikan tinggi. Berdasarkan tingkat pendidikan, sebanyak 53% subjek penelitian termasuk dalam kategori pendidikan rendah, sementara 46,7% berada dalam kategori pendidikan tinggi.

Tabel 4.2 menunjukkan distribusi urutan kejadian penyakit berdasarkan lokasi fasilitas kesehatan (Faskes) tempat pasien menjalani pemeriksaan atau penanganan. Mayoritas pasien diketahui mengalami diabetes melitus (DM) terlebih dahulu sebelum terdiagnosis tuberkulosis (TBC), yaitu sebanyak 10 orang (66,7%). Sebaliknya,

hanya 1 orang (6,7%) yang terdiagnosis TBC terlebih dahulu dibandingkan DM, sementara sebanyak 4 orang (26,7%) mengalami kedua penyakit tersebut secara bersamaan. Berdasarkan lokasi fasilitas kesehatan, jumlah responden terbanyak berasal dari Faskes A, sebanyak 5 orang (33,3%), diikuti oleh Faskes B dan D masing-masing ¹³⁸sebanyak 4 orang (26,7%), dan Faskes C sebanyak 2 orang (13,3%).

Tabel 4.2. Distribusi Urutan Kejadian TBC dan Lokasi Fasilitas Kesehatan

Urutan Kejadian Penyakit	Lokasi Fasilitas Kesehatan				Total
	Faskes A	Faskes B	Faskes C	Faskes D	
DM	3 (20%)	2 (13.3%)	2 (13.3%)	3 (20%)	10 (66.7%)
TBC	1 (6.7%)	-	-	-	1 (6.7%)
Bersamaan	1 (6.7%)	2 (13.3%)	-	1 (6.7%)	4 (26.7%)
Total	5 (33.3%)	4 (26.7%)	2 (13.3%)	4 (26.7%)	15 (100%)

Sumber : Data Primer, Maret 2025

Tabel 4.3. Rata - Rata Kadar GDP Pada Kontrol Glikemik

Kontrol Glikemik	Mean	N	Std. Deviation	Min.	Mak.
Baik	124.25	12	5.190	111	130
Buruk	296.00	3	90.835	201	382
⁶⁵ Total	158.60	15	79.099	111	382

Sumber : Data Primer, Maret 2025

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa dari total 15 penderita TBC komorbid DM, nilai glukosa darah puasa terendah 111 ³⁹mg/dL dan tertinggi 382 mg/dL dengan rata-rata kadar glukosa darah puasa adalah 158,60 mg/dL. Sebanyak 12 penderita memiliki kontrol glikemik baik, dengan rata-rata kadar glukosa darah puasa sebesar 124,25

mg/dL. Sementara itu, 3 penderita dengan kontrol glikemik buruk memiliki rata-rata kadar glukosa darah puasa sebesar 296 mg/dL.

Tabel 4.4. Distribusi Kategori Kontrol Glikemik dengan Status Konversi Sputum

Karakteristik Penelitian		Kontrol Glikemik		Total
		Baik	Buruk	
Status Konversi Sputum	Negatif	12 (80%)	1 (6.7%)	13 (86.7)
	Positif	-	2 (13.3%)	2 (13.3%)
	Total	12 (80%)	3 (20%)	15 (100%)

Sumber : Data Primer, Maret 2025

Berdasarkan tabel 4.4, diketahui bahwa dari 15 penderita, sebanyak 12 orang (80%) memiliki kontrol glikemik baik, sementara 3 orang (20%) memiliki kontrol glikemik buruk. Pada kelompok dengan kontrol glikemik baik, seluruhnya (100%) menunjukkan hasil konversi sputum negatif. Sebaliknya, pada kelompok dengan kontrol glikemik buruk, hanya 1 orang (6,7%) yang mengalami konversi sputum negatif, sementara 2 orang (13,3%) tetap menunjukkan hasil sputum positif.

Tabel 4.5. Rerata Waktu Konversi pada Kontrol Glikemik Baik dan Kontrol Glikemik Buruk

Kontrol Glikemik	Mean	N	Std. Deviation	Min.	Mak.
Baik	54.17	12	1.946	52	56
Buruk	71.00	3	14.177	55	82
Total	57.53	15	8.959	52	82

Sumber : Data Primer, Maret 2025

Berdasarkan tabel 4.5, rata-rata waktu konversi sputum pada 12 penderita dengan kontrol glikemik baik adalah 54,17 hari dengan standar deviasi 1,946. Sementara itu, 3 penderita dengan kontrol glikemik buruk memiliki rata-rata waktu konversi sebesar 71 hari

dengan standar deviasi 14,177. Secara keseluruhan, rata-rata waktu konversi sputum dari seluruh 15 penderita adalah 57,53 hari dengan standar deviasi 8,859.

Tabel 4.6. Hubungan Kontrol Glikemik dengan Status Konversi Sputum

Status Konversi	Kontrol Glikemik		Total (n)	Fisher's Exact Test (p<0.05)	Odds Ratio (OR)	Spearman Correlation (rho)
	Baik	Buruk				
Negatif	12	1	15	0.029	3.0	0.784
Positif	0	2				

Sumber : Data Primer, Maret 2025

Berdasarkan hasil analisis bivariat pada tabel 4.6, nilai p yang diperoleh melalui uji *Fisher's Exact* adalah 0,029, yang lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis alternatif (H_a) diterima dan hipotesis nol (H_0) ditolak, menandakan adanya hubungan yang signifikan antara kontrol glikemik dengan status konversi sputum pada penderita TBC dengan DM. Dukungan lebih lanjut terhadap temuan ini diperoleh dari nilai *Odds Ratio* sebesar 3,0 dan koefisien korelasi sebesar 0,784

B. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur distribusi frekuensi status kontrol glikemik baik dan buruk pada penderita tuberkulosis (TBC) dengan komorbid Diabetes Mellitus (DM), serta untuk menganalisis rerata waktu konversi sputum pada kedua kelompok tersebut dan hubungannya.

Karakteristik subjek merupakan faktor penting dalam memahami kondisi pasien yang diteliti. Berdasarkan hasil penelitian terhadap 15 penderita TBC dengan komorbid DM, ditemukan bahwa prevalensi responden perempuan lebih dominan, dengan persentase 66,7%, yang berisiko terinfeksi TBC komorbid DM, dibandingkan dengan laki-laki yang hanya sebesar 33,3%.⁸⁵ Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ardi *et al.* (2024), yang menunjukkan bahwa prevalensi perempuan sebesar 61,6% memiliki risiko lebih tinggi untuk mengembangkan TBC komorbid DM, sedangkan laki-laki hanya sebesar 38,2%.

²⁰ Namun, temuan ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Santoso di RSUD Al Ihsan Bandung pada tahun 2023,¹⁴¹ yang menggunakan metode *total sampling* dan menemukan bahwa laki-laki sebesar 83% lebih dominan menderita TBC dengan komorbid DM dibandingkan perempuan yang hanya sebesar 17%. Perbedaan ini mungkin dipengaruhi oleh faktor lingkungan, di mana perempuan yang aktif merawat orang sakit sekaligus menjalankan peran sebagai ibu rumah tangga dapat meningkatkan kerentanannya terhadap kejadian TBC-DM (Wokneh *et al.*, dalam Muhammad Nur, 2022).

Meskipun demikian, jenis kelamin perempuan bukan merupakan faktor utama, melainkan hanya sebagai faktor risiko tambahan terhadap kejadian TBC dengan komorbid DM. Perbedaan hasil temuan ini dengan penelitian sebelumnya dapat dipengaruhi oleh metodologi,

populasi yang diteliti, atau faktor-faktor lainnya. Faktor *host*, seperti malnutrisi, infeksi HIV, penggunaan alkohol, merokok, status sosio-ekonomi, akses terhadap layanan kesehatan, dan respons imun, juga berperan dalam perbedaan risiko TBC-DM berdasarkan jenis kelamin (Boudou *et al.*, 2024).

Pengelompokan usia dalam subjek penelitian menjadi aspek yang krusial karena ¹³⁴ seiring bertambahnya usia, tubuh mengalami berbagai perubahan, termasuk penurunan fungsi organ dan metabolisme, serta berkurangnya aktivitas fisik. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko munculnya berbagai penyakit dan memperburuk kondisi kesehatan, terutama pada individu dengan komorbiditas, yang semakin rentan terhadap dampak negatif dari penuaan.

¹⁷⁰ Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mayoritas penderita TBC dengan komorbid DM berasal dari kelompok usia paruh baya dan lansia, yaitu usia 40 tahun ke atas. Dari total 15 responden, ¹⁵ sebanyak 8 orang (53,3%) berada dalam rentang usia 40–59 tahun, sementara 6 orang (40%) berusia ≥ 60 tahun. Secara kumulatif, rata-rata usia pasien adalah 53,73 tahun, dengan kelompok usia 40 tahun ke atas mencakup 93,3% dari total responden. Temuan ⁵⁸ ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nadapdap (2024), yang menunjukkan bahwa kasus TBC dengan komorbid DM tertinggi ditemukan pada usia paruh baya dengan risiko sebesar 41,7%, diikuti oleh lansia sebesar 21,7%, dan hanya 1% pada usia 19–39 tahun. Hasil uji statistik juga

menunjukkan adanya pengaruh signifikan antara tuberkulosis komorbid Diabetes Mellitus dengan usia.

