

**HUBUNGAN KOMORBID DM TIPE 2 DENGAN GAMBARAN  
RADIOGRAFI FOTO TORAKS PASIEN TUBERKULOSIS  
DI RSUD DR. H. ABDUL MOELOEK  
TAHUN 2023-2024**

**(SKRIPSI)**

**Oleh :  
SINDIKA AMERTAVIA  
(2218011005)**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2025**

**HUBUNGAN KOMORBID DM TIPE 2 DENGAN GAMBARAN  
RADIOGRAFI FOTO TORAKS PASIEN TUBERKULOSIS  
DI RSUD DR. H. ABDUL MOELOEK  
TAHUN 2023-2024**

**Oleh :**

**SINDIKA AMERTAVIA  
2218011005**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA KEDOKTERAN**

**Pada**

**Program Studi Pendidikan Dokter  
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

Judul Skripsi

: Hubungan Komorbid DM Tipe 2 dengan  
Gambaran Radiografi Foto Toraks Pasien  
Tuberkulosis di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek  
Tahun 2023-2024

Nama Mahasiswa

: Sindika Amertavia

No. Pokok Mahasiswa

: 2218011005

Program Studi


: Pendidikan Dokter

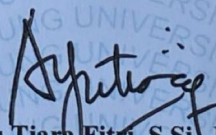
Fakultas

: Kedokteran




1. Komisi Pembimbing

  
dr. Muhammad Ricky Ramadhian, M.Sc., Sp.Rad  
NIP : 198306152008121001

  
Ayu Tiara Fitri, S.Si., M.Biomed.  
NIP : 199811162024062001

2. Dekan Fakultas Kedokteran

  
Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc  
NIP197601202003122001

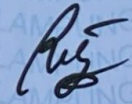


**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

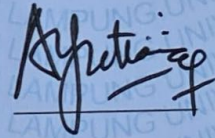
Ketua

: **dr. Muhammad Ricky Ramadhian, M.Sc., Sp.Rad**



Sekretaris

: **Ayu Tiara Fitri, S.Si., M. Biomed**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Si. dr. Syazili Mustofa, M. Biomed**



2. Dekan Fakultas Kedokteran



**Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc**  
NIP197601202003122001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 24 Desember 2025

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sindika Amertavia  
NPM : 2218011005  
Program Studi : Pendidikan Dokter  
Judul Skripsi : **Hubungan Komorbid DM Tipe 2 Dengan Gambaran Radiografi Foto Toraks Pasien Tuberkulosis Di RSUD Dr.H.Abdul Moloek Tahun 2023-2024**

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah skripsi ini merupakan **HASIL KARYA SAYA SENDIRI**. Apabila dikemudian hari terbukti adanya plagiarisme dan kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia diberi sanksi.

Bandar Lampung, 24 Desember 2025

Penulis



Sindika Amertavia

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sindika Amertavia  
NPM : 2218011005  
Program Studi : Pendidikan Dokter  
Judul Skripsi : **Hubungan Komorbid DM Tipe 2 Dengan Gambaran Radiografi Foto Toraks Pasien Tuberkulosis Di RSUD Dr.H.Abdul Moloek Tahun 2023-2024**

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah skripsi ini merupakan **HASIL KARYA SAYA SENDIRI**. Apabila dikemudian hari terbukti adanya plagiarisme dan kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia diberi sanksi.

Bandar Lampung, 24 Desember 2025

Penulis

Sindika Amertavia



## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Padang, Sumatera Barat pada tanggal 09 Maret 2004, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara dari Bapak Syafrial dan Adri Anita. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di TK Kasih Ibu pada tahun 2010 Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 05 Hiliran Gumanti tahun 2016, Sekolah Madrasah Tsanawiyah (MTS) diselesaikan di MTS Negeri 6 Negeri Solok pada tahun 2019, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Negeri 2 Sumatera Barat pada tahun 2022.

Pada tahun 2022, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswi, mengikuti organisasi PAKIS Fakultas Kedokteran Universitas Lampung tahun 2022-sekarang sebagai anggota muda, anggota tetap dan pengurus inti divisi keuangan sebagai sekretaris divisi keuangan.

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul **“Hubungan Komorbid DM Tipe 2 Dengan Gambaran Radiografi Foto Toraks Pasien Tuberkulosis Di RSUD Dr.H.Abdul Moloek Tahun 2023-2024”**

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat masukan, bantuan, dorongan, saran, bimbingan, dan kritik dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- 1 Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM, ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Lampung.
- 2 Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
- 3 Dr. dr. Indri Windarti, S.Ked., Sp.PA., selaku Ketua Jurusan Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
- 4 dr. Intanri Kurniati, S.Ked., Sp.PK., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
- 5 dr. Muhammad Ricky Ramadhian, M.Sc., Sp.Rad, Selaku Pembimbing pertama Terimakasih telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, memberikan kritik dan saran .Terima kasih atas segala dukungan dan nasihat yang diberikan selama proses penyusunan skripsi, penulis sangat menghargai ilmu yang telah dibagikan.
- 6 Ayu Tiara Fitri, S.Si., M.Biomed, selaku Pembimbing II yang telah yang bersedia meluangkan waktu dan tenaga, serta dengan sabar memberikan bimbingan, dukungan, kritik, saran yang membangun dalam penyelesaian



skripsi ini. Terima kasih atas segala bimbingan dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini .

- 7 Dr. Si. dr. Syazili Mustofa, M.Biomed, selaku Penguji yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan masukan, kritik, saran, dan pembahasan yang bermanfaat dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak akan pernah saya lupakan. Terima kasih atas bimbingan, arahan dan nasihat yang selalu diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.
- 8 Ramadhana Komala, S.Gz., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan masukan, dukungan, dan nasihat selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
- 9 Seluruh dosen, staf, dan civitas akademika Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas Ilmu, waktu, serta bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
- 10 Kedua orang tua tersayang, Abak Syafrial dan Mama Adri Anita, yang telah melahirkan, membesarkan, dan mendidik penulis dengan penuh kasih sayang, kesabaran, dan ketulusan. Terima kasih atas setiap doa, pengorbanan yang tidak pernah terhitung, dan atas cinta dan kasih sayang. Segala pencapaian ini tidak akan pernah terwujud tanpa restu, doa, dan perjuangan Abak dan Mama.
- 11 Kakak penulis, Adri Febrinal, beserta istri Tari Anggaraini, serta keponakan tersayang, Faras dan Ashraf, dan adik tercinta azizan, Riandiko, dan seluruh keluarga besar yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu terima kasih atas kasih sayang dan doa Kalian menjadi penyemangat dan sumber kebahagiaan dalam setiap langkah penulis.
- 12 Sahabat seperjuangan sekaligus sahabat terkasih Melinda, Tiara, Caca, Nurul, Ria, Fio, Ratu, Ida, Amel, Pipit, Abigail, Vira, Nisrina, Desvira, dan Aprili, terima kasih atas semangat, bantuan, tawa, dan kebersamaan Dalam suka maupun duka, kalian selalu ada, dan tanpa kalian perjalanan ini tidak akan seindah dan sekuat ini.
- 13 Sahabat terbaik penulis Fella, Risma, Ayu, Lidya ,Ghina, Hana, Nisa, Athaya, Aldi, Mahfud, Rovin, Zaki. terima kasih atas dukungan, semangat, serta kesediaan kalian untuk selalu mendengarkan keluh kesah penulis, bahkan

hanya melalui pesan singkat dan ruang virtual. Kehadiran kalian telah menjadi penenang dan penguat di tengah padatnya perjalanan ini.

- 14 Kepada 16uprofen Adin Aris, Yunda Kamila, Pipit, Bigel, Tiara, Ratu, Ainin, Gasela, Tede, Intan, Andre, Haikal, Ipan, dan Adam, terima kasih telah menjadi keluarga pertama penulis di Fakultas Kedokteran. Terima kasih atas dukungannya
- 15 Teman-teman SC17, Divisi Keuangan, serta seluruh keluarga besar PAKIS, terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang senantiasa diberikan kepada penulis.
- 16 Seluruh teman angkatan Troponin, terima kasih telah menjadi rekan seperjuangan selama masa perkuliahan di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
- 17 Terakhir Untuk diri sendiri, terima kasih telah bertahan sejauh ini. Terima kasih telah kuat di saat lelah, tetap berjuang di saat ragu, dan tidak menyerah meski sempat ingin berhenti. Terima kasih telah berani menghadapi proses yang panjang dan penuh tantangan. Semoga diri ini senantiasa bersyukur, tidak berhenti berusaha menjadi versi terbaik dari diri sendiri.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi kebermanfaatan bagi para pembacanya

Bandar Lampung, 24 Desember 2025  
Penulis

Sindika Amertavia.

## ABSTRACT

### THE ASSOCIATION BETWEEN TYPE 2 DIABETES MELLITUS COMORBIDITY AND CHEST RADIOGRAPHIC FINDINGS OF TUBERCULOSIS PATIENTS AT DR. H. ABDUL MOELOEK GENERAL HOSPITAL IN 2023–2024

By

Sindika Amertavia

**Background:** Tuberculosis (TB) is a chronic pulmonary infection caused by *Mycobacterium tuberculosis* and remains a major global health problem. Type 2 diabetes mellitus (DM) is known to impair cellular immunity, thereby influencing the clinical and radiological manifestations of TB. Patients with TB and type 2 DM often present with more extensive and severe lesions. This study aimed to determine the relationship between type 2 DM comorbidity and the chest radiographic findings of TB patients at Dr. H. Abdul Moeloek General Hospital in 2023–2024.

**Methods:** This was an observational analytic study with a *cross-sectional* design using secondary data from medical records of TB patients with and without type 2 DM. Samples were selected using a *total sampling* technique. The observed variables included age, sex, random blood glucose level, lesion type, lesion extent, and lung involvement. Data were analyzed using univariate and bivariate analyses with the Chi-Square test at a significance level of  $p < 0.05$ .

**Results:** The majority of TB patients with or without type 2 DM, were male and belonged to the productive age group. The most common radiographic findings included infiltrates, fibrosis, consolidation, and cavitation in TB–DM cases. Most patients with TB and type 2 DM exhibited extensive lesions and bilateral lung involvement. A significant association was found between the presence of type 2 DM and lesion extent ( $p = 0.001$ ), side involvement of the lungs ( $p = 0.017$ ), and the presence of consolidation lesions ( $p = 0.001$ ).