Peningkatan usia ¹⁶³ merupakan salah satu faktor risiko penting dalam kejadian tuberkulosis (TBC) yang disertai dengan diabetes melitus (DM). Seiring bertambahnya usia, sistem imun seseorang mengalami penurunan fungsi, yang dikenal dengan istilah *immunosenescence*. Penurunan fungsi imun ini terutama terjadi pada sel-sel imun seperti limfosit T dan makrofag, yang ¹²¹ memiliki peran penting dalam mengendalikan infeksi *Mycobacterium tuberculosis* (Kumar *et al.*, 2023). Di sisi lain, proses penuaan juga menyebabkan ¹¹⁷ penurunan fungsi sel beta pankreas, yang bertanggung jawab dalam produksi insulin, sehingga memicu terjadinya hiperglikemia (*American Diabetes Association*, 2023).

Hiperglikemia kronis pada pasien diabetes melitus tidak hanya mengganggu metabolisme, tetapi juga menurunkan efektivitas sistem imun, termasuk kemampuan fagositosis dan kemotaksis oleh monosit dan makrofag (Nuryani, 2022). Akibatnya, tubuh menjadi lebih rentan terhadap infeksi, termasuk TBC. Selain itu, individu lanjut usia yang sebelumnya memiliki infeksi TBC laten berisiko mengalami reaktivasi infeksi akibat penurunan daya tahan tubuh (Restrepo, 2024). Oleh karena itu, usia ≥ 40 tahun menjadi kelompok yang sangat rentan mengalami komorbiditas TBC dan DM, terutama jika tidak diimbangi

dengan pengendalian metabolik dan pemantauan kesehatan secara rutin.

Distribusi jenjang pendidikan responden dalam penelitian ini menunjukkan variasi yang cukup beragam. Sebanyak 6 orang (40%) responden memiliki pendidikan terakhir SMA/ sederajat, diikuti oleh 4 orang (26,7%) dengan pendidikan SMP/ sederajat, 3 orang (20%) dengan pendidikan SD/ sederajat, serta masing-masing 1 orang (6,7%) yang tidak pernah sekolah dan yang menempuh pendidikan di Perguruan Tinggi. Secara keseluruhan, 53,3% responden berada dalam kategori pendidikan rendah. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Annisa (2021), yang menemukan bahwa penderita TBC dengan komorbid DM paling banyak berasal dari kelompok dengan tingkat pendidikan rendah, yaitu sebesar 58,8%. Sebuah studi yang dilakukan oleh Annashr *et al.* (2023) juga menemukan bahwa individu dengan pendidikan rendah memiliki risiko 3,94 kali lebih tinggi untuk mengalami komorbiditas TBC-DM.

Pendidikan yang rendah meningkatkan risiko komorbiditas TBC-DM, sebuah fenomena yang dapat dijelaskan melalui beberapa teori kesehatan yang mendasari hubungan antara status pendidikan dan kesehatan. Teori Determinan Sosial Kesehatan yang dikembangkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan bahwa pendidikan adalah faktor sosial yang memiliki pengaruh besar terhadap status kesehatan seseorang. Individu dengan tingkat

pendidikan yang rendah cenderung memiliki keterbatasan dalam akses informasi kesehatan, kesulitan dalam memahami gejala awal penyakit, serta lebih rentan terhadap perilaku hidup tidak sehat, seperti pola makan yang buruk dan kebiasaan merokok (WHO, 2021).

Karakteristik selanjutnya adalah urutan kejadian penyakit yang menggambarkan distribusi kejadian TBC dan DM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 66,7% responden menderita DM sebelum terdiagnosis TBC. Temuan ini selaras dengan penelitian Rau *et al.* (2021), yang menemukan bahwa seseorang dengan riwayat Diabetes Melitus berisiko 16.467 kali lebih besar mengalami kejadian komorbiditas TBC-DM dibandingkan dengan orang yang tidak memiliki riwayat Diabetes Melitus. Selain itu, riset yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan pada tahun 2024 terhadap 114.630 penyandang DM yang melakukan skrining TBC, ditemukan bahwa 2,5% di antaranya positif TBC. Hal ini senada dengan studi metaanalisis yang dilakukan oleh Franco *et al.*, (2024), yang menunjukkan bahwa individu dengan Diabetes Mellitus memiliki risiko signifikan untuk mengembangkan TBC aktif dibandingkan dengan mereka yang tidak menderita DM.

Diabetes Mellitus (DM) adalah kelainan metabolik kompleks yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah akibat resistensi insulin, produksi insulin yang tidak memadai, atau keduanya. Sebagai kondisi kronis, DM melemahkan sistem imun, mengurangi

kemampuan tubuh untuk melawan infeksi, dan menyebabkan gangguan dalam produksi sitokin, menghambat perekrutan leukosit, serta menurunkan fungsi sel imun seperti neutrofil, makrofag, dan sel pembunuh alami. Selain itu, DM juga dapat mempengaruhi sistem efektor komplemen dan produksi antibodi (Bisht *et al.*, 2023). Menurut Gotera (2021), DM meningkatkan risiko terjadinya TBC hingga dua hingga tiga kali lipat, memperbesar peluang kegagalan pengobatan TBC, kekambuhan, dan kematian, serta memperburuk tingkat keparahan penyakit. DM juga dapat memicu reaktivasi fokus TBC laten dan mengurangi efektivitas pengobatan TBC

Urutan kejadian antara Diabetes Mellitus (DM) dan Tuberkulosis (TBC) pada penderita dengan komorbiditas TBC-DM dapat bervariasi, bergantung pada faktor risiko individu dan kondisi kesehatan sebelumnya. Beberapa penderita mengalami DM terlebih dahulu, yang kemudian meningkatkan risiko untuk mengembangkan TBC, sementara pada kasus lain, pasien terlebih dahulu mengidap TBC yang kemudian berkontribusi terhadap perkembangan DM. Selain itu, terdapat pula kasus di mana TBC dan DM ditemukan terjadi secara bersamaan dalam waktu yang hampir bersamaan

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa 26,7% penegakan diagnosis TBC dan DM terjadi pada tahun yang sama, yang mengindikasikan adanya intensifikasi skrining dua arah antara TBC dan DM. Pada penderita TBC yang baru memulai pengobatan,

dilakukan skrining terhadap tanda dan gejala DM, dan apabila hasilnya mengarah ke prediabetes atau diabetes mellitus, maka dilanjutkan dengan pemeriksaan glukosa darah puasa atau HbA1c untuk menegaskan diagnosis. Sebaliknya, pada penderita DM dilakukan pemeriksaan paralel berupa skrining tanda dan gejala tuberkulosis, yang kemudian dikonfirmasi melalui pemeriksaan bakteriologis seperti TCM, mikroskopis, atau biakan. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prakas, yang menunjukkan bahwa dari 478 pasien TBC yang diskriming DM, ditemukan 2,9% kasus DM yang baru terdiagnosis. Penelitian lain oleh Ekeke (2017) juga menunjukkan hasil serupa, di mana dari 2.094 pasien TBC yang menjalani skrining DM, ditemukan 9,4% positif DM.

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menegaskan pentingnya pelaksanaan skrining dua arah antara Tuberkulosis (TBC) dan Diabetes Melitus (DM) sebagai upaya untuk mengidentifikasi serta mengelola kasus komorbiditas secara dini dan efektif. WHO merekomendasikan agar penderita TBC diperiksa kadar glukosa darahnya untuk mendeteksi kemungkinan adanya DM, sementara penderita DM harus disaring terhadap gejala TBC seperti batuk kronis, demam, atau penurunan berat badan. Rekomendasi ini didasarkan pada fakta bahwa DM meningkatkan risiko terjadinya TBC aktif, sementara infeksi TBC dapat memperburuk kontrol glukosa darah pada penderita DM. Melalui pendekatan skrining dua arah ini,

diharapkan pengendalian kedua penyakit dapat dilakukan secara lebih komprehensif, sehingga mampu menurunkan angka kesakitan dan kematian akibat keterlambatan diagnosis (WHO, 2021).

Glukosa Darah Puasa (GDP) merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kontrol glikemik penderita, terutama pada individu dengan komorbiditas TBC-DM. Hasil penelitian ini ⁴⁸ menunjukkan bahwa rata-rata kadar glukosa darah puasa responden sebesar $158,60 \pm 79$ mg/dL. Jika dibandingkan dengan sasaran pengelolaan DM yang mensyaratkan kadar GDP dalam rentang 80–130 mg/dL, maka rata-rata kadar GDP responden tergolong cukup tinggi. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wahiduddin (2019), yang menyatakan bahwa rata-rata kadar GDP pada 45 penderita TBC dengan komorbid DM belum mencapai arah pengendalian DM yang optimal, ¹⁵⁷ dengan nilai rata-rata dan standar deviasi sebesar $202,11 \pm 78,68$ mg/dL. Selain itu, ¹³ penelitian lain yang dilakukan oleh Rissadah *et al.*, (2025) juga menunjukkan bahwa penderita DM dengan komorbiditas TBC ¹⁰ lebih cenderung memiliki kadar glukosa darah yang tinggi dibandingkan dengan pasien TBC tanpa DM.

Peningkatan kadar glukosa darah pada penderita dengan komorbiditas TBC-DM diduga disebabkan oleh berbagai faktor, baik ⁶³ intrinsik maupun ekstrinsik. Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam aspek variabel yang diteliti, di antaranya tidak mengukur faktor-faktor

yang dapat meningkatkan risiko kenaikan kadar glukosa darah pada penderita TBC dengan komorbid DM. Meskipun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa komorbiditas TBC-DM menciptakan sinergi dan epidemi (*sindemi*) yang kompleks, di mana TBC dapat meningkatkan intoleransi glukosa sehingga berisiko menyebabkan DM, sementara DM sendiri meningkatkan kerentanan terhadap infeksi tuberkulosis (Boudou *et al.*, 2024).

Sementara itu, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa hanya sekitar 20% penderita TBC dengan komorbid DM mengalami kontrol glikemik yang buruk, dengan rata-rata waktu konversi sputum selama 70 hari. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahami NA (2024), yang menunjukkan bahwa komorbiditas Diabetes Mellitus berpengaruh signifikan terhadap waktu konversi sputum pada pasien Tuberkulosis (TBC).

Konversi sputum merupakan perubahan status BTA positif pada saat awal diagnosis menjadi negatif setelah menjalani fase intensif pengobatan selama 7–8 minggu. Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa 13,3% penderita tidak mengalami konversi sputum BTA. Hasil penelitian ini selaras dengan studi observasional analitik dengan desain *cross-sectional* di RSD dr. Soebandi, Jember, menemukan bahwa waktu konversi sputum pada penderita dengan DM lebih lama dibandingkan dengan penderita tanpa DM ($p = 0,015$; OR = 2,604; 95% CI). Keterlambatan waktu konversi sputum mengindikasikan

perlu⁵³nya evaluasi lebih lanjut terhadap faktor-faktor yang dapat memengaruhi efektivitas pengobatan, seperti tingkat keparahan penyakit, kontrol glikemik yang buruk, atau faktor lain yang dapat memengaruhi respons tubuh terhadap terapi anti-TBC.

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh bahwa kontrol glikemik memiliki hubungan yang bermakna dengan status konversi sputum pada penderita tuberkulosis (TBC) dengan komorbid diabetes mellitus (DM), dengan nilai $p = 0,029$ berdasarkan uji *Fisher's Exact* ($p < 0,05$)⁵⁸. Korelasi *Spearman* menunjukkan adanya hubungan positif yang kuat dengan nilai rho sebesar 0,784. Selain itu, nilai *Odds Ratio* (OR) sebesar 3,0 menunjukkan bahwa penderita dengan kontrol glikemik buruk¹⁴⁵ memiliki risiko tiga kali lebih besar untuk tetap sputum positif dibandingkan penderita dengan kontrol glikemik baik.

¹¹¹Hasil penelitian ini konsisten dengan teori yang menyatakan bahwa kontrol glikemik yang buruk dapat memperburuk respons imun terhadap infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Hiperglikemia kronik pada penderita diabetes mellitus (DM) menyebabkan gangguan fungsi sel imun, termasuk makrofag dan limfosit T, yang berperan penting dalam pengendalian infeksi⁹² TBC. Selain itu, kadar glukosa darah yang tinggi⁵⁰ menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan bakteri, sehingga memperlambat eliminasi basil TBC dari jaringan paru-paru.

Dalam kondisi stres infeksi kronik seperti TBC, kadar hormon stres (seperti *kortisol* dan *adrenalin*) meningkat, yang selanjutnya

memperburuk hiperglikemia pada penderita DM. Lebih lanjut, beberapa obat anti-tuberkulosis, seperti rifampisin, dapat mengganggu efektivitas obat hipoglikemik, sehingga semakin sulit untuk mengendalikan kadar glukosa darah.

Penelitian ini sejalan dengan studi sebelumnya oleh Sari *et al.*, (2023), yang menemukan hubungan signifikan antara kontrol glikemik dengan keberhasilan pengobatan TBC pada penderita TBC dengan komorbid DM. Hasil uji statistik menunjukkan nilai $p = 0,012$ dengan rasio prevalensi 3,958, yang mengindikasikan bahwa penderita dengan kontrol glikemik buruk memiliki risiko ketidakberhasilan pengobatan anti-TBC tiga kali lebih besar dibandingkan dengan penderita yang memiliki kontrol glikemik baik. Penelitian lainnya oleh Dela Septa (2023) di RS Umum Bhayangkara R. Said Sukanto, Jakarta, juga menunjukkan hubungan signifikan antara kontrol glikemik dengan konversi sputum BTA, dengan nilai p sebesar 0,00 ($p < 0,05$).

Menurut Yulson *et al.*, (2024), kadar glukosa darah yang tidak terkontrol dapat mengganggu respons imun tubuh terhadap infeksi TBC, memperlambat eliminasi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, dan meningkatkan kegagalan terapi. Secara fisiologis, hiperglikemia kronis yang terjadi pada pasien DM dapat menyebabkan disfungsi makrofag dan neutrofil dalam membunuh bakteri TBC, serta menghambat proses fagositosis dan apoptosis sel yang terinfeksi. Akibatnya, penderita dengan kontrol glikemik buruk lebih rentan mengalami keterlambatan

dalam konversi sputum dibandingkan dengan penderita yang memiliki kontrol glikemik baik. Selain itu, kadar glukosa darah yang tinggi juga dapat menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan bakteri serta meningkatkan peradangan kronis, yang berkontribusi pada progresivitas penyakit TBC.

Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu jumlah sampel yang relatif kecil ($n = 15$), sehingga hasilnya perlu dikonfirmasi dengan penelitian yang melibatkan jumlah subjek lebih besar dan memperhitungkan faktor-faktor lain, seperti nutrisi, tingkat kepatuhan terhadap pengobatan, serta durasi penyakit DM. Disamping itu, metode pemeriksaan yang digunakan untuk mengukur pengendalian kontrol glikemik belum optimal, perlu diukur menggunakan parameter HbA1c serta penambahan parameter pemeriksaan kolesterol LDL dan kolesterol HDL, Indeks Massa Tubuh, serta pengukuran tekanan darah. Dengan demikian, upaya pengendalian glikemik yang optimal perlu menjadi bagian integral dari manajemen TBC pada penderita dengan komorbid DM, guna meningkatkan keberhasilan konversi sputum dan mengurangi risiko resistensi obat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada 15 penderita tuberkulosis (TBC) dengan komorbid diabetes mellitus (DM), dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Karakteristik Subjek Penelitian

Penelitian ini melibatkan 15 penderita TBC komorbid DM, yang terdiri dari 10 perempuan (66,7%) dan 5 laki-laki (33,3%), mayoritas penderita berada pada usia paruh baya sebanyak 8 orang (53,3%), diikuti oleh kelompok lansia 6 orang (40%), dan hanya 1 orang yang berada pada usia dewasa awal (6,7%). Dari segi pendidikan, sebanyak 8 penderita (53,3%) memiliki tingkat pendidikan rendah, sementara 7 penderita (46,7%) memiliki pendidikan tinggi. Sebagian besar penderita (66,7%) telah terdiagnosis DM sebelum mengalami TBC, sementara hanya 1 penderita (6,7%) yang terlebih dahulu mengalami TBC, dan 4 penderita (26,7%) mengalami TBC dan DM secara bersamaan.

2. Hasil pemeriksaan Mikroskopis TBC dan Glukosa Darah Puasa

Menunjukkan bahwa sebagian besar penderita memiliki kontrol glikemik yang baik, yaitu sebanyak 12 orang (80%). Sementara itu, penderita dengan kontrol glikemik buruk sebanyak 3 orang (20%). Dari sisi status sputum, mayoritas penderita

mengalami konversi sputum menjadi negatif sebanyak ¹⁰⁷ 13 orang (86,7%), sementara 2 orang (13,3%) masih menunjukkan sputum yang tidak terkonversi.

3. Rata – rata waktu konversi sputum

Penderita TBC komorbid DM dengan kontrol glikemik baik memiliki waktu rata - rata konversi sputum selama 54.17 hari, sedangkan pada penderita dengan kontrol glikemik glikemik buruk rerata waktu konversi sputum selama 70 hari

4. Hubungan antara kontrol glikemik dan status konversi sputum

¹²⁰ Hasil uji *Fisher's exact* menunjukkan nilai $p = 0,029$, yang ⁷¹ lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05, sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. ¹¹² Dengan kata lain, terdapat hubungan yang signifikan antara kontrol glikemik dan keberhasilan konversi sputum pada penderita tuberkulosis dengan komorbid diabetes mellitus.

B. Saran

Dengan tercapainya ⁵⁴ hasil penelitian ini, maka peneliti memberikan saran kepada:

1. Bagi Penderita TBC komorbid DM

Penderita diharapkan lebih disiplin dalam mengontrol kadar glukosa darah, menjalani terapi DM dan TBC dengan baik, serta menerapkan pola hidup sehat guna meningkatkan peluang kesembuhan yang lebih cepat

2. Bagi Tenaga Kesehatan

Diperlukan pemantauan yang terjadwal dan ketat terhadap kontrol glikemik penderita DM yang juga menderita TBC khususnya pemeriksaan follow mikroskopis TBC, untuk meningkatkan efektivitas terapi TBC dan mempercepat konversi sputum

3. Bagi penelitian selanjutnya

¹²² Penelitian lanjutan disarankan melibatkan sampel yang lebih besar dengan durasi waktu yang cukup dan mempertimbangkan faktor lain yang dapat mempengaruhi konversi sputum, seperti kepatuhan terhadap pengobatan, status gizi dan faktor sosial ekonomi

4. Bagi Instansi terkait

Disarankan kepada Dinas Kesehatan Kabupaten Kepulauan Selayar mengoptimalkan penguatan program skrining dan pemantauan kadar glukosa darah bagi penderita TBC, terutama mereka yang memiliki faktor resiko DM serta optimalisasi integrasi layanan skrining dua arah TBC-DM di Puskesmas