**Conclusion:** There is a significant association between type 2 DM comorbidity and chest radiographic findings in TB patients. TB patients with type 2 DM tend to have wider lesions, bilateral lung involvement, and are mostly in the late elderly age group.

**Keywords:** Chest X-ray, Tuberculosis, Type 2 Diabetes Mellitus.

## ABSTRAK

### HUBUNGAN KOMORBID DM TIPE 2 DENGAN GAMBARAN RADIOGRAFI FOTO TORAKS PASIEN TUBERKULOSIS DI RSUD DR. H. ABDUL MOELOEK TAHUN 2023-2024

Oleh

Sindika Amertavia

**Latar Belakang:** Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit infeksi paru yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* dan masih menjadi masalah kesehatan global. Diabetes melitus (DM) tipe 2 diketahui dapat menurunkan imunitas seluler sehingga memengaruhi manifestasi klinis dan radiologis TB. Pasien TB dengan DM tipe 2 sering menunjukkan gambaran lesi yang lebih berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara komorbid DM tipe 2 dengan gambaran radiografi foto toraks pasien tuberkulosis di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek tahun 2023–2024.

**Metode:** Penelitian ini merupakan studi analitik observasional dengan desain *cross-sectional* menggunakan data sekunder rekam medis pasien TB dengan dan tanpa DM tipe 2. Sampel dipilih dengan metode *total sampling*. Variabel yang diamati meliputi usia, jenis kelamin, kadar gula darah sewaktu, jenis lesi, luas lesi, dan keterlibatan paru. Analisis dilakukan secara *univariat* dan *bivariat* menggunakan uji Chi-Square dengan tingkat signifikansi  $p < 0,05$ .

**Hasil:** Mayoritas pasien TB dengan atau tanpa DM tipe 2 berjenis kelamin laki-laki dan berada pada kelompok usia Produktif Gambaran radiografi yang paling sering muncul adalah infiltrat, fibrosis, konsolidasi, kavitas pada TB-DM. Sebagian besar pasien TB dengan DM tipe 2 menunjukkan lesi luas serta keterlibatan paru bilateral. Terdapat hubungan bermakna antara keberadaan DM tipe 2 dengan luas lesi ( $p = 0,001$ ), keterlibatan sisi paru ( $p = 0,017$ ), Jenis lesi konsolidasi ( $p = 0,001$ ).

**Kesimpulan:** Terdapat hubungan signifikan antara komorbid DM tipe 2 dengan gambaran radiografi foto toraks pada pasien tuberkulosis. Pasien dengan DM tipe 2 cenderung menunjukkan lesi yang lebih luas, keterlibatan paru bilateral, dan jenis lesi konsolidasi.

**Kata kunci:** Diabetes melitus tipe 2, Foto toraks, Tuberkulosis.



## DAFTAR ISI

Halaman

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                       | <b>i</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                     | <b>iv</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                    | <b>v</b>  |
| <br>                                         |           |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang .....                     | 1         |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                    | 5         |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                   | 5         |
| 1.3.1 Tujuan Umum.....                       | 5         |
| 1.3.2 Tujuan Khusus .....                    | 5         |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                  | 6         |
| 1.4.1 Bagi Peneliti.....                     | 6         |
| 1.4.2 Bagi Rumah sakit.....                  | 6         |
| 1.4.3 Bagi Institusi.....                    | 6         |
| 1.4.4 Bagi Masyarakat .....                  | 6         |
| <br>                                         |           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>          | <b>8</b>  |
| 2.1 Tuberkulosis .....                       | 8         |
| 2.1.1 Definisi .....                         | 8         |
| 2.1.2 Epidemiologi.....                      | 8         |
| 2.1.3 Etiologi .....                         | 9         |
| 2.1.4 Faktor Risiko .....                    | 9         |
| 2.1.5 Patofisiologis .....                   | 11        |
| 2.1.6 Klasifikasi .....                      | 13        |
| 2.1.7 Gejala klinis .....                    | 16        |
| 2.1.8 Alur Diagnosis tuberkulosis paru ..... | 17        |
| 2.1.9 Komplikasi.....                        | 25        |
| 2.2 Diabetes Melitus Tipe 2 .....            | 26        |
| 2.2.1. Definisi Diabetes melitus.....        | 26        |
| 2.2.2. Epidemiologi.....                     | 28        |
| 2.2.3. Faktor risiko.....                    | 28        |
| 2.2.4. Patofisiologi.....                    | 29        |
| 2.2.5. Patogenesis .....                     | 30        |

|                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.6. Diagnosis .....                                                                                | 30        |
| 2.3 Hubungan Tuberkulosis dengan Diabetes Melitus Tipe 2 .....                                        | 31        |
| 2.3.1 Epidemiologi Tuberkulosis dengan Diabetes Melitus Tipe 2.....                                   | 31        |
| 2.3.2 Pengaruh DM Tipe 2 Terhadap Risiko dan Progresivitas<br>Tuberkulosis. ....                      | 32        |
| 2.3.3 Patofisiologi TB dengan DM.....                                                                 | 34        |
| 2.3.4 Mekanisme Interaksi antara Tuberkulosis dan DM tipe 2.....                                      | 35        |
| 2.3.5 Diagnosis TB DM.....                                                                            | 37        |
| 2.4 Pemeriksaan Foto Toraks Tuberkulosis Paru .....                                                   | 38        |
| 2.4.1 Pemeriksaan Foto Toraks .....                                                                   | 38        |
| 2.4.2 Gambaran Foto Toraks Pasien Tuberkulosis.....                                                   | 39        |
| 2.4.3 Bentuk Lesi Foto Toraks Tuberkulosis Paru .....                                                 | 40        |
| 2.4.4 Keterlibatan Paru pada Lesi Foto Toraks .....                                                   | 40        |
| 2.4.5 Luas lesi Foto Toraks Tuberkulosis Paru .....                                                   | 40        |
| 2.4.6 Gambaran Karakteristik Tuberkulosis.....                                                        | 41        |
| 2.4.7 Gambaran Foto Toraks Tuberkulosis Paru Tanpa dan dengan<br>Diabetes Melitus .....               | 44        |
| 2.5 Pengaruh Usia Terhadap Gambaran Klinis Penyakit Tuberkulosis dan<br>Diabetes Melitus Tipe 2 ..... | 45        |
| 2.5.1 Definisi Usia .....                                                                             | 45        |
| 2.5.2 Klasifikasi Usia.....                                                                           | 45        |
| 2.5.3 Hubungan Usia dengan Risiko Terkena Tuberkulosis .....                                          | 46        |
| 2.5.4 Hubungan Usia dengan Risiko Komorbiditas Diabetes Melitus.....                                  | 47        |
| 2.6 Kerangka Teori.....                                                                               | 49        |
| 2.7 Kerangka konsep .....                                                                             | 51        |
| 2.8 Hipotesis.....                                                                                    | 51        |
| 2.8.1 Hipotesis <i>Null</i> (H0).....                                                                 | 51        |
| 2.8.2 Hipotesis Alternatif (H1) .....                                                                 | 51        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                                                                | <b>52</b> |
| 3.1 Desain Penelitian.....                                                                            | 52        |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....                                                                 | 52        |
| 3.3 Subjek Penelitian .....                                                                           | 52        |
| 3.3.1 Populasi.....                                                                                   | 52        |
| 3.3.2 Sampel .....                                                                                    | 52        |
| 3.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi.....                                                                | 53        |
| 3.4.1 Kriteria Inklusi.....                                                                           | 53        |
| 3.4.2 Kriteria Eksklusi .....                                                                         | 53        |
| 3.5 Variabel Penelitian .....                                                                         | 54        |
| 3.5.1. Variabel Bebas ( <i>Independent variable</i> ) .....                                           | 54        |
| 3.5.2. Variabel Terikat ( <i>Dependent variable</i> ) .....                                           | 54        |
| 3.6 Prosedur Pengumpulan Data .....                                                                   | 54        |
| 3.6.1 Teknik Pengumpulan Data .....                                                                   | 54        |

|                                                                                                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.6.2 Instrumen Penelitian .....                                                                                      | 54         |
| 3.7 Definisi Operasional.....                                                                                         | 55         |
| 3.8 Alur Penelitian.....                                                                                              | 57         |
| 3.9 Pengolahan Data.....                                                                                              | 58         |
| 3.10 Analisis Data .....                                                                                              | 59         |
| 3.10.1 Analisis Univariat.....                                                                                        | 59         |
| 3.10.2 Analisis Bivariat.....                                                                                         | 59         |
| 3.11 Etik Penelitian .....                                                                                            | 59         |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                                                                               | <b>60</b>  |
| 4.1. Gambaran Umum Penelitian .....                                                                                   | 60         |
| 4.2. Hasil Penelitian .....                                                                                           | 61         |
| 4.2.1. Karakteristik Responden.....                                                                                   | 61         |
| 4.2.2. Analisis Univariat .....                                                                                       | 61         |
| 4.2.3. Analisis Bivariat .....                                                                                        | 67         |
| 4.3. Pembahasan .....                                                                                                 | 70         |
| 4.3.1. Distribusi Frekuensi.....                                                                                      | 70         |
| 4.3.2. Hubungan Gambaran Radiologi Pasien TB Dengan atau Tanpa DM<br>Tipe 2 Berdasarkan Sisi Paru yang Terlibat ..... | 77         |
| 4.3.2. Hubungan Gambaran Radiologi Pasien TB Dengan Atau Tanpa DM<br>Tipe 2 Berdasarkan Luas Lesi .....               | 78         |
| 4.4.3. Hubungan Gambaran Radiologi Pasien TB Dengan Atau Tanpa DM<br>Tipe 2 Berdasarkan Jenis Lesi Konsolidasi .....  | 80         |
| 4.4. Keterbatasan Penelitian .....                                                                                    | 81         |
| <b>BAB V KESIMPULAN.....</b>                                                                                          | <b>82</b>  |
| 5.1. Kesimpulan.....                                                                                                  | 82         |
| 5.1. Saran .....                                                                                                      | 83         |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                                                           | <b>91</b>  |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                                                                                  | <b>113</b> |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                                                                              | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2. 1 Dosis OAT lepasan lini pertama untuk pengobatan TB SO .....                                                   | 24      |
| 2. 2 Dosis OAT Lini 1 untuk Pengobatan TB-SO dengan KDT.....                                                       | 24      |
| 2. 3 Klasifikasi Diabestes Melitus.....                                                                            | 27      |
| 2. 4 Kriteria Diagnosis Diabetes Melitus Tipe 2.....                                                               | 31      |
| 2. 5 Gambaran karakteristik foto toraks pada tuberkulosis .....                                                    | 42      |
| 4. 1 Tabel Karakteristik Responden Penelitian .....                                                                | 74      |
| 4. 2 Distribusi Proporsi Pasien Klinis TB dengan DM atau Tanpa DM Tipe 2.....                                      | 75      |
| 4. 3 Distribusi Pasien Berdasarkan Kelompok Usia .....                                                             | 76      |
| 4. 4 Distribusi Pasien Berdasarkan Kelamin.....                                                                    | 77      |
| 4. 5 Distribusi Gambaran Foto Toraks Radiologi Pasien TB dengan atau<br>Tanpa DM Tipe 2 .....                      | 78      |
| 4. 6 Distribusi Kadar Gula Darah Sewaktu Berdasarkan Status DM tipe 2<br>Pada Pasien TB Paru .....                 | 80      |
| 4. 7 Hubungan Gambaran Radiologi Pasien TB atau dengan tanpa DM tipe 2<br>Berdasarkan Sisi Paru yang Terlibat..... | 81      |
| 4. 8 Hubungan Gambaran Radiologi Pasien TB atau dengan tanpa DM tipe 2<br>Berdasarkan Luas Lesi .....              | 82      |
| 4. 9 Hubungan Gambaran Radiologi Pasien TB dengan Atau Tanpa DM Tipe 2<br>Berdasarkan jenis lesi Konsolidasi.....  | 90      |



## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                                                                                                                                                                         | Halaman |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2. 1 Alur Diagnosis dan Pengobatan Tuberkulosis di Indonesia .....                                                                                                                                             | 18      |
| 2. 2 Toraks Proyeksi PA dengan Anatomi Normal Sesuai Aspek Penetrating<br>(Panah Putih), Inspiration, Rotation (Panah Hitam dan Panah Titik Putih),<br>Magnification, dan Angulation (Panah Titik Hitam). .... | 39      |
| 2. 3 Gambar Ilustrasi Luas Lesi Tuberkulosis .....                                                                                                                                                             | 41      |
| 2. 4 Gambar radiologi kavitas tuberkulosis.....                                                                                                                                                                | 45      |
| 2. 5 Kerangka Teori.....                                                                                                                                                                                       | 49      |
| 2. 6 Kerangka Konsep .....                                                                                                                                                                                     | 51      |
| 3. 1 Alur Penelitian .....                                                                                                                                                                                     | 69      |

## **LAMPIRAN**

|            |                            |     |
|------------|----------------------------|-----|
| Lampiran 1 | Surat Izin Penelitian..... | 103 |
| Lampiran 2 | Ethical Clearance.....     | 104 |
| Lampiran 3 | Analisis Univariat.....    | 106 |
| Lampiran 4 | Analisis Bivariat.....     | 111 |
| Lampiran 5 | Dokumentasi.....           | 112 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tuberkulosis (TB) adalah isu penting dalam kesehatan masyarakat dunia yang memiliki dampak besar secara global. Penyakit ini ditandai dengan tanda khas utamanya adalah batuk berdahak yang berlangsung selama lebih dari dua minggu, sering juga diikuti dengan demam, berat badan menurun, serta berkeringat di malam hari. TB disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium*, yang memiliki sifat resisten atau tahan terhadap zat asam, dan sering dikenal dengan Bakteri Tahan Asam (BTA) Penderita TB umumnya tertular lewat droplet, yaitu percikan dahak yang terhirup oleh mereka (Kemenkes RI, 2018). Menurut laporan *Global Tuberculosis Report* 2023 dari WHO TB merupakan salah satu penyebab tertinggi kematian secara global sebelum munculnya pandemi COVID-19, dengan jumlah kematian yang disebabkan oleh penyakit ini melebihi jumlah kematian akibat HIV/AIDS (WHO, 2023).

Prevalensi tuberkulosis (TB) menurut data global pada tahun 2020, diperkirakan akan mencapai kurang lebih 10 juta kasus TB secara global, dengan Indonesia menduduki posisi kelima di dunia dalam hal beban kasus TB terbesar, yaitu sekitar 660.000 kasus TB aktif setiap tahunnya (WHO, 2021). Laporan terbaru dari WHO menunjukkan bahwa Indonesia masih tetap menempati urutan kedua jumlah kasus TB terbanyak di dunia dengan estimasi kasus TB baru sebanyak 1.060.000 kasus dengan angka kematian mencapai 134.000 (Global TB Report, 2023).

Berdasarkan data nasional jumlah insiden TB diperkirakan mencapai sebanyak 969.000 kasus setiap tahun. Namun pada tahun 2022 tercatat sebanyak 724.309 kasus yang berhasil dinotifikasi (sekitar 75%), sehingga masih terdapat sekitar 25% kasus yang belum dilaporkan (Kemenkes, 2022). Di tingkat regional, Provinsi Lampung mencatat angka penemuan kasus TB tahun 2018 tercatat 189 per 100.000 penduduk. Pada 2022, sebanyak 25.403 terduga TB mendapat layanan sesuai standar di Kota Bandar Lampung (Dinkes Bandar Lampung, 2022).

Di samping TB, diabetes melitus (DM) menjadi salah satu tantangan utama dalam kesehatan masyarakat global yang tidak kalah penting. *Internasional Diabetes Federation* (IDF) melaporkan pada tahun 2024 jumlah individu dewasa berusia 20–79 tahun yang menderita diabetes secara global mencapai 589 juta orang, dan diprediksi akan mencapai 853 juta pada tahun 2050. Sekitar 43% (252 juta orang) di antaranya tidak terdiagnosis. Di Indonesia, prevalensi diabetes mencapai 11,3%, menjadikannya peringkat ketiga di kawasan Asia Tenggara.

World Health Organization (WHO) memperkirakan bahwa jumlah penderita diabetes di Indonesia akan mengalami peningkatan hingga sekitar 21,3 juta kasus pada tahun 2030. Selain itu, diabetes melitus tercatat sebagai penyebab kematian tertinggi ketiga di Indonesia, dengan proporsi angka kematian sebesar 6,7% (Nazara, 2024). Berdasarkan data Dinas Kesehatan Provinsi Lampung, jumlah kejadian Diabetes Melitus di Provinsi Lampung tercatat sebanyak 22.345 kasus dengan prevalensi sebesar 1,37%. Dari total tersebut, sekitar 0,82% kasus ditemukan pada wilayah pedesaan (Dinkes Provinsi Lampung, 2020).

Diabetes melitus (DM) didefinisikan sebagai gangguan metabolisme yang ditandai dengan kadar glukosa darah yang tinggi (hiperglikemia), yang disebabkan oleh kelainan pada produksi insulin, resistensi terhadap kerja insulin, maupun akibat dari kedua mekanisme tersebut secara bersamaan. Kondisi hiperglikemia memang menjadi ciri khas DM. Jika berlangsung



kronis, hiperglikemia pada DM dapat menimbulkan kerusakan, disfungsi, hingga kegagalan berbagai organ tubuh dalam jangka panjang, terutama pada mata, jantung, saraf, ginjal, serta pembuluh darah (Hakim A *et al.*, 2021).

Mekanisme yang diduga berperan dalam terjadinya tuberkulosis paru pada pasien dengan DM berkaitan dengan terganggunya sistem imun seluler. Keadaan hiperglikemia yang dialami penderita DM dapat menurunkan fungsi sel-sel imun seperti neutrofil dan monosit, sehingga kemampuan tubuh untuk membunuh bakteri menjadi melemah (Yosephine *et al.*, 2021).

Penderita DM diketahui memiliki tingkat kerentanan yang lebih besar terhadap terjadinya infeksi TB pada paru. Sejumlah studi menunjukkan bahwa penderita DM yang juga menderita TB cenderung menunjukkan gejala yang lebih berat dibandingkan pasien TB tanpa DM. Bahkan, pada kasus TB laten, individu dengan DM memiliki kemungkinan kekambuhan yang lebih besar dibandingkan individu tanpa DM (Tampubolon *et al.*, 2022). Menurut hasil penelitian Abbas, terdapat kecenderungan peningkatan kasus tuberkulosis paru pada pasien baru dengan komorbiditas DM. Sebagian besar pasien merupakan laki-laki lanjut usia yang tinggal di daerah perkotaan (Abbas, 2022).

Salah satu faktor risiko perkembangan terhadap TB aktif yaitu DM. Penyakit ini bersifat kronis, tidak menular, dan dapat menurunkan sistem imun, sehingga individu dengan DM berisiko tiga kali lebih tinggi untuk mengalami TB aktif. Pengobatan TB pada pasien dengan DM cenderung lebih sering mengalami kegagalan dibandingkan pasien tanpa komorbiditas tersebut. (Fachri *et al.*, 2021). DM dapat melemahkan sistem kekebalan seluler, hiperglikemia berpengaruh terhadap kemampuan mikrobisida makrofag. Selain gangguan imunologi, penderita diabetes juga akan menyebabkan perubahan fisiologis pada paru yang menghambat proses pembersihan sehingga memperbesar risiko terjadinya dan meluasnya infeksi (Batu bara *et al.*, 2024).

Penelitian lain berupa studi kasus-kontrol yang dilakukan di RSUP Dr. Kariadi, Semarang, oleh Fibriana *et al.* (2020), juga menemukan bahwa DM dapat berperan sebagai faktor risiko signifikan dalam penularan TB, terutama pada pasien dengan riwayat kontak serumah, kadar gula darah acak yang tinggi, dan rendahnya kepatuhan terhadap pengobatan. Penelitian ini menekankan pentingnya kontrol DM dalam upaya pencegahan TB di Indonesia, selain itu DM juga dapat mempengaruhi perjalanan penyakit TB sehingga terjadi perlambatan sistem imun dalam merespon *Mycobacterium Tuberculosis* (Lin,Y. *Et al.*, 2018).

Pemeriksaan rontgen dada termasuk salah satu metode tambahan yang penting dalam membantu menegakkan diagnosis tuberkulosis (TB) paru. Meskipun metode ini tergolong sederhana, foto toraks tetap mampu memberikan informasi mengenai tingkat keparahan penyakit, apakah TB bersifat aktif atau tidak aktif, serta sejauh mana kerusakan jaringan paru yang terjadi. Hasil foto toraks biasanya diperkuat dengan pemeriksaan dahak (sputum). Selain itu, penggunaan foto toraks secara berkala juga berperan penting dalam memantau efektivitas pengobatan TB (Tampubolon *et al.*, 2022).