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmadi Abbas, 2022. *Epidemiologi Kejadian Tuberkulosis-Diabetes Mellitus (TB-DM) di Kota Kediri*. Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat, 2022; 11 (3): 279-286. ISSN:2354-8185. <https://doi.org/10.33221/jikm.v11i03.1439>
- Anisah, A., Sumekar, D. W., & Budiarti, E. 2021. *Hubungan Demografi dan Komorbid dengan Kejadian Tuberkulosis Resistensi Obat (TB RO)*. Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada, 10(2), 568–574. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v10i2.655>
- Annashr, N.N., & Laksmi, P. 2023. *Faktor – Faktor Determinan kasus TB Paru di wilayah kerja Puskesmas Pamarican Kabupaten Ciamis*. Jurnal Kesehatan Komunitas, 9(3), 614–623. <https://doi.org/10.25311/keskom.Vol9.Iss3.1422>
- American Diabetes Association. 2023. *Standards of Medical Care in Diabetes—2023*. Diabetes Care, 46(Suppl. 1), S1–S291. <https://doi.org/10.2337/dc23-S001>
- Ardhi, T., Fitriangga, A., & Putri, E. A. 2024. *Prevalence of Comorbid Lung Tuberculosis Diabetes Mellitus in Sultan Syarif Mohamad Alkadrie Pontianak Hospital in 2019*. Jurnal Kesehatan Andalas, 13(1). DOI: <https://doi.org/10.25077/jka.v13i1.2284>
- Bisht, M. K., Dahiya, P., Ghosh, S., & Mukhopadhyay, S. 2023. *The cause-effect relation of tuberculosis on incidence of diabetes mellitus*. Frontiers in cellular and infection microbiology, 13, 1134036. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1134036>
- Boadu, A. A., Yeboah-Manu, M., Osei-Wusu, S., & Yeboah-Manu, D. 2024. *Tuberculosis and diabetes mellitus: The complexity of the comorbid interactions*. International Journal of Infectious Diseases, 146, 107140. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2024.107140>
- Chaudhary, S., Sravya, M., *et al.*, 2024. *Diabetes-Tuberculosis Comorbidity Characterized by Reduced Type-II Interferon and Elevated Th17 Responses*. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2024.10.24.619799>.
- Della Septa, Lily Marlani Sujadi, 2023. *Pengaruh Kontrol Glikemik Terhadap Konversi Bakteri Tahan Asam pada Pasien Diabetes dengan Tuberkulosis*. Jurnal Biomedika dan Kesehatan 6(1): 62 – 70. ISSN:2621-5470. <https://doi.org/10.18051/JbiomedKes.2023.v6.62-70>

- Dewi, B.D.N., 2019. *Diabetes Mellitus & Infeksi Tuberkulosis: Diagnosis dan Pendekatan Terapi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Djismadi, *et al.*, 2023. *Asuhan Keperawatan Keluarga Pasca Covid-19*. Gowa: CV Cahaya Bintang Cemerlang.
- Ekeke, N., Ukwaja, K., Chukwu, J. *et al.* 2017. Screening for diabetes mellitus among tuberculosis patients in Southern Nigeria: a multi-centre implementation study under programme settings. *Sci Rep* 7, 44205. <https://doi.org/10.1038/srep44205>
- Franco, J. V., Bongaerts, B., Metzendorf, M. I., Risso, A., Guo, Y., Peña Silva, L., Boeckmann, M., Schlesinger, S., Damen, J. A., Richter, B., Baddeley, A., Bastard, M., Carlqvist, A., Garcia-Casal, M. N., Hemmingsen, B., Mavhunga, F., Manne-Goehler, J., & Viney, K. 2024. Diabetes as a risk factor for tuberculosis disease. *The Cochrane database of systematic reviews*, 8(8), CD016013. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD016013.pub2>
- Gotera, W., Nugraha, I.B.A. & Yustin, W.E.F., 2021. Diabetes Mellitus sebagai Faktor Risiko Tuberkulosis. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 27(3), pp.273-281. <https://doi.org/10.36452/jkdoktmeditek.v27i3.2126>.
- Hidayah, N., 2018. *Buku Ajar Zat Gizi Sebagai Terapi Komplementer pada Penyakit Kronik dan Degeneratif*. Yogyakarta: Samudra Biru.
- International Diabetes Federation, 2022. *IDF Atlas Report*. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation. <https://diabetesatlas.org>.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2015. *Konsensus Pengelolaan Tuberkulosis dan Diabetes Mellitus di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit & Penyehatan Lingkungan Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/755/2019 tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Tuberkulosis*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020a. *Strategi Nasional Penanggulangan Tuberkulosis di Indonesia 2020–2024*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020b. *Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata laksana Tuberkulosis*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit.

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021. *Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Mellitus Tipe 2 di Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022. *Petunjuk Teknis Pemeriksaan Mikroskopis*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Kesehatan Lingkungan.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023. *Laporan Program Penanggulangan Tuberkulosis 2022*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2024. *Sistem Informasi Tuberkulosis (SITB)*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Available at: <http://sitb.id/sitb/app> [Accessed 17 February 2025].
- Kumar, N.P. & Babu, S., 2023. Impact of Diabetes Mellitus on Immunity to Latent Tuberculosis Infection. *Frontiers in Clinical Diabetes and Healthcare*, 4, p.1095467. <https://doi.org/10.3389/fcdhc.2023.1095467>.
- Muhammad Nur et al., 2022. *Literatur Review Faktor Risiko Kejadian DM pada Penderita TB*. Jurnal Ilmiah Kesehatan Diagnosis Volume 17 Nomor 4 Tahun 2022. eISSN:2302-2531. Politeknik Kesehatan Kemenkes Makassar.
- Nadapdap, F. M., Pangaribuan, R. M., & Sitepu, S. 2024. *Analisis Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Tuberkulosis Paru pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe II di RSUD Royal Prima Medan*. PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat, 8(3), 5497–5504. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v8i3.36004>
- Nuryani, 2022. *Efek Hyperglikemia terhadap Innate Immunity dan Kerentanan terhadap Infeksi*. *Tirtayasa Medical Journal*, 1(2), pp.49-60. <http://dx.doi.org/10.52742/tmj.v1i2.15320>.
- Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI), 2021. *Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan Tuberkulosis di Indonesia*. Edisi Revisi 2. Jakarta. ISBN: 978-623-95337-3-1.
- Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI), 2021. *Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Mellitus Tipe 2 di Indonesia*. Jakarta: PB PERKENI.
- Rahami NA., et al., 2024. *Hubungan Diabetes Mellitus dengan Waktu Konversi Sputum pada Pasien TBC Paru Resisten Obat di RSUD DR. Soebandi*. *Journal.unair.ac.id/JR/article/view/54336*. <https://doi.org/10.20473/jr.v10-i.3.2024.195-202>

- Rahmah, Rospita, 2024. *Hubungan Antara Diabetes Mellitus Dengan Kejadian Tuberkulosis Paru Multidrug-Resistant DI RSUD Raden Mattaher Jambi 2022 – 2023*. Journal of Medical Studies. ISSN3025-0195. <https://repository.unja.ac.id/eprint/73177>
- Rau, M. J., & Huldjannah, N. M. 2021. *Analisis Risiko Kejadian Diabetes Melitus Pada Pasien TB di Wilayah Kerja Puskesmas Kamonji Kota Palu*. Promotif Preventif, 3(2), 1-13. <http://journal.unpacti.ac.id/index.php/JPP>
- Riyanto, A., 2019. *Pengolahan dan Analisis Data Kesehatan*. Yogyakarta: Mulia Medika.
- Restrepo, B. I. 2024. Diabetes and Tuberculosis. Microbiology Spectrum, 4(6). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.TNMI7-0023-2016>
- Sari et al., 2023. *Kadar Glukosa Darah Sebagai Determinan Tatalaksana Penderita Tuberkulosis Dengan Komorbid Diabetes Mellitus Tipe-2*. Jurnal Ilmu Keperawatan dan Kebidanan Vol. 14 No. 1 (2023) 332-337.
- Santoso, R., Husin, U. A., & Hartati, J. 2025. *Pola resistensi obat tuberkulosis pada penderita TB paru dengan komorbid DM di Bandung pada tahun 2022–2024*. Bandung Conference Series: Medical Science, 5(1). <https://doi.org/10.29313/bcsms.v5i1.17828>
- Syahza, A., 2021. *Metodologi Penelitian*. Edisi Revisi. Pekanbaru: UR Press.
- Tarigan, T., et al., 2020. *Endokrinologi dalam Praktik Sehari-hari*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Wahiduddin et al., 2019. *Kendali Glikemik pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 dengan dan tanpa Tuberkulosis Paru*. Jurnal MKMI, Vol.15 No. 1, Maret 2019. <http://dx.doi.org/10.30597/mkmi.v15i1.5292>
- World Health Organization. 2021. Social determinants of health. Diakses dari <https://www.who.int/health-topics/social-determinants-of-health>
- World Health Organization. 2021. Collaborative framework for care and control of tuberculosis and diabetes. Geneva: WHO. Retrieved from <https://www.who.int/publications/i/item/9789241502252>
- World Health Organization, 2024. *Global Tuberculosis Report 2024*. Geneva: World Health Organization. ISBN 978-92-4-010153-1.
- Yahya, N., 2021. *Hidup Sehat dengan Diabetes*. Solo: Tiga Serangkai Pustaka.

Yulson, *et al.*, 2024. *Hubungan Kadar HBA1C dengan Konversi BTA Sputum pada Penderita Tuberkulosis Paru dengan Komorbid Diabetes Mellitus Tipe II. Scientific Journal Science*, 3(4). <https://doi.org/10.56260/sciena.v3i4>.

L
A
M
P
I
R
A
N

Lampiran 1 Rekomendasi Persetujuan Etik


KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES MAKASSAR
 Jalan Wijaya Kusuma Raya No. 46, Rappocini, Makassar
 E-mail: kepkkpkesmas@poltekkes-mks.ac.id


KETERANGAN LAYAK ETIK
 DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION
 "ETHICAL EXEMPTION"
 No.: 0254/M/KEPK-PTKMS/II/2025

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
 The research protocol proposed by :

Pencipta Utama : Hasan
 Principal in Investigator

Nama Institusi : Alih Jenjang Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar
 Name of the Institution

Dengan Judul
 Title
"Studi Kontrol Glikemik dengan Status Konversi Sputum pada Penderita Tuberkulosis dengan Komorbid Diabetes Mellitus"
"Glycemic Control Study with Sputum Conversion Status in Tuberculosis Patients with Comorbid Diabetes Mellitus"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.

Pernyataan Layak Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 28 Februari 2025 sampai dengan tanggal 28 Februari 2026.

Declaration of ethics applies during the period February 28, 2025 until February 28, 2026.




 28, 2025
 Professor and Chairperson,
HL Satrio Simala, S.Si, M.Si, Apt
 Ketua KEPK Poltekkes Makassar

Lampiran 2 Surat Perohonan Izin Penelitian

 Kemenkes Poltekkes Makassar	Kementerian Kesehatan Direktorat Jenderal Sumber Daya Manusia Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar Jalan Wijaya Kusuma Raya No. 46 Banta-Banteng Makassar, Sulawesi Selatan 90222 ☎ (021) 84978693 🌐 https://portal.poltekkes-mks.ac.id
6 Maret 2025	
Nomor	: PP.08.02/F.XII.11.6/ 140 /2025
Lampiran	: -
Perihal	: Surat Izin Penelitian
Kepada Yth Kepala Dinas Penanaman Modal dan PTSP Kabupaten Kepulauan Selayar Di- Benteng, Kepulauan Selayar	
Sehubungan dengan penyelesaian semester akhir untuk Penyusunan Skripsi, maka Mahasiswa kami ingin melakukan Penelitian sebagai salah satu persyaratan dalam mengikuti Ujian Akhir Program Prodi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Makassar, maka mohon kesediaan Bapak/Ibu kiranya Mahasiswa kami di bawah ini :	
Nama	: Hasan
NIM	: PO.71.4.203.23.2.015
Alamat	: Jl. Abdul Kadir II Kel. Balang Baru Kec. Tamalate
Judul Penelitian	: "Studi Kontrol Glikemik Dengan Status Konversi Sputum Pada Penderita Tuberkulosis dengan Komorbid Diabetes Mellitus"
Agar kiranya dapat diberikan izin untuk melakukan Penelitian di Dinas Kesehatan Kabupaten Kepulauan Selayar. Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih	
Ketua Jurusan,  Rahman S.Si, M.Si NIP. 19641231 198603 1 032	
Tembusan : Kepada Yth. 1. Yang Bersangkutan 2. Arsip	

Lampiran 3 Surat Keterangan Penelitian



PEMERINTAH KABUPATEN KEPULAUAN SELAYAR
DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU
 Gedung MPP Jln. Jend. Ahmad Yani Benteng, 92812, Sulawesi Selatan
 Telepon (0414) 21083, email: pmptpselayar@gmail.com

SURAT KETERANGAN PENELITIAN
NOMOR : 1021/Penelitian/III/2025/DPMTSP

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kabupaten Kepulauan Selayar memberikan Surat Keterangan Penelitian kepada :

Nama Peneliti : HASAN
 Alamat Peneliti : Jl. Abdul Kadir II No. 8A
 Nama Penanggung Jawab : HASAN
 Anggota Peneliti : -

Untuk melakukan penelitian dalam rangka "Untuk menganalisis hubungan antara status control glikemik dengan waktu konversi sputum pada pasien TBC Komorbid DM" di :

Lokasi Penelitian : Dinas Kesehatan
 Judul Penelitian : Studi Kontrol Glikemik dengan Status Konversi Sputum Pada Penderita Tuberkulosis dengan Komorbid Diabetes Melitus.
 Lama Penelitian : 2 Bulan.
 Bidang Penelitian : Kesehatan.
 Status Penelitian : Perorangan.

Surat Keterangan Penelitian ini berlaku sampai dengan tanggal 30 April 2025




Dikeluarkan : Benteng
 Pada Tanggal : 10 Maret 2025

A.n. BUPATI KEPULAUAN SELAYAR
KEPALA DINAS,

 **Drs. H. ANDI NUR HALIO, M.Si**
 NIP. 19660507 198603 1 022

Rp. 0,-
 Tembusan :
 1. Kepala Badan Kesbangpol di Benteng;
 2. Arsip.

Lampiran 4 Surat Rekomendasi



PEMERINTAH KABUPATEN KEPULAUAN SELAYAR
DINAS KESEHATAN
Jl. K.H. Abdul Kadir Kasim, No. 09, Telp./ Fax. (0414) 2313041
P A R A P P A

REKOMENDASI
Nomor : 800/ 395 / Kepeg/ III/ 2025/ Dinkes

Yang bertanda-tangan di bawah ini:

Nama	: dr. H. HUSAINI, M.Kes
N I P	: 19651214 199803 1 005
Pangkat / Gol. Ruang	: Pembina Utama Muda, IV/c
Jabatan	: Kepala Dinas Kesehatan
Unit Kerja	: Dinas Kesehatan Kabupaten Kepulauan Selayar

Menerangkan bahwa

Nama	: HASAN
NIM	: PO.71.4.203.23.2.015
Prodi	: Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Makassar

Judul Penelitian : *"Studi Kontrol Glikemik dengan Status Konversi Sputum pada Penderita Tuberkulosis dengan Komorbid Diabetes Mellitus"*

Dapat kami berikan rekomendasi untuk melakukan Penelitian di wilayah kerja UPTD Puskesmas Bontosikuyu, Bontosunggu, Benteng, Barugaia dan Bontomatene.

Demikian rekomendasi ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Parappa Selayar, 10 Maret 2025.



**KEPALA DINAS KESEHATAN
KABUPATEN KEPULAUAN SELAYAR,**



dr. H. HUSAINI, M. Kes
Pangkat : Pembina Utama Muda
N I P : 19651214 199803 1 005

Balai Besar - UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 ayat 1 "Informasi di suatu hasil cetaknya merupakan alat bukti yang sah"

Sertifikasi Elektronik - Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan oleh BSRE

- Surat ini dapat dibuktikan keasliannya dengan melakukan scan pada QR Code

Lampiran 6 Kuisiener Penelitian

KUESIONER RIWAYAT PENYAKIT

**STUDI KONTROL GLIKEMIK DENGAN STATUS KONVERSI SPUTUM PADA
PENDERITA TUBERKULOSIS DENGAN KOMORBID
DIABETES MELLITUS**

A. Petunjuk Pengisian

- Harap isi kuisiener ini dengan jujur
- Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan memilih jawaban yang paling sesuai, **Ya** atau **Tidak**
- Semua jawaban akan dijaga kerahasiaannya

B. Identitas Responden

- Usia : 48 Tahun
- Jenis Kelamin : ☒ Laki – Laki ☐ Perempuan
- Pendidikan Terakhir:

☐ SD ☐ SMP ☒ SMA ☐ Perguruan Tinggi

C. Riwayat Kesehatan

- Apakah anda pernah di diagnosis Tuberkulosis (TBC) oleh Tenaga Kesehatan ?

Ya ☐ Tidak ☒
- Jika **Ya**, tahun berapa anda mulai didiagnosis TBC ? Tahun 2025
- Apakah anda pernah di diagnosis Diabetes Mellitus (DM) oleh Tenaga Kesehatan ?

Ya ☐ Tidak ☒
- Jika **Ya**, tahun berapa anda mulai didiagnosis DM ? Tahun 2015
- Penyakit mana yang menurut anda muncul terlebih dahulu ?

☐ TBC ☒ DM ☐ Tidak Tahu/Bersamaan
- Apakah anda saat ini menjalani pengobatan rutin untuk Diabetes Mellitus (DM) ?

Ya ☒ Tidak ☐
- Jika **Ya**, jenis pengobatan yang dijalani:

☒ Obat Minum ☐ Suntikan Insulin ☐ Kombinasi

Terima Kasih telah mengisi kuisiener ini. Jawaban Anda sangat berharga untuk penelitian ini

Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian



1. Koordinasi Kegiatan Penelitian dengan Kepala UPTD & Pengelola Program TBC di Puskesmas



2. Penandatanganan *Informed consent* dan Pengisian Kuisioner Penelitian





3. Pemeriksaan Glukosa Darah Puasa & Penyerahan Sampel Sputum



4. Pembuatan Sediaan Mikroskopis



5. Fiksasi dan Pewarnaan Sediaan menggunakan *Carbon fuksin 1%*



6. Sediaan di panaskan diatas nyala api kecil (*jgn sampai mendidih*) dan Sediaan di cuci dengan air mengalir



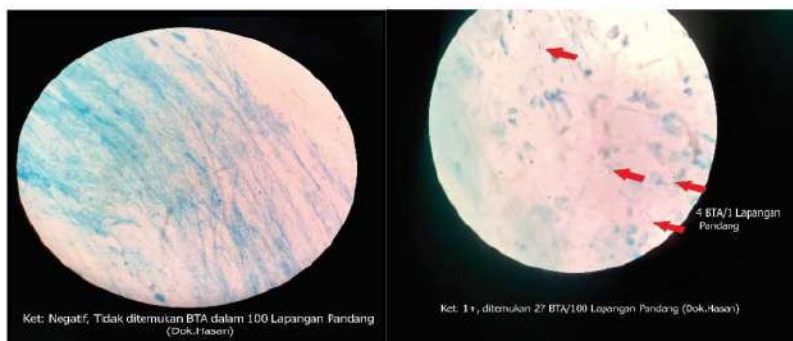
7. Pencucian sediaan menggunakan asam alkohol 3% dan Sediaan diwarnai dengan *Methylene Blue* 0,1%