Foto toraks berperan penting dalam diagnosis dan pemantauan TB Pada penderita dengan DM, temuan radiologis sering kali memperlihatkan gambaran lebih luas dan berat, terutama di lobus bawah paru, akibat gangguan sistem imun. Deteksi dini menggunakan foto toraks penting untuk ketepatan penanganan TB, khususnya pada pasien dengan komorbid DM (Febrian *et al.*, 2025). Studi lain melaporkan bahwa pasien TB dengan diabetes lebih sering mengalami keterlibatan bilateral, lesi pada zona bawah paru, dan kavitas, yang mencerminkan gambaran radiografis yang lebih berat dan luas dibandingkan pasien tanpa diabetes (Barot *et al.*, 2024).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara DM tipe 2 dengan luasnya lesi yang tampak pada foto toraks pasien TB (Ardin MA dan Ruslim D, 2023). Menurut penelitian Layali (2019)

kelompok TB dengan DM akan mempunyai lesi TB lebih luas, lebih atipikal, dan kavitas multipel, dibandingkan kelompok TB tanpa DM (Layali *et al.*, 2019).

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, peneliti bermaksud untuk melakukan kajian mengenai hubungan komorbid DM tipe 2 dengan gambaran radiografi toraks pada pasien tuberkulosis di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih mendalam mengenai karakteristik radiologis dari masing-masing kelompok pasien, serta menjadi acuan bagi klinisi dalam menegakkan diagnosis secara lebih tepat dan dalam menyusun strategi terapi yang efektif.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimanakah karakteristik gambaran radiografi toraks pada pasien tuberkulosis dengan dan tanpa DM tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek?
2. Adakah hubungan antara keberadaan DM tipe 2 dengan gambaran radiografi toraks pada pasien tuberkulosis di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Mengetahui Hubungan komorbid DM tipe 2 dengan gambaran radiografis foto toraks pada pasien tuberkulosis tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Mengidentifikasi dan mendeskripsikan karakteristik gambaran foto toraks pasien tuberkulosis dengan DM atau tanpa DM tipe 2 RSUD Dr. Abdul Moeloek.

2. Menganalisis hubungan antara DM tipe 2 dengan gambaran radiografi toraks pada pasien tuberkulosis

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Bagi Peneliti**

Penelitian ini memberikan kesempatan bagi peneliti untuk memperdalam pemahaman mengenai hubungan gambaran radiologi tuberkulosis dengan DM atau tanpa DM tipe 2, serta memperkaya literatur ilmiah dalam bidang ini.

### **1.4.2 Bagi Rumah sakit**

Hasil penelitian ini bermanfaat bagi rumah sakit sebagai sumber data ilmiah untuk mendukung peningkatan kualitas pelayanan kesehatan, khususnya dalam pencegahan dan penanganan penyakit terkait. Hasil penelitian dapat dijadikan bahan evaluasi program-program kesehatan yang sudah berjalan serta dasar dalam perencanaan intervensi yang lebih efektif.

### **1.4.3 Bagi Institusi**

Hasil penelitian ini sangat diharapkan bisa dapat memberikan kontribusi bagi institusi pendidikan, khususnya dalam menambah referensi keilmuan di bidang radiologi dan penyakit infeksi. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk meningkatkan mutu kurikulum dan proses pembelajaran di fakultas kedokteran, baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lainnya di Indonesia.

### **1.4.4 Bagi Masyarakat**

Penelitian ini juga diharapkan dapat menambah wawasan dan menjadi acuan bagi masyarakat agar bisa menambah informasi terkait perbandingan karakteristik radiografi foto toraks pasien

tuberkulosis dengan DM atau tanpa DM tipe 2, sehingga dapat meningkatkan kesadaran terhadap pencegahan dan pengelolaan penyakit ini.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tuberkulosis**

##### **2.1.1 Definisi**

Tuberkulosis (TB) adalah suatu penyakit infeksi kronis yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*, bakteri berbentuk batang yang bersifat tahan asam dan dikenal sebagai Basil Tahan Asam (BTA). Infeksi ini umumnya mengenai jaringan parenkim paru sehingga menyebabkan TB paru. Meskipun demikian, bakteri tersebut juga memiliki kemampuan untuk menyebar ke berbagai organ di luar paru, yang dikenal sebagai TB ekstraparu, seperti pleura, kelenjar getah bening, tulang, dan organ ekstraparu lainnya (Kemenkes, 2020).

##### **2.1.2 Epidemiologi**

Berdasarkan laporan *Global Tuberculosis Report* tahun 2020 dari World Health Organization (WHO), memperkirakan bahwa pada tahun 2019 jumlah kasus baru tuberkulosis di dunia mencapai sekitar 10 juta kasus, dengan kisaran estimasi antara 8,9 sampai 11 juta kasus. Selain itu, jumlah angka kematian akibat TB pada individu tanpa infeksi *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) diperkirakan mencapai sekitar 1,2 juta jiwa (dengan kisaran antara 1,1–1,3 juta), sedangkan pada penderita TB yang juga terinfeksi HIV, jumlah kematian diperkirakan mencapai 208.000 jiwa, dengan rentang antara 177.000 hingga 242.000 kasus. Laporan WHO terbaru juga menunjukkan bahwa Indonesia menempati

posisi sebagai negara penyumbang kasus TB terbesar kedua di dunia, setelah India, dan mengalami peningkatan kasus pada rentang tahun 2020 hingga 2023. Dengan demikian, Indonesia masih berada pada peringkat kedua secara global dalam jumlah kasus TB berdasarkan data WHO (*Global TB Report*, 2024).

### 2.1.3 Etiologi

Penyebab tuberkulosis adalah *Mycobacterium tuberculosis*, yakni bakteri berbentuk batang (basil) yang sifatnya tahan terhadap asam, sehingga digolongkan sebagai Basil Tahan Asam (BTA). Selain *M. tuberculosis*, beberapa spesies lain dari genus *Mycobacterium* seperti *M. Bovis*, *M. Canetti*, *M. africanum*, dan *M. Microti*. juga diketahui dapat mengakibatkan tuberkulosis aktif pada manusia (Kemenkes RI, 2020).

Secara mikrobiologis, *Mycobacterium tuberculosis* juga mempunyai karakteristik dinding sel yang khas, dengan kandungan lipid yang sangat tinggi. Kandungan lipid ini berkontribusi terhadap berbagai sifat unik bakteri tersebut, antara lain resistensi terhadap sejumlah antibiotik, kesulitan dalam pewarnaan menggunakan metode Gram, serta kemampuannya untuk mempertahankan kelangsungan hidup dalam kondisi lingkungan yang tidak mendukung (Afifah, 2024).

### 2.1.4 Faktor Risiko

Budi *et al.*, 2018 menjelaskan risiko seseorang untuk mengalami tuberkulosis dipengaruhi oleh sejumlah faktor. Beberapa faktor utama yang dapat meningkatkan risiko penularan maupun perkembangan penyakit ini antara lain:

#### 2.1.4.1. Usia

Risiko terjadinya tuberkulosis dipengaruhi secara signifikan oleh faktor usia. Kasus TB lebih banyak dijumpai pada kelompok usia muda sampai dewasa. Data di Indonesia menunjukkan bahwa sekitar 75% penderita tuberkulosis berasal dari kelompok usia produktif, yaitu antara 15 hingga 49 tahun.

#### 2.1.4.2. Jenis Kelamin

Insiden tuberkulosis ditemukan lebih tinggi pada kelompok laki-laki dibandingkan perempuan. Salah satu faktor yang berperan adalah kebiasaan merokok yang lebih banyak dijumpai pada laki-laki, yang berpotensi menurunkan daya tahan tubuh dan meningkatkan risiko terjadinya infeksi.

#### 2.1.4.3. Kebiasaan Merokok dan Konsumsi Alkohol

Kebiasaan merokok dan konsumsi alkohol diketahui dapat menurunkan fungsi sistem imun. Individu, khususnya laki-laki, yang memiliki kebiasaan tersebut cenderung memiliki risiko lebih tinggi dan rentan terhadap terjadinya infeksi tuberkulosis.

#### 2.1.4.4. Pekerjaan

Jenis pekerjaan juga dapat memengaruhi risiko terpapar tuberkulosis. Pekerjaan yang melibatkan kontak langsung dengan pasien TB, seperti tenaga kesehatan, memiliki risiko lebih tinggi. Selain itu, pekerjaan di lingkungan tertutup seperti pabrik juga berpotensi meningkatkan risiko penularan.

#### 2.1.4.5. Status Sosial Ekonomi

Tingkat pendapatan yang rendah berhubungan dengan keterbatasan dalam memenuhi standar hidup sehat, seperti



kecukupan nutrisi, sanitasi, dan akses terhadap layanan kesehatan, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap tuberkulosis.

#### 2.1.4.6. Faktor Lingkungan

Kondisi lingkungan tempat tinggal, termasuk pencahayaan, kelembapan, suhu, serta struktur bangunan rumah seperti atap, dinding, dan lantai, turut memengaruhi risiko terjadinya TB. Lingkungan hunian yang gelap, lembap, dan minim ventilasi menjadi tempat yang mendukung keberlangsungan hidup *Mycobacterium tuberculosis*.

### 2.1.5 Patofisiologis

Tuberkulosis (TB) awalnya akan menyebar melalui jalur airborne, terutama saat penderita TB aktif batuk atau bersin, mengeluarkan droplet nuklei berupa percikan dahak ke udara. Droplet ini dapat terhirup oleh individu lain dan masuk ke saluran pernapasan hingga mencapai alveolus. Infeksi TB dimulai ketika *Mycobacterium tuberculosis* berhasil masuk dan berkembang biak di dalam alveolus. Pada tahap awal infeksi, respons imun non-spesifik atau imun bawaan berperan penting dalam pertahanan tubuh. Makrofag alveolar akan berusaha melakukan fagositosis terhadap bakteri yang masuk. Namun, keberhasilan fagositosis dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain dosis bakteri yang terhirup, tingkat virulensi *Mycobacterium tuberculosis* serta kemampuan bakterisidal makrofag (Al-Marzoqi dan Shalan, 2020).