8. Sediaan siap diperiksa dibawah Mikroskop dengan 100x, periksa minimal 100 lapang pandang



9. Hasil Pemeriksaan Mikroskopis TBC



Lampiran 8 Surat Keterangan Selesai Penelitian

	PEMERINTAH KABUPATEN KEPULAUAN SELAYAR DINAS KESEHATAN Jl. K.H. Abdul Kadir Kasim, No. 09, Telp. / Fax. (0414) 2313041 PARAPPA
<u>SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN</u> Nomor : 800/425/Kepeg/III/2025/Dinkes	
Yang bertanda-tangan di bawah ini :	
N a m a	: dr. H. HUSAINI, M.Kes
N I P	: 19651214 199803 1 005
Pangkat / Gol. Ruang	: Pembina Utama Muda, IV/c
Jabatan	: Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Kepulauan Selayar
Menerangkan bahwa	:
N a m a	: HASAN
N I M	: PO.71.4.203.23.2.015
Program Studi	: Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Makassar
Alamat	: Jl. Abdul Kadir II, No. 8.A
benar yang bersangkutan telah selesai melaksanakan penelitian, dengan Judul Penelitian <i>"Studi Kontrol Glikemik dengan Status Konversi Sputum pada Penderita Tuberkulosis dengan Komorbid Diabetes Mellitus di Wilayah Kerja UPTD Puskesmas Bontosikuyu, Bontosunggu, Benteng, Baruga dan Bontomatene"</i>, terhitung mulai Tanggal 10 s/d 27 Maret 2025. Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.	
Parappa, 27 Maret 2025 KEPALA DINAS KESEHATAN KABUPATEN KEPULAUAN SELAYAR,   Pemerintah Kabupaten Kepulauan Selayar dr. H. HUSAINI, M. Kes Pangkat : Pembina Utama Muda N I P : 19651214 199803 1 005	
Tembusan ddh Kepada : 1. Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar di Makassar; 2. Yang Bersangkutan; 3. Arsip.	
 Balai Besar Sertifikasi Elektronik	

Lampiran 9 Data Hasil Penelitian



**PEMERINTAH KABUPATEN KEPULAUAN SELAYAR
DINAS KESEHATAN
UPTD PUSKESMAS PASILAMBENA**

Alamat : Latokdok Desa Kalaotoa Kecamatan Pasilambena Kode Pos 92863

HASIL PENELITIAN

Nama : Hasan
N I M : PO.71.4.203.23.2.015
Program Studi : Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Judul Penelitian : Studi Kontrol Glikemik dengan Status Konversi Sputum pada Penderita Tuberkulosis dengan Komorbid Diabetes Mellitus

No	Kode Sampel	Umur (Tahun)	Jenis Kelamin (L/P)	Pendidikan Terakhir	Hasil Pemeriksaan	
					Mikroskopis TBC	Glikosa Darah Puasa (mg/dL)
1	001	23	P	SMA/Sederajat	Neg	119
2	002	60	L	SMA/Sederajat	Neg	123
3	003	85	P	TDK TAMAT SD	Neg	111
4	004	44	P	SMP/Sederajat	1+	305
5	005	45	L	Perguruan Tinggi	Neg	130
6	006	70	L	SD/Sederajat	Neg	136
7	007	62	P	SD/Sederajat	Neg	123
8	008	46	P	SMA/Sederajat	Neg	120
9	009	48	L	SMA/Sederajat	Neg	125
10	010	61	P	SMP/Sederajat	Neg	129
11	011	80	L	SD/Sederajat	1+	382
12	012	41	P	SMA/Sederajat	Neg	116
13	013	44	P	SMA/Sederajat	Neg	107
14	014	38	P	SMP/Sederajat	Neg	127
15	015	59	P	SMP/Sederajat	Neg	118

Dikeluarkan di : Kalaotoa
Pada tanggal : 27 Maret 2025



Penanggung Jawab Laboratorium
UPTD Puskesmas Pasilambena
Kepulauan Selayar

YULIANTRI AMAK
NIP.199201032023212002

Lampiran 10 Data Hasil *SPPS*

Umur (Tahun) * Jenis Kelamin Crosstabulation

		Jenis Kelamin		Total
		Laki - Laki	Perempuan	
Umur (Tahun)	Count	0	1	1
	Dewasa (20 - 39 Tahun)	0.0%	100.0%	100.0%
	% within Umur (Tahun)	0.0%	10.0%	6.7%
	% within Jenis_K	0.0%	6.7%	6.7%
	% of Total	0.0%	6.7%	6.7%
	Count	2	6	8
	Paruh Baya (40 - 59 Tahun)	25.0%	75.0%	100.0%
	% within Umur (Tahun)	40.0%	60.0%	53.3%
	% within Jenis_K	13.3%	40.0%	53.3%
	% of Total	13.3%	40.0%	53.3%
	Count	3	3	6
	Lansia (>60 Tahun)	50.0%	50.0%	100.0%
	% within Umur (Tahun)	60.0%	30.0%	40.0%
	% within Jenis_K	20.0%	20.0%	40.0%
	% of Total	20.0%	20.0%	40.0%
Total	Count	5	10	15
	% within Umur (Tahun)	33.3%	66.7%	100.0%
	% within Jenis_K	100.0%	100.0%	100.0%
	% of Total	33.3%	66.7%	100.0%

Rata - Rata Umur

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Umur (Tahun)	15	1	3	2.33	.617
Valid N (listwise)	15				

Pendidikan Terakhir

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak Sekolah	1	6.7	6.7
	SD/Sederajat	3	20.0	26.7
	SMP/Sederajat	4	26.7	53.3
	SMA/Sederajat	6	40.0	93.3
	Perguruan Tinggi	1	6.7	100.0
	Total	15	100.0	100.0

Tingkat Pendidikan

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Rendah	8	53.3	53.3	53.3
Valid Tinggi	7	46.7	46.7	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Urutan Kejadian Penyakit * Lok_Faskes Crosstabulation

		Lok Faskes				Total	
		Faskes	Faskes	Faskes	Faskes		
		A	B	C	D		
Urutan Kejadian Penyakit	Bersamaan	Count	1	2	0	1	4
		% within Urutan Kejadian Penyakit	25.0%	50.0%	0.0%	25.0%	100.0%
		% within Lok_Faskes	20.0%	50.0%	0.0%	25.0%	26.7%
		% of Total	6.7%	13.3%	0.0%	6.7%	26.7%
	DM	Count	3	2	2	3	10
		% within Urutan Kejadian Penyakit	30.0%	20.0%	20.0%	30.0%	100.0%
		% within Lok_Faskes	60.0%	50.0%	100.0%	75.0%	66.7%
		% of Total	20.0%	13.3%	13.3%	20.0%	66.7%
	TBC	Count	1	0	0	0	1
		% within Urutan Kejadian Penyakit	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
		% within Lok_Faskes	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.7%
		% of Total	6.7%	0.0%	0.0%	0.0%	6.7%
Total	Count	5	4	2	4	15	
	% within Urutan Kejadian Penyakit	33.3%	26.7%	13.3%	26.7%	100.0%	
	% within Lok_Faskes	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
	% of Total	33.3%	26.7%	13.3%	26.7%	100.0%	

Rata Kadar GDP pada Kontrol Glikemik

Kadar GDP

Kontrol Glikemik	Mean	N	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Baik	124.25	12	5.190	111	130
Buruk	296.00	3	90.835	201	382
Total	158.60	15	79.099	111	382

Status Konversi Sputum * Kontrol Glikemik Crosstabulation

			Kontrol Glikemik		Total
			Baik	Buruk	
Status Konversi Sputum	Count		12	1	13
	Negatif / Terkonversi	% within Status Konversi Sputum	92.3%	7.7%	100.0%
		% within Kontrol Glikemik	100.0%	33.3%	86.7%
		% of Total	80.0%	6.7%	86.7%
	Count		0	2	2
	1+ (Positif/Tak Terkonversi)	% within Status Konversi Sputum	0.0%	100.0%	100.0%
		% within Kontrol Glikemik	0.0%	66.7%	13.3%
		% of Total	0.0%	13.3%	13.3%
	Count		12	3	15
Total		% within Status Konversi Sputum	80.0%	20.0%	100.0%
		% within Kontrol Glikemik	100.0%	100.0%	100.0%
		% of Total	80.0%	20.0%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	9.231 ^a	1	.002		
Continuity Correction ^b	4.363	1	.037		
Likelihood Ratio	7.961	1	.005		
Fisher's Exact Test				.029	.029
Linear-by-Linear Association	8.615	1	.003		
N of Valid Cases	15				

a. 3 cells (75.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .40.

b. Computed only for a 2x2 table

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Interval by Interval	Pearson's R	.784	.186	4.561	.001 ^c
Ordinal by Ordinal	Spearman Correlation	.784	.186	4.561	.001 ^c
N of Valid Cases		15			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Based on normal approximation.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
For cohort: Status Konversi Sputum = Negatif/Terkonversi	3.000	.606	14.864
N of Valid Cases		15	

Tests of Normality^a

	Kontrol Glikemik	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Status Konversi Sputum	Buruk	.385	3	.	.750	3	.000

a. Status Konversi Sputum is constant when Kontrol Glikemik = Baik. It has been omitted.

b. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 11 Biodata Penulis

BIODATA PENULIS

Nama Lengkap : Hasan

N I M : PO714203232015

Tempat, Tanggal Lahir : Reo, 04 September 1993

Jenis Kelamin : Laki – Laki

Alamat : Jl. Abdul Kadir II No. 8A

Motto : Menerobos Lorong Gelap dengan Setitik Cahaya

Agama : Islam

No. Telp/Hp : 085396948696

Email : hasan_arajak@yahoo.co.id

Judul Skripsi : Studi Kontrol Glikemik Dengan Status Konversi Sputum Pada Penderita Tuberkulosis dengan Komorbid Diabetes Mellitus

Pembimbing : 1. Hj. Syahida Djasang, SKM.,M.Kes
2. Maulia Hardian Hayati, S.Tr.Kes.,M.Imun