Struktur dinding sel *Mycobacterium tuberculosis* yang mengandung asam mikolat dalam jumlah tinggi menyebabkan fagositosis menjadi lebih sulit dilakukan. Akibatnya, bakteri dapat bertahan hidup di dalam makrofag alveolar dan berkembang biak secara intraseluler. Makrofag yang telah terinfeksi kemudian

mengalami lisis dan melepaskan bakteri, yang selanjutnya akan menginfeksi makrofag lainnya dan membentuk koloni. Dari proses ini, infeksi dapat berakhir dengan tiga kemungkinan: bakteri berhasil dieliminasi oleh tubuh, bertahan dalam keadaan laten, atau berkembang menjadi TB aktif (Tobin dan Tristram 2024). Pada kasus laten, infeksi dapat berlangsung tanpa gejala hingga beberapa tahun, namun berisiko berkembang menjadi TB aktif jika terjadi penurunan imunitas, misalnya dalam lima tahun pertama setelah infeksi (Mustofa *et al.*, 2023a).

Setelah *Mycobacterium tuberculosis* membentuk koloni di parenkim paru, bakteri dapat bermigrasi ke kelenjar limfatik. Pada fase ini, sistem imun adaptif mulai mengambil alih pertahanan tubuh melalui pembentukan reaksi hipersensitivitas tipe lambat. Tidak seperti infeksi bakteri lain yang memicu reaksi tipe cepat, *Mycobacterium tuberculosis* tidak menghasilkan endotoksin atau eksotoksin, sehingga respons imun adaptif menjadi dominan. Sel T menjadi pengatur utama, bekerja sama dengan makrofag sebagai sel efektor dalam respons imun seluler. Selain itu, makrofag yang teraktivasi akan menghasilkan kemokin dan sitokin yang merekrut lebih banyak sel fagosit seperti neutrofil dan monosit ke lokasi infeksi. Di sisi lain sel B berdiferensiasi menjadi sel plasma untuk menghasilkan antibodi sebagai bagian dari respons imun humoral (Wahdi dan Puspitosari, 2021).

Respons imun adaptif tersebut kemudian membentuk granuloma, yaitu struktur pertahanan yang mengelilingi makrofag yang terinfeksi. Granuloma terdiri atas makrofag berdiferensiasi (histiosit epiteloid) dan sel datia Langhans. Dalam waktu 4–6 minggu, granuloma akan berkembang menjadi tuberkel, yakni lesi berbentuk nodul kecil. Bagian tengah tuberkel akan mengalami nekrosis yang menyerupai keju lunak, disebut nekrosis kaseosa. Nekrosis ini merupakan hasil akumulasi makrofag mononuklear

dan sel datia Langhans. Di sekitarnya, terdapat limfosit dan fibroblas yang membentuk jaringan granulasi. Bila tidak tertangani, granuloma dapat berkembang menjadi jaringan parut dan membentuk kapsul dengan rongga di tengah yang disebut kavitas (Jilani *et al.*, 2023).

Fokus infeksi awal di paru, yang dikenal sebagai fokus Ghon, biasanya ditemukan di bagian tengah paru. Penyebaran infeksi ke kelenjar limfe di hilus atau peribronkial akan membentuk kompleks Ghon, yang menunjukkan adanya limfangitis dan limfadenitis. Ketika kompleks Ghon mengalami penyembuhan dan mengalami kalsifikasi, maka akan membentuk gambaran radiologis khas yang dikenal sebagai kompleks Ranke (Shamar dan sarkar, 2018).

Bila *Mycobacterium tuberculosis* berhasil menyebar lebih jauh melalui sistem limfatik dan aliran darah, maka akan terjadi penyebaran limfohematogen yang memungkinkan infeksi mengenai berbagai organ tubuh. Organ-organ seperti tulang, ginjal, korteks serebri, sumsum tulang, hati, dan limpa merupakan tempat yang rentan mengalami infeksi lanjutan karena kondisi lokal organ tersebut mendukung pertumbuhan bakteri. Penyebaran ini menandai bentuk tuberkulosis ekstraparu yang dapat menimbulkan komplikasi sistemik dan memerlukan penanganan khusus (Kemenkes RI, 2020).

## **2.1.6 Klasifikasi**

### **2.1.6.1. Klasifikasi Tuberkulosis Berdasarkan Lokasi Anatomis.**

- A. Tuberkulosis paru merupakan bentuk salah satu infeksi TB yang mengenai jaringan parenkim paru maupun saluran trakeobronkial. Klasifikasi ini juga mencakup kasus TB milier karena keterlibatan paru. Jika pasien

mengalami infeksi TB pada paru sekaligus pada organ ekstraparu, maka kasus tersebut tetap dikategorikan sebagai tuberkulosis paru (Kemenkes RI, 2020).

- B. Infeksi tuberkulosis yang melibatkan organ di luar jaringan parenkim paru disebut sebagai tuberkulosis ekstraparu, yang dapat menyerang pleura, kelenjar getah bening, saluran pencernaan (abdomen), sistem genitourinaria, kulit, sendi, tulang, hingga selaput otak (meninges). Diagnosis tuberkulosis ekstraparu dapat ditegakkan melalui evaluasi klinis dan pemeriksaan histologis, disertai upaya konfirmasi bakteriologis sebagai dasar penetapan diagnosis yang pasti. (Kemenkes RI, 2020).

#### 2.1.6.2. Klasifikasi Berdasarkan Riwayat Pengobatan

- A. Pasien dikategorikan sebagai kasus baru apabila belum pernah mengonsumsi Obat Anti Tuberkulosis (OAT) atau pernah mengonsumsinya dengan lama pengobatan kurang dari satu bulan, yakni kurang dari 28 dosis OAT program.
- B. Pasien yang pernah menerima pengobatan Obat Anti Tuberkulosis (OAT) dengan durasi minimal satu bulan ( $\geq 1$  bulan) diklasifikasikan sebagai kasus dengan riwayat pengobatan. Kelompok ini kemudian dibagi ke dalam beberapa kategori:
- a. Pasien yang kembali menderita TB setelah dinyatakan sembuh atau menyelesaikan pengobatan lengkap diklasifikasikan sebagai kasus kambuh.
  - b. Kasus setelah gagal: pasien yang sebelumnya telah dinyatakan mengalami kegagalan pada pengobatan TB.

- c. Pasien yang telah menjalani pengobatan tuberkulosis minimal satu bulan ( $\geq 1$  bulan) dan kemudian menghentikan terapi selama lebih dari dua bulan secara berturut-turut diklasifikasikan sebagai kasus setelah *loss to follow up*.
- d. Kasus lain-lain: pasien dengan riwayat pengobatan, namun hasil akhirnya tidak terdokumentasikan.
- e. Kasus dengan riwayat pengobatan tidak diketahui adalah pasien yang riwayat pengobatan tuberkulosis sebelumnya tidak dapat dipastikan (Kemenkes RI, 2020).

C. Klasifikasi Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Uji Kepekaan Obat Anti Tuberkulosis (OAT)

- a. Monoresisten: yaitu kondisi resistensi terhadap satu jenis OAT lini pertama.
- b. Poliresisten: yaitu keadaan resistensi terhadap lebih dari satu jenis OAT lini pertama, namun tidak meliputi resistensi terhadap isoniazid (H) dan rifampisin (R) secara bersamaan.
- c. *Multidrug-resistant* TB (MDR-TB): yaitu bentuk lanjutan dari MDR-TB, di mana kuman TB tidak hanya resisten terhadap rifampisin dan isoniazid, tetapi juga terhadap sedikitnya satu jenis obat fluoroquinolon serta satu obat suntik lini kedua, seperti kanamisin, kapreomisin, atau amikasin.
- d. *Extensive drug-resistant* TB (XDR-TB): Yaitu MDR-TB yang disertai resistensi terhadap salah satu golongan fluoroquinolon dan salah satu Obat Anti Tuberkulosis lini kedua jenis suntikan, yaitu kanamisin, kapreomisin, atau amikasin.
- e. *Rifampicin-resistant* TB (RR-TB): klasifikasi tuberkulosis yang ditetapkan apabila kuman

*Mycobacterium tuberculosis* menunjukkan resistensi terhadap rifampisin, baik yang teridentifikasi melalui metode diagnostik cepat berbasis genotip maupun pemeriksaan konvensional berbasis fenotip. Resistensi ini dapat muncul secara tunggal atau bersamaan dengan resistensi terhadap obat anti-tuberkulosis lainnya. Oleh karena itu, RR-TB mencakup seluruh kasus TB yang resisten terhadap rifampisin, termasuk monoresisten rifampisin, poliresisten, MDR-TB, hingga XDR-TB (Kemenkes RI, 2020).

#### D. Klasifikasi berdasarkan status HIV

- a. TB pada pasien dengan status HIV positif
  - b. TB pada pasien dengan status HIV negatif
  - c. TB pada pasien dengan status HIV yang tidak diketahui
- (PDPI, 2021).

### 2.1.7 Gejala klinis

Manifestasi klinis tuberkulosis dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok, yaitu gejala utama dan gejala tambahan:

#### 2.1.7.1. Gejala Utama:

Gejala utama TB ditandai dengan batuk berdahak yang berlangsung selama dua minggu atau lebih ( $\geq 2$  minggu).

#### 2.1.7.2. Gejala Tambahan:

Gejala tambahan pada TB meliputi batuk darah, sesak napas, mudah lelah, penurunan nafsu makan, penurunan berat badan yang tidak disengaja selama tiga bulan

berturut-turut, rasa tidak enak badan (malaise), keringat malam hari tanpa disertai aktivitas fisik, demam ringan yang menetap lebih dari satu bulan, serta nyeri dada (PDPI, 2021).

Menurut kementerian kesehatan 2025, Gejala tuberkulosis dibedakan menjadi dua yaitu:

A. Gejala tuberkulosis (TB) pada orang dewasa ( $\geq 15$  tahun).

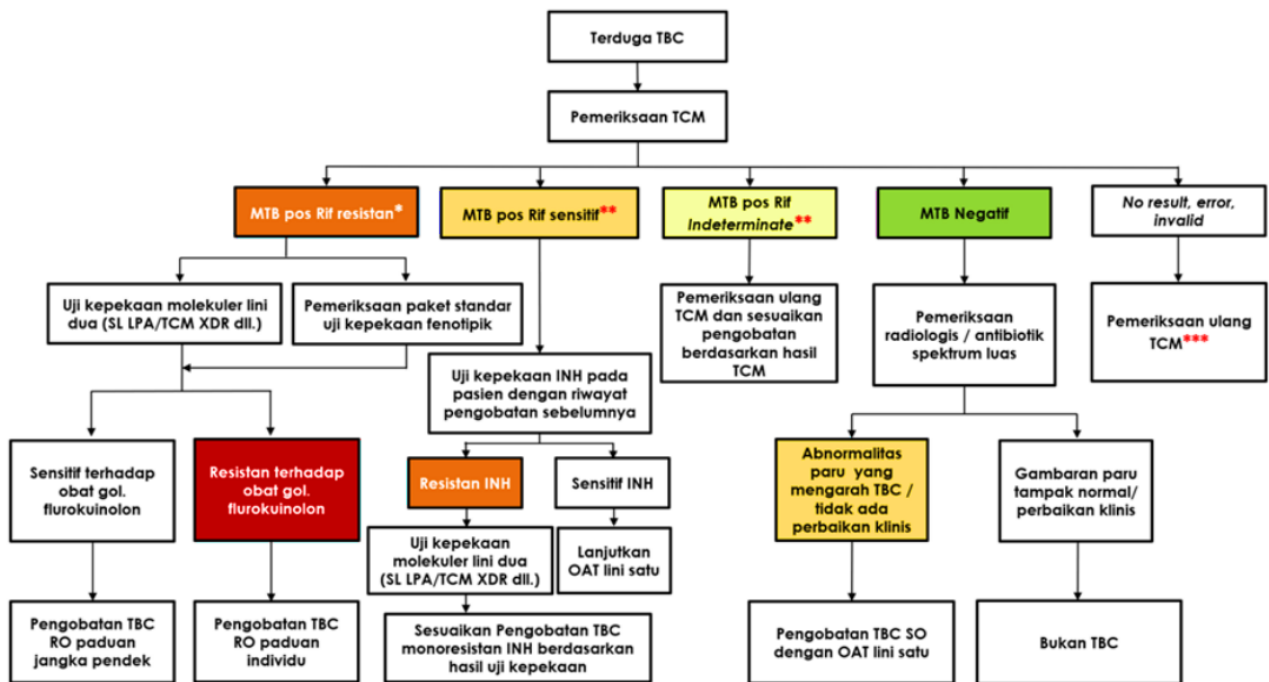
Ditandai dengan batuk yang menetap selama dua minggu atau lebih, baik berupa batuk berdahak maupun tidak berdahak, disertai gejala atau tanda tambahan. Gejala tambahan tersebut meliputi penurunan nafsu makan, penurunan berat badan, rasa lemah, letih, lesu, berkeringat pada malam hari meskipun tanpa aktivitas fisik, demam meriang tanpa penyebab yang jelas, batuk darah, dan sesak napas. Setiap individu dewasa yang menunjukkan gejala tersebut diklasifikasikan sebagai suspek tuberkulosis dan perlu segera menjalani pemeriksaan dahak atau sputum di fasilitas layanan kesehatan.

B. Pada anak-anak (0-14 tahun), sering kali tidak ditandai dengan batuk  $\geq 2$  minggu sebagai gejala utama. Oleh karena itu, perlu memperhatikan tanda lain seperti demam yang terjadi lebih dari dua minggu, berat badan yang tidak mengalami kenaikan selama dua bulan, serta rasa lelah atau malaise. Jika ditemukan salah satu dari tanda tersebut, anak harus segera dibawa ke fasilitas kesehatan untuk mendapatkan evaluasi lebih lanjut.

### 2.1.8 Alur Diagnosis tuberkulosis paru

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia 2021 melalui Surat Edaran (SE) Dirjen P2P Nomor HK.02.02/III.I/936/2021 yang diterbitkan pada bulan Maret, menetapkan bahwa pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) digunakan sebagai alat utama dalam

menegakkan diagnosis tuberkulosis (TBC) di Indonesia. Ketetapan ini merupakan bagian dari perubahan alur diagnosis dan pengobatan TBC guna mempercepat deteksi dan penanganan penyakit secara lebih akurat dan efisien.



\* Inisiasi pengobatan TBC-RO untuk kasus dengan riwayat pengobatan TBC. Sementara itu Hasil MTB pos Rif resisten dari kriteria terduga TBC baru harus diulang dan hasil pengulangan (yang memberikan hasil Mtb pos) yang menjadi acuan.

\*\*Inisiasi pengobatan dengan OAT lini satu

\*\*\* Pengulangan hanya 1 kali. Hasil pengulangan yang menjadi acuan

**Gambar 2. 1** Alur Diagnosis dan Pengobatan Tuberkulosis di Indonesia

#### 2.1.8.1. Anamnesis

Dalam tahap penapisan TB, penggalian riwayat kontak dengan penderita TB dan pengenalan gejala umum merupakan hal yang esensial. baik di lingkungan keluarga, tetangga, maupun area yang berisiko tinggi seperti wilayah padat penduduk, kawasan kumuh, atau tempat pengungsian. Selain itu, perlu diperhatikan pada individu yang bekerja di lingkungan dengan paparan bahan kimia yang dapat memicu infeksi paru. Gejala



utama yang wajib ditanyakan adalah batuk berdahak yang terjadi lebih dari dua minggu. Biasanya, keluhan ini diikuti dengan gejala tambahan seperti dahak bercampur darah, batuk darah, sesak napas, tubuh terasa lemas, penurunan nafsu makan, penurunan berat badan, rasa tidak enak badan (malaise), keringat malam walau tidak melakukan aktivitas fisik, lalu demam disertai meriang yang menetap selama satu bulan lebih (Nurva, 2022).

#### 2.1.8.2. Pemeriksaan fisik

Temuan pemeriksaan fisik pada kelainan paru bervariasi sesuai dengan luas dan lokasi keterlibatan paru. Lesi paru pada tuberkulosis umumnya berlokasi di lobus superior, khususnya pada daerah apeks dan segmen posterior, serta dapat meluas hingga melibatkan apeks lobus inferior. Temuan klinis yang dapat dijumpai pada pemeriksaan fisik meliputi adanya penurunan suara intensitas napas, suara napas amforik dan bronkial, ronki basah, serta tanda-tanda lain berupa pergeseran diafragma, retraksi paru dan mediastinum. (Putra, 2022).

#### 2.1.8.3. Pemeriksaan Penunjang Pasien Tuberkulosis Paru

##### A. Pemeriksaan mikroskopis BTA (Basil Tahan Asam)

Penegakan diagnosis TB paru dilakukan melalui pemeriksaan Basil Tahan Asam (BTA) dengan prinsip identifikasi *Mycobacterium tuberculosis* secara mikroskopis. Spesimen yang digunakan berupa dahak, karena merupakan media yang optimal bagi pertumbuhan dan akumulasi kuman TB. Prosedur pemeriksaan meliputi pengumpulan tiga spesimen dahak (saat kunjungan pertama, dahak pagi hari kedua, dan dahak hari kedua setelah penyerahan spesimen kedua). Selanjutnya, spesimen diproses melalui pembuatan hapusan dan

pewarnaan Ziehl Neelsen, kemudian diperiksa menggunakan mikroskop untuk menentukan status BTA (Dewi, 2019).

Diagnosis TB paru BTA positif ditegakkan apabila minimal dua spesimen menunjukkan hasil BTA positif dan foto toraks menunjukkan lesi aktif tuberkulosis. Sebaliknya, apabila ketiga spesimen menunjukkan BTA negatif namun foto toraks menunjukkan lesi aktif, maka dapat ditegakkan sebagai TB paru BTA negatif. Pemeriksaan BTA juga dilakukan untuk evaluasi keberhasilan pengobatan, yaitu setelah dua bulan terapi atau pada bulan ketiga jika belum terjadi konversi, dan pada akhir masa pengobatan (PDPI, 2021).

#### B. Tes Cepat Molekuler (TCM)

Merupakan salah satu metode berbasis PCR (*Polymerase Chain Reaction*) yang digunakan dalam diagnosis tuberkulosis. Tes PCR konvensional memerlukan cetakan DNA beruntai ganda sebagai pembanding untuk melakukan amplifikasi DNA, akan tetapi proses ini membutuhkan waktu yang relatif lama. Kini telah tersedia metode PCR yang lebih mutakhir dan efisien, yaitu *Real Time Polymerase Chain Reaction Assay* (RT-PCR), yang menawarkan kecepatan dan akurasi yang lebih tinggi (Ginting dan Krisdianilo, 2021).

Salah satu jenis pemeriksaan TCM untuk mendiagnosis TB adalah TCM Xpert *Mycobacterium tuberculosis* /Rif. Pemeriksaan ini berbasis RT-PCR dengan menggunakan alat Deteksi DNA kompleks *Mycobacterium tuberculosis* dapat dilakukan melalui pemeriksaan GeneXpert sekaligus mengetahui resistensi terhadap obat rifampisin. Metode ini

memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan terbukti memiliki kinerja 10–15% lebih baik dibandingkan pemeriksaan mikroskopis (Mustofa dan Antoni, 2023).

Pemeriksaan dilakukan dengan cara mengamplifikasi urutan spesifik gen *rpoB* dari kompleks *Mycobacterium tuberculosis* guna mendeteksi adanya mutasi pada gen tersebut yang berhubungan dengan resistensi rifampisin. Sampel yang digunakan adalah dua spesimen dahak, dengan spesimen kedua digunakan jika hasil awal tidak berhasil. Hasil pemeriksaan TCM dapat diperoleh dalam waktu 1–2 jam. Meskipun efektif dalam diagnosis awal, pemeriksaan TCM tidak dapat digunakan untuk memantau keberhasilan pengobatan, sehingga pemantauan tetap dilakukan melalui pemeriksaan mikroskopis (Kemenkes RI, 2023).

#### 2.1.8.4. Pemeriksaan Radiologis

Apabila gejala klinis dan temuan fisik pada pasien tidak bersifat spesifik, maka pemeriksaan radiologis dapat membantu menegaskan diagnosis tuberkulosis. Pemeriksaan yang umum dilakukan adalah foto rontgen atau X-ray toraks, yang dapat memperlihatkan gambaran khas TB. Namun demikian, diagnosis tidak boleh hanya didasarkan pada hasil foto toraks karena gambaran radiologis tersebut tidak selalu spesifik untuk TB paru. Bila dibutuhkan evaluasi lebih lanjut, pemeriksaan CT-scan dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik khas TB seperti *ground glass opacity* dan *tree-in-bud*. Pada kasus TB aktif, dapat ditemukan lesi primer berupa tuberkuloma. Jika lesi ini disertai pembesaran kelenjar limfe regional, maka disebut sebagai kompleks Ghon. Selain itu, TB paru juga dapat menimbulkan kavitas di

jaringan paru, kalsifikasi, atau efusi pleura sebagai reaksi terhadap infeksi (Carlesi *et al.*, 2019).