Penguji : Hasnawati, S.Si.,M.Kes

Orang Tua/Wali

1. Nama Ayah : Abdurajak A. Rahman
Pekerjaaaan : Petani
2. Nama Ibu : Jahora
Pekerjaan : Wiraswasta

Riwayat Pendidikan

1. Sekolah Dasar : MIN Reo
2. Sekolah Menengah Pertama : SMPN 1 Reok
3. Sekolah Menengah Atas : SMA Karya Ruteng
4. DIII Analis Kesehatan : Universitas Indonesia Timur

Lampiran 12 Master Data Penelitian

MASTER DATA PENELITIAN

No	Umur (Thn)	JK (L/P)	PT	Mikroskopis TBC	Kadar GDP (mg/dL)	Mulai Pengobatan	Follow up ke-2	Kuisisioner (Q2, Q4, Q5)		
1	23	P	SMA	Neg	129	1/15/2025	3/12/2025	2025	2024	DM
2	60	L	SMA	Neg	123	1/15/2025	3/12/2025	2025	2024	DM
3	85	P	TS	Neg	127	1/19/2025	3/12/2025	2025	2020	DM
4	44	P	SMP	Positif/1+	305	1/16/2025	3/12/2025	2025	2024	DM
5	45	L	PT	Neg	130	1/17/2025	3/13/2025	2025	2024	DM
6	70	L	SD	Neg	201	1/17/2025	3/13/2025	2024	2025	TBC
7	62	P	SD	Neg	123	1/16/2025	3/13/2025	2025	2025	Bersamaan
8	46	P	SMA	Neg	120	1/17/2025	3/13/2025	2025	2020	DM
9	48	L	SMA	Neg	125	1/17/2025	3/14/2025	2025	2015	DM
10	61	P	SMP	Neg	129	1/21/2025	3/18/2025	2025	2025	Bersamaan
11	80	L	SD	Positif/1+	382	2/1/2025	3/27/2025	2025	2015	DM
12	41	P	SMA	Neg	122	2/3/2025	3/27/2025	2025	2025	Bersamaan
13	44	P	SMA	Neg	111	2/3/2025	3/27/2025	2025	2025	Bersamaan
14	38	P	SMP	Neg	127	2/3/2025	3/27/2025	2025	2024	DM
15	59	P	SMP	Neg	125	2/3/2025	3/27/2025	2025	2024	DM

SKRIPSI AN HASAN 015

ORIGINALITY REPORT

22%
SIMILARITY INDEX

19%
INTERNET SOURCES

9%
PUBLICATIONS

10%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Badan PPSPDM Kesehatan Kementerian Kesehatan Student Paper	2%
2	Submitted to Universitas Binawan Student Paper	1%
3	repo.upertis.ac.id Internet Source	1%
4	rsparudungus.jatimprov.go.id Internet Source	1%
5	docplayer.info Internet Source	1%
6	repository.uin-alauddin.ac.id Internet Source	<1%
7	repository.trisakti.ac.id Internet Source	<1%
8	Submitted to Universitas Tadulako Student Paper	<1%
9	id.scribd.com Internet Source	<1%

10	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
11	idoc.pub Internet Source	<1 %
12	es.scribd.com Internet Source	<1 %
13	journal.unpacti.ac.id Internet Source	<1 %
14	id.123dok.com Internet Source	<1 %
15	123dok.com Internet Source	<1 %
16	Submitted to Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura Student Paper	<1 %
17	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
18	repository.unair.ac.id Internet Source	<1 %
19	scholar.unand.ac.id Internet Source	<1 %
20	core.ac.uk Internet Source	<1 %

perpustakaan.poltekkes-malang.ac.id

21

Internet Source

<1 %

22

repository.umsu.ac.id

Internet Source

<1 %

23

Submitted to Southville International School
and Colleges

Student Paper

<1 %

24

pdfcoffee.com

Internet Source

<1 %

25

repository1.stikeselisabethmedan.ac.id

Internet Source

<1 %

26

3lib.net

Internet Source

<1 %

27

Submitted to Universiti Teknologi Petronas

Student Paper

<1 %

28

jurnal.untirta.ac.id

Internet Source

<1 %

29

antiekesyah.blogspot.com

Internet Source

<1 %

30

www.coursehero.com

Internet Source

<1 %

31

www.slideshare.net

Internet Source

<1 %

32

Submitted to Universitas Pamulang

Student Paper

<1 %

33

www.scribd.com

Internet Source

<1 %

34

eprints.poltekkesjogja.ac.id

Internet Source

<1 %

35

repository.stikessaptabakti.ac.id

Internet Source

<1 %

36

Submitted to Universitas Sebelas Maret

Student Paper

<1 %

37

Amelia Maulida, Tiara Dini Harlita, Suparno Putera Makkadafi. "PENGARUH VARIASI WAKTU PENDINGINAN CARBOL FUCHSIN TERHADAP HASIL PEMERIKSAAN BASIL TAHAN ASAM", Klinikal Sains : Jurnal Analisis Kesehatan, 2023

Publication

<1 %

38

Submitted to Universitas Islam Bandung

Student Paper

<1 %

39

Submitted to iGroup

Student Paper

<1 %

40

repository.unjaya.ac.id

Internet Source

<1 %

41

rama.unimal.ac.id

Internet Source

<1 %

42	repository.unj.ac.id Internet Source	<1 %
43	www.jurnal-unsultra.ac.id Internet Source	<1 %
44	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source	<1 %
45	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
46	repo.poltekkes-medan.ac.id Internet Source	<1 %
47	repo.stikesperintis.ac.id Internet Source	<1 %
48	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
49	shuttermiya.blogspot.com Internet Source	<1 %
50	jurnal.syntaxliterate.co.id Internet Source	<1 %
51	sinta.unud.ac.id Internet Source	<1 %
52	Submitted to fkunisba Student Paper	<1 %
53	journal.universitaspahlawan.ac.id Internet Source	<1 %

54	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
55	Submitted to University of Muhammadiyah Malang Student Paper	<1 %
56	digilib.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
57	dspace.umkt.ac.id Internet Source	<1 %
58	kesmas.unja.ac.id Internet Source	<1 %
59	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
60	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
61	docobook.com Internet Source	<1 %
62	jurnal.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
63	media.neliti.com Internet Source	<1 %
64	pdffox.com Internet Source	<1 %
	repository.unej.ac.id	

65

Internet Source

<1 %

66

www.pekerjadata.com

Internet Source

<1 %

67

Cynthia Devi Aristiana, Magdalena Wartono.
"Faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian
Multi Drug Resistance Tuberkulosis (MDR-
TB)", Jurnal Biomedika dan Kesehatan, 2018

Publication

<1 %

68

Noviana Zara, Kania Wiritanaya Munthe, Cut
Sidrah Nadira. "Pengaruh Media Promosi
Kesehatan Terhadap Pengetahuan Nutrisi
Pada Penderita Hipertensi Peserta Prolanis di
Puskesmas Banda Sakti Kota Lhokseumawe",
Journal of Pharmaceutical and Sciences, 2025

Publication

<1 %

69

analisa.io

Internet Source

<1 %

70

iainbukittinggi.ac.id

Internet Source

<1 %

71

journal.staiypiqbaubau.ac.id

Internet Source

<1 %

72

qdoc.tips

Internet Source

<1 %

73

repo.poltekkesbandung.ac.id

Internet Source

<1 %

74	repository.poltekkes-denpasar.ac.id Internet Source	<1 %
75	Della Septa, Lily Marliany Surjadi. "Glycemic Control Effect on Acid-Fast Bacteria Conversion in Diabetic Patients with Tuberculosis", Jurnal Biomedika dan Kesehatan, 2023 Publication	<1 %
76	Submitted to Kookmin University Student Paper	<1 %
77	Submitted to St. Ursula Academy High School Student Paper	<1 %
78	erepository.uwks.ac.id Internet Source	<1 %
79	stutzartists.org Internet Source	<1 %
80	Submitted to Hankuk University of Foreign Studies Student Paper	<1 %
81	Submitted to UIN Sultan Syarif Kasim Riau Student Paper	<1 %
82	Submitted to Udayana University Student Paper	<1 %
83	Submitted to Universitas Muhammadiyah Surakarta	<1 %

84

jurnal.unbrah.ac.id

Internet Source

<1 %

85

Submitted to LL DIKTI IX Turnitin Consortium
Part V

Student Paper

<1 %

86

Submitted to Universitas Andalas

Student Paper

<1 %

87

digilib.unila.ac.id

Internet Source

<1 %

88

repository.ubharajaya.ac.id

Internet Source

<1 %

89

www.liputan6.com

Internet Source

<1 %

90

www.unstarrote.ac.id

Internet Source

<1 %

91

Yulson Rasyid, Reno Sari Caniago, Nazwa Aliefia Adzani, Erdanela Setiawati, Fredia Heppy. "Hubungan Kadar HBA1C dengan Konversi BTA Sputum pada Penderita Tuberkulosis Paru dengan Komorbid Diabetes Melitus Tipe II", Scientific Journal, 2024

Publication

<1 %

92

doku.pub

Internet Source

<1 %

93	ejournal3.undip.ac.id Internet Source	<1 %
94	repository.uinjkt.ac.id Internet Source	<1 %
95	vdocuments.site Internet Source	<1 %
96	Nikma Nikma. "The Relationship between Duration of Suffering from Diabetes Mellitus and Levels of Prothrombin Time (PT) and Activated Partial Thromboplastin Time (APTT)", Jurnal Kesehatan, 2022 Publication	<1 %
97	ar.scribd.com Internet Source	<1 %
98	digilib.iain-jember.ac.id Internet Source	<1 %
99	eprints.uny.ac.id Internet Source	<1 %
100	journal3.uin-alauddin.ac.id Internet Source	<1 %
101	repository.usu.ac.id:8080 Internet Source	<1 %
102	repository.poltekkes-kdi.ac.id Internet Source	<1 %