#### 2.1.8.5. Pemeriksaan Penunjang Lain

##### A. Analisis Cairan Pleura

Pada pasien yang mengalami efusi pleura, analisis cairan dilakukan untuk menunjang diagnosis tuberkulosis. Temuan yang mendukung meliputi uji Rivalta positif, cairan eksudat dengan dominasi limfosit, kadar glukosa rendah, serta peningkatan kadar adenosine deaminase (ADA) (PDPI, 2021).

##### B. Pemeriksaan Histopatologi Jaringan

Pemeriksaan ini dilakukan melalui biopsi jaringan dari organ yang dicurigai terinfeksi TB, seperti kelenjar getah bening, pleura, atau paru. Dua sediaan jaringan diambil: satu untuk pemeriksaan kultur mikrobiologi dan satu lagi untuk analisis histologi (PDPI, 2021).

##### C. Uji Tuberkulin

Uji tuberkulin digunakan sebagai alat bantu diagnosis infeksi TB laten. Interpretasi hasilnya tergantung pada kondisi pasien. Indurasi  $\geq 5$  mm dianggap menunjukkan hasil positif pada pasien HIV atau immunosupresi;  $\geq 10$  mm pada kelompok risiko tinggi; dan  $\geq 15$  mm pada individu tanpa faktor risiko. Hasil negatif palsu dapat terjadi pada pasien dengan malnutrisi atau infeksi HIV (PDPI, 2021).

Setelah menjalani pengobatan, pasien tuberkulosis paru disarankan untuk menjalani pemeriksaan fungsi paru menggunakan spirometri. Pemeriksaan ini kerap menunjukkan adanya kelainan fungsi paru, di mana sebagian pasien pasca TB paru masih mengalami gangguan

ventilasi, terutama dengan pola obstruktif (Soemarwoto *et al.*, 2024).

#### 2.1.8.6. Pengobatan Tuberkulosis Paru

Pengobatan TB dilakukan dengan menggunakan Obat Anti Tuberkulosis (OAT) yang harus memenuhi prinsip terapi secara adekuat, yaitu pemberian kombinasi minimal empat jenis obat dengan dosis yang tepat untuk mencegah resistensi, Pemberian obat dilakukan di bawah pengawasan langsung oleh Pengawas Menelan Obat (PMO) hingga seluruh dosis selesai dikonsumsi. Terapi dilaksanakan dalam periode yang cukup melalui dua fase, yaitu fase awal dan fase lanjutan, dengan tujuan untuk mencegah kekambuhan penyakit (Kemenkes, 2020)

Pemberian Obat Anti Tuberkulosis (OAT) merupakan aspek utama dalam penatalaksanaan tuberkulosis. Pengobatan pasien TB-SO menggunakan OAT lini pertama, yang tersedia dalam bentuk Kombinasi Dosis Tetap (KDT), bertujuan meningkatkan kepatuhan terhadap terapi. Regimen pengobatan yang digunakan di Indonesia untuk TB-SO adalah 2RHZE/4RH, yang terdiri dari fase awal selama dua bulan dengan kombinasi rifampisin (R), isoniazid (H), pirazinamid (Z), dan etambutol (E), diikuti dengan fase lanjutan selama empat bulan menggunakan kombinasi rifampisin (R) dan isoniazid (H). Dosis OAT lini 1 dipaparkan pada tabel 1 dan tabel 2 (PDPI, 2021).

**Tabel 2. 1** Dosis OAT lepasan lini pertama untuk pengobatan TB SO (PDPI, 2021)

| Nama obat       | Dosis Harian    |                     |
|-----------------|-----------------|---------------------|
|                 | Dosis (mg/kgBB) | Dosis maksimum (mg) |
| Rimfampicin (R) | 10 (8-12)       | 600                 |
| Isoniazid (H)   | 5 (4-6)         | 300                 |
| Pirazinamid (Z) | 25 (20-30)      |                     |
| Etambutol (E)   | 15 (15-20)      |                     |
| Streptomisin    | 15 (12-18)      |                     |

**Tabel 2. 2** Dosis OAT Lini 1 untuk Pengobatan TB-SO dengan KDT (PDPI, 2021)

| Berat Badan (KG) | Fase intensif setiap hari dengan KDT (150/75/400/275) | Fase lanjutan setiap hari dengan KDT RH (150/75) |
|------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                  | Selama 8 Minggu                                       | Selama 16 Minggu                                 |
| 30 – 37 Kg       | 2 tablet 4KDT                                         | 2 tablet                                         |
| 38 – 54 Kg       | 3 tablet 4KDT                                         | 3 tablet                                         |
| ≥ 55 kg          | 4 tablet 4KDT                                         | 4 tablet                                         |

Tahapan pengobatan TB terdiri dari 2 tahap, yaitu :

**A. Fase Intensif (Tahap awal)**

Tahap awal terapi tuberkulosis, yaitu fase intensif, berlangsung dua bulan dengan obat diberikan setiap hari. Pada fase ini, pasien mengonsumsi kombinasi OAT 2RHZE yang terdiri dari rifampisin 150 mg, isoniazid 75 mg, pyrazinamide 400 mg, dan ethambutol 275 mg dalam satu tablet KDT. Adapun fokus utama dari fase ini adalah mengurangi jumlah bakteri secara signifikan serta mencegah berkembangnya bakteri yang telah resistan sebelum pengobatan. Dengan kepatuhan minum obat, penularan infeksi umumnya sudah menurun drastis dalam dua minggu pertama (PDPI, 2021).

## B. Fase lanjutan

Tahap lanjutan mengikuti fase intensif dengan tujuan menyingkirkan sisa *Mycobacterium tuberculosis* dalam tubuh serta mengurangi risiko kekambuhan tuberkulosis. Pada fase ini, pasien diberikan obat kombinasi tetap (KDT) 4RH, yaitu rifampisin 150 mg dan isoniazid 75 mg ( PDPI, 2021) yang diminum setiap hari selama 4 hingga 7 bulan, tergantung kondisi pasien, terutama pada kasus TB ekstraparu yang membutuhkan waktu lebih lama. Jumlah obat yang dikonsumsi umumnya lebih sedikit dibanding fase intensif, namun tetap disesuaikan dengan respons pasien terhadap pengobatan. Evaluasi pengobatan dilakukan melalui pemeriksaan dahak (BTA) pada akhir bulan ke-5 atau setelah pengobatan selesai. Jika hasilnya belum menunjukkan konversi, maka pengobatan dianggap gagal dan pasien perlu menjalani pemeriksaan lebih lanjut untuk memastikan kemungkinan TB resistan obat (Kemenkes RI, 2020). Setelah pengobatan selesai, pasien juga perlu dievaluasi secara klinis untuk mendeteksi adanya gejala sisa atau komplikasi pasca TB (Mustofa *et al.*, 2023d).

### 2.1.9 Komplikasi

Tuberkulosis paru dapat menimbulkan berbagai komplikasi, Pasien dengan riwayat TB paru dapat mengalami penyakit paru pasca TB yang berdampak pada saluran napas, jaringan paru, pembuluh darah paru, hingga pleura. Kondisi ini umumnya menimbulkan disfungsi paru berupa obstruksi aliran udara, gangguan pada saluran napas kecil, dan perkembangan PPOK (Mustofa *et al.*, 2023b). Infeksi juga dapat menyebar ke selaput otak (meningitis TB) yang ditandai dengan sakit kepala berkepanjangan atau hilang timbul selama beberapa minggu. TB juga dapat menyerang organ hati dan ginjal, sehingga mengganggu fungsi penyaringan darah.

Beberapa komplikasi yang dapat terjadi akibat tuberkulosis paru antara lain hemoptisis (batuk darah), pneumotoraks, gagal napas, serta gagal jantung (Sari *et al.*, 2022).

Tuberkulosis dapat menyebabkan kerusakan struktural permanen pada jaringan paru. Kerusakan tersebut dapat memunculkan Sindrom Obstruksi Pasca Tuberkulosis (SOPT) yang ditandai dengan gangguan ventilasi campuran (obstruktif dan restriktif) serta perubahan radiologis berupa fibrosis dan luh lobus. Kondisi ini termasuk dalam komplikasi kronik TB paru, di mana pasien tetap mengalami sesak napas dan penurunan fungsi paru meskipun infeksi TB telah dinyatakan sembuh secara klinis (Mustofa *et al.*, 2023d). Untuk mencegah kondisi tersebut sekaligus menekan angka kejadian tuberkulosis, dibutuhkan penerapan manajemen yang optimal oleh tenaga kesehatan, khususnya dokter di fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama (Mustofa *et al.*, 2023c)

## **2.2 Diabetes Melitus Tipe 2**

### **2.2.1. Definisi Diabetes melitus**

Diabetes merupakan penyakit kronis yang ditandai oleh peningkatan kadar glukosa darah, baik akibat produksi insulin pankreas yang tidak mencukupi maupun karena tubuh tidak mampu menggunakan insulin yang diproduksi secara efektif. Insulin sendiri adalah hormon yang berperan mengatur kadar glukosa darah. Jika kadar glukosa tetap tinggi dalam jangka panjang, hal ini dapat merusak berbagai sistem tubuh, terutama saraf dan pembuluh darah, sehingga meningkatkan risiko terjadinya gagal ginjal, kebutaan, penyakit stroke, jantung, serta amputasi pada anggota tubuh bagian bawah (WHO, 2024).

Diabetes melitus tipe 2 adalah bentuk DM yang paling sering dijumpai, mencakup sekitar 90–95% kasus pada individu berusia di



atas 40 tahun. Namun, kondisi ini juga dapat terjadi pada anak-anak dan remaja. Pada tipe ini, pankreas masih menghasilkan insulin, tetapi hormon tersebut tidak bekerja secara optimal (resistensi insulin), sehingga kadar glukosa darah meningkat. Terapi biasanya berupa obat oral dalam bentuk tablet, yang berfungsi meningkatkan kerja insulin, menurunkan kadar gula darah, serta membantu metabolisme glukosa di hati, tanpa perlu suntikan insulin (Hartono & ediyona, 2024).

Diabetes Mellitus (DM) adalah gangguan metabolik kronis yang ditandai oleh hiperglikemia akibat kelainan pada produksi insulin, sensitivitas tubuh terhadap insulin, atau kombinasi keduanya. Diagnosis DM dapat ditegakkan bila kadar glukosa darah sewaktu mencapai  $\geq 200$  mg/dL atau glukosa darah puasa  $\geq 126$  mg/dL (Larasati *et al.*, 2020).