103	repository.stikesrspadgs.ac.id Internet Source	<1 %
104	rri.co.id Internet Source	<1 %
105	www.idntimes.com Internet Source	<1 %
106	Alif Diah Lestyaningrum, Sri Anardani. "Rancang Bangun Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tuberkulosis (TBC) dengan Metode Forward Chaining", DoubleClick: Journal of Computer and Information Technology, 2017 Publication	<1 %
107	Beatrix Lusiana Ick, Arthur E. Mongan, Maya Memah. "PERBANDINGAN NILAI AGREGASI TROMBOSIT PADA PASIEN HIPERTENSI YANG DIBERI ASPIRIN DAN TIDAK DIBERI ASPIRIN DI RSUP. PROF. DR. R. D. KANDOU MANADO", Jurnal e-Biomedik, 2014 Publication	<1 %
108	Rachel Noveriachristie Balapadang, Hadi Sudarjat. "Potensi Beta-Hydroxybutyrate (BHB) dalam Penanganan Diabetes Tipe 2 dan Risiko Ketoasidosis pada Pasien Diabetes", Journal of Pharmaceutical and Sciences, 2024 Publication	<1 %
109	ecampus.poltekkes-medan.ac.id Internet Source	

<1 %

110 geograf.id
Internet Source

<1 %

111 jurnal.unimed.ac.id
Internet Source

<1 %

112 lib.ui.ac.id
Internet Source

<1 %

113 repository.iainpare.ac.id
Internet Source

<1 %

114 repository.radenintan.ac.id
Internet Source

<1 %

115 repository.umy.ac.id
Internet Source

<1 %

116 repository.unpar.ac.id
Internet Source

<1 %

117 sefidvash.net
Internet Source

<1 %

118 www.jambiupdate.co
Internet Source

<1 %

119 www.wowkeren.com
Internet Source

<1 %

120 Agnes C. H. Sitinjak, Paulina N. Gunawan,
Pritartha S. Anindita. "Hubungan Status Gizi

<1 %

dengan Erupsi Gigi Molar Pertama Permanen
Rahang Bawah pada Anak Usia 6-7 Tahun di
SD Negeri 12 Manado", e-GIGI, 2019

Publication

- 121 Annisa Nurul Azmi, Yekti Hediningsih, Nanik Marfu'ati. "A COMPARISON OF NEUTROPHIL LYMPHOCYTE RATIO (NLR) BEFORE AND AFTER ANTI TUBERCULOSIS TREATMENT BASED ON AGE AND SEX CHARACTERISTICS", Mandala Of Health, 2023 $<1\%$
- Publication
-

- 122 Aulia Ramadhani, Rahmat Hidayatt, Dicky Septiannoor Khaira. "PENGARUH EKSTRAK ETANOL DAUN RAMANIA TERHADAP INSULIN DAN GDP PADA TIKUS OBESITAS DM TIPE 2", Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2025 $<1\%$
- Publication
-

- 123 Febriani Patandianan R., Herlina I. S. Wungouw, Sylvia Marunduh. "PENGARUH LATIHAN BEBAN TERHADAP KEKUATAN OTOT LANSIA", Jurnal e-Biomedik, 2015 $<1\%$
- Publication
-

- 124 Khasiroh, Siti. "Implementasi Model Pembelajaran Iskaliwada Pada Penguatan Profil Pelajar Pancasila Dimensi Gotong Royong di ba 'Aisyiyah Larangan Pengadegan $<1\%$

-
- | | | |
|-----|---|--------|
| 125 | <p>Vivian Rubianti Isabella Br Sebayang, Seri Rayani Bangun, Rica Vera Br Tarigan.</p> <p>"IDENTIFIKASI Mycobacterium tuberculosis PADA PASIEN TB PARU DENGAN METODE PEWARNAAN ZIEHL NEELSEN DI UPT PUSKESMAS MEDAN JOHOR", Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan, 2024</p> <p>Publication</p> | $<1\%$ |
|-----|---|--------|
-
- | | | |
|-----|---|--------|
| 126 | <p>dspace.sti.ufcg.edu.br:8080</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
|-----|---|--------|
-
- | | | |
|-----|--|--------|
| 127 | <p>e-journal.unair.ac.id</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
|-----|--|--------|
-
- | | | |
|-----|--|--------|
| 128 | <p>e-repository.perpus.iainsalatiga.ac.id</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
|-----|--|--------|
-
- | | | |
|-----|--|--------|
| 129 | <p>edoc.pub</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
|-----|--|--------|
-
- | | | |
|-----|--|--------|
| 130 | <p>ejournal.itekes-bali.ac.id</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
|-----|--|--------|
-
- | | | |
|-----|--|--------|
| 131 | <p>eprints.mdp.ac.id</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
|-----|--|--------|
-
- | | | |
|-----|--|--------|
| 132 | <p>idr.uin-antasari.ac.id</p> <p>Internet Source</p> | $<1\%$ |
|-----|--|--------|
-

133	muhjufri.blogspot.com Internet Source	<1 %
134	rakcer.id Internet Source	<1 %
135	repository.ubs-ppni.ac.id Internet Source	<1 %
136	repository.pnj.ac.id Internet Source	<1 %
137	repository.stikesdrsoebandi.ac.id Internet Source	<1 %
138	repository.stikeshangtuahsby-library.ac.id Internet Source	<1 %
139	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
140	www.neliti.com Internet Source	<1 %
141	Andini Kusdiantini, Annisa Aulia Istiqomah. "GAMBARAN KADAR HBA1C DAN GLUKOSA DARAH PUASA PADA PENDERITA DIABETES MELITUS DI RSUD DAERAH BANDUNG", PREPOTIF : JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT, 2024 Publication	<1 %
142	apoteker8.blogspot.com Internet Source	<1 %

143	ejournal.stikesmuhgombong.ac.id Internet Source	<1 %
144	ejr.stikesmuhkudus.ac.id Internet Source	<1 %
145	eprints.poltektegal.ac.id Internet Source	<1 %
146	eprints.unm.ac.id Internet Source	<1 %
147	fikes.uima.ac.id Internet Source	<1 %
148	Submitted to fpptijateng Student Paper	<1 %
149	fr.scribd.com Internet Source	<1 %
150	id.wikipedia.org Internet Source	<1 %
151	ijhn.ub.ac.id Internet Source	<1 %
152	irfanagungs.blogspot.com Internet Source	<1 %
153	live-look-no.icu Internet Source	<1 %
154	luthfieaziz.blogspot.com Internet Source	<1 %

155	radioexperimenter.us Internet Source	<1 %
156	repo.stikesicme-jbg.ac.id Internet Source	<1 %
157	repository.ibs.ac.id Internet Source	<1 %
158	repository.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
159	repository.poltekkes-tjk.ac.id Internet Source	<1 %
160	repository.wima.ac.id Internet Source	<1 %
161	tipsikan.blogspot.com Internet Source	<1 %
162	www.jasajurnal.com Internet Source	<1 %
163	www.jurnal-umbuton.ac.id Internet Source	<1 %
164	www.repository.trisakti.ac.id Internet Source	<1 %
165	Dini Permata Sari, Vevi Andriani. "KAJIAN HUBUNGAN PENGGUNAAN OBAT ANTITUBERKULOSIS FASE AWAL TERHADAP KADAR SGOT-SGPT PADA PASIEN TBC PARU	<1 %

DI RSUD PASAR REBO JAKARTA", Jurnal
Kesehatan Tambusai, 2024

Publication

-
- | | | |
|-----|---|--------|
| 166 | Zeni Yanti. "Effect of Diabetes Mellitus on Successful Treatment of Tuberculosis in Tanah Kalikedinding PHC", Jurnal Berkala Epidemiologi, 2017
<small>Publication</small> | $<1\%$ |
|-----|---|--------|
-
- | | | |
|-----|---|--------|
| 167 | caiherang.com
<small>Internet Source</small> | $<1\%$ |
|-----|---|--------|
-
- | | | |
|-----|---|--------|
| 168 | jmk.stikesmitrakeluarga.ac.id
<small>Internet Source</small> | $<1\%$ |
|-----|---|--------|
-
- | | | |
|-----|---|--------|
| 169 | Ade Gafar Abdullah, Isma Widiaty, Cep Ubad Abdullah. "Medical Technology and Environmental Health", CRC Press, 2020
<small>Publication</small> | $<1\%$ |
|-----|---|--------|
-
- | | | |
|-----|---|--------|
| 170 | Aini Aini Aini, Nurmawan Nurmawan, Jumari Ustiawaty. "Hubungan Antara Kadar Laju Endap Darah (LED) Dengan Kadar C-Reaktiv Protein (CRP) Pada Penderita Tuberkulosis (TBC) Di Wilayah Kerja Puskesmas Alas Barat", Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS), 2020
<small>Publication</small> | $<1\%$ |
|-----|---|--------|
-
- | | | |
|-----|---|--------|
| 171 | Iswardhani Ariyanti, Sri Marnani, Emyliana Listiowati, Agung Cahyo Setiawan, Hamdan Syakuri, Muh. Sulaiman Dadiono. "PROFIL DARAH IKAN NILA (Oreochromis niloticus) | $<1\%$ |
|-----|---|--------|

YANG DIBERI PAKAN DENGAN PENAMBAHAN
EKSTRAK DAUN MANGROVE API-API PUTIH
(*Avicennia marina*)", Jurnal Perikanan Pantura
(JPP), 2022

Publication

172

repository.usu.ac.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On