Diabetes melitus dapat dikelompokkan ke dalam berbagai kategori berdasarkan penyebab atau faktor etiologinya (Fatmona *et.al.*, 2023). Adapun pembagian kategori tersebut disajikan pada tabel 3 berikut.

**Tabel 2. 3.** Klasifikasi Diabestes Melitus

| klasifikasi                  | Deskripsi                                                                                                                                                 |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipe 1                       | Terjadi akibat kerusakan sel beta pankreas yang menyebabkan kekurangan insulin absolut. Umumnya berkaitan dengan proses autoimun atau bersifat idiopatik. |
| Tipe 2                       | Memiliki beberapa variasi penyebabnya, yang paling umum adalah resistensi insulin disertai kekurangan insulin relatif, atau gangguan sekresi insulin      |
| Diabetes melitus gestasional | Merupakan kondisi diabetes yang terdiagnosis pada trimester kedua atau ketiga kehamilan, di mana sebelum kehamilan tidak ditemukan adanya diabetes.       |

---

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipe spesifik yang berkaitan dengan penyebab lain | a. Sindrom diabetes monogenik seperti diabetes neonatal dan MODY (Maturity-Onset Diabetes of the Young),<br>b. Gangguan eksokrin pankreas seperti fibrosis kistik dan pankreatitis,<br>c. Pengaruh obat atau zat kimia, misalnya penggunaan glukokortikoid pada terapi HIV/AIDS atau setelah transplantasi organ. |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

### 2.2.2. Epidemiologi

Epidemiologi Diabetes Mellitus: Menurut data dari *International Diabetes Federation (IDF)*, pada tahun 2021 terdapat sekitar 537 juta orang di seluruh dunia yang mengidap diabetes. Jumlah ini diperkirakan akan terus meningkat, dengan estimasi mencapai 643 juta kasus pada tahun 2030 dan 783 juta kasus pada tahun 2045.

Secara khusus, Indonesia menempati posisi kelima dalam jumlah penderita diabetes tertinggi. Pada tahun 2021, tercatat sekitar 19,5 juta kasus, dan diperkirakan angka ini akan meningkat menjadi 28,6 juta pada tahun 2045 (IDF, 2021).

### 2.2.3. Faktor risiko

Berdasarkan Pedoman Perhimpunan Endokrinologi Indonesia (PERKENI) tahun 2015, terdapat sejumlah faktor risiko yang berkontribusi terhadap timbulnya DM tipe 2. faktor risiko tersebut mencakup ras dan etnis tertentu, usia di atas 45 tahun, riwayat keluarga dengan DM serta riwayat lahir dengan berat badan rendah (<2500 gram). Selain itu, obesitas kurangnya aktivitas fisik, dan tekanan darah tinggi ( $\geq 140/90$  mmHg) juga meningkatkan risiko.

Faktor metabolik lainnya termasuk dislipidemia, khususnya kadar kadar trigliserida  $\geq 250$  mg/dL atau kolesterol HDL  $\leq 35$  mg/dL, serta pada kebiasaan makan yang tinggi gula dan rendah serat, risiko juga meningkat pada individu dengan *Polycystic Ovary Syndrome* (PCOS) atau kondisi lain yang berkaitan dengan resistensi insulin. Selain itu individu dengan riwayat sindrom metabolik, gangguan glukosa darah puasa (GDPT), toleransi glukosa (TGT), maupun riwayat penyakit kardiovaskular tergolong memiliki risiko tinggi untuk mengalami DM tipe 2 (PERKENI, 2015).

#### **2.2.4. Patofisiologi**

Menurut Fitriani (2020), terdapat dua mekanisme utama yang berperan dalam patofisiologi DM tipe 2, yaitu resistensi insulin dan disfungsi sel  $\beta$  pankreas.

##### **2.2.4.1. Resistensi Insulin**

Pada fase awal, tubuh mengalami resistensi insulin, yaitu ketidakmampuan jaringan perifer memanfaatkan insulin secara optimal. Hal ini menyebabkan gangguan pengambilan glukosa oleh jaringan sekaligus peningkatan produksi glukosa oleh hati yang pada akhirnya menyebabkan hiperglikemia. Awalnya tubuh masih mampu mengkompensasi resistensi insulin ini dengan hiperinsulinemia (peningkatan kadar insulin), sehingga kadar glukosa tetap normal. Namun seiring waktu, mekanisme kompensasi ini melemah dan tidak mampu lagi mengontrol kadar glukosa, sehingga berkembang menjadi diabetes tipe 2.

#### 2.2.4.2. Disfungsi Sel $\beta$ Pankreas

Meskipun tidak terjadi kerusakan autoimun seperti pada DM tipe 1, seiring dengan progresivitas penyakit, sel  $\beta$  pankreas mulai mengalami gangguan fungsi. Gangguan pertama yang terjadi adalah kegagalan dalam sekresi insulin fase awal sebagai respons terhadap peningkatan kadar glukosa. Jika tidak dikelola dengan baik, kerusakan sel  $\beta$  akan terus berlanjut secara progresif, menyebabkan defisiensi insulin relatif, dan pada kondisi lanjut, penderita mungkin memerlukan terapi insulin eksogen. Oleh sebab itu, mayoritas kasus DM tipe 2 menunjukkan perpaduan antara resistensi insulin dan berkurangnya sekresi insulin.

#### 2.2.5. Patogenesis

Resistensi insulin pada sel otot dan hati, serta kegagalan sel beta pankreas telah dikenal sebagai patofisiologi kerusakan sentral dari DM tipe 2. Penelitian terkini menunjukkan bahwa kegagalan sel beta pankreas terjadi lebih awal dan lebih parah daripada yang sebelumnya diperkirakan. Beberapa organ lain juga berperan dalam patogenesis DM tipe 2, antara lain sel alfa pankreas (hiperglukagonemia), jaringan lemak (meningkatnya lipolisis), ginjal (peningkatan reabsorpsi glukosa), saluran gastrointestinal (defisiensi inkretin), dan otak (resistensi insulin), yang semuanya berkontribusi pada gangguan toleransi glukosa. Saat ini, telah diidentifikasi tiga jalur patogenesis baru dalam *ominous octet* yang memediasi hiperglikemia pada DM tipe 2 (Perkeni, 2021).

#### 2.2.6. Diagnosis

Diagnosis diabetes melitus (DM) ditegakkan melalui pemeriksaan kadar glukosa darah, namun glukosuria saja tidak cukup untuk

memastikan diagnosis. Penderita DM dapat mengalami berbagai gejala klinis, termasuk gejala khas seperti polifagia, poliuria, polidipsia, dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan. Keluhan lain yang sering menyertai meliputi penglihatan kabur, kesemutan, rasa lemas, gatal, disfungsi ereksi pada pria, serta pruritus vulva pada wanita. Kriteria diagnosis DM tipe 2 dapat dilihat pada tabel 2.4 (Perkeni, 2021).

**Tabel 2. 4.**Kriteria Diagnosis Diabetes Melitus Tipe 2 (Perkeni, 2021)

Pemeriksaan glukosa plasma puasa  $\geq 126$  mg/dL. Puasa adalah kondisi tidak ada asupan kalori minimal 8 jam.

Atau

Pemeriksaan glukosa plasma  $\geq 200$  mg/dL 2-jam setelah Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dengan beban glukosa 75 gram.

Atau

Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu  $\geq 200$  mg/dL dengan keluhan klasik.

Atau

Pemeriksaan HbA1c  $\geq 6,5\%$  dengan menggunakan metode yang terstandarisasi oleh National Glycohaemoglobin Standarization Program (NGSP)

## 2.3 Hubungan Tuberkulosis dengan Diabetes Melitus Tipe 2

### 2.3.1 Epidemiologi Tuberkulosis dengan Diabetes Melitus Tipe 2

Diabetes melitus termasuk salah satu dari lima faktor utama yang memberikan kontribusi terhadap meningkatnya epidemi tuberkulosis (TB) secara global. Berdasarkan *Global Tuberculosis Report* terbaru dari World Health Organization (WHO), diperkirakan sekitar 500.000 kasus TB pada tahun 2021 terjadi bersamaan dengan kondisi diabetes (WHO, 2022).

Tuberkulosis (TB) dan Diabetes Melitus (DM) merupakan dua kondisi yang menjadi permasalahan kesehatan masyarakat. Telah banyak penelitian yang menunjukkan adanya hubungan dua arah antara keduanya, terutama di negara-negara dengan status endemik

TB yang juga mengalami peningkatan prevalensi DM. Hubungan ini menjadi tantangan dalam menghadapi pengendalian TB secara global. TB dan DM tidak hanya memiliki prevalensi yang cukup tinggi, yaitu sebesar 16,7% untuk TB, tetapi juga memiliki kaitan epidemiologis yang signifikan. Keduanya termasuk dalam kategori penyakit kronis yang saling berhubungan dan memberikan dampak besar terhadap kesehatan global (Rohman, 2018).

### **2.3.2 Pengaruh DM Tipe 2 Terhadap Risiko dan Progresivitas Tuberkulosis**

Diabetes melitus diketahui dapat meningkatkan kerentanan terhadap kejadian TB hingga tiga kali lipat (WHO, 2016). Diperkirakan sekitar 15% kasus TB di seluruh dunia berkaitan dengan kondisi DM (WHO, 2016). Menurut penelitian Yosephine *et.al.*, 2021 Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kejadian tuberkulosis paru pada penderita DM yaitu :

#### **2.3.2.1. Umur**

Umur menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kejadian tuberkulosis paru pada pasien diabetes. Individu dengan DM pada usia produktif (15–64 tahun) memiliki risiko 3,068 kali lebih tinggi mengalami TB dibandingkan dengan kelompok usia non-produktif.

#### **2.3.2.2. Jenis Kelamin**

Jenis kelamin menunjukkan asosiasi yang bermakna dengan insiden TB pada pasien diabetes. Risiko TB paru pada pria dengan DM 2,625 kali lebih tinggi dibandingkan wanita, yang diduga dipengaruhi oleh perilaku berisiko seperti merokok, konsumsi alkohol, mobilitas tinggi, serta

pekerjaan dengan potensi pajanan bakteri TB. Dalam kerangka teori Lawrence Green, jenis kelamin merupakan salah satu faktor predisposisi yang memengaruhi perilaku kesehatan.

#### 2.3.2.3. Status Pekerjaan

Secara keseluruhan, hubungan antara status pekerjaan dan insiden TB pada pasien diabetes tidak signifikan. Namun, penelitian tertentu menunjukkan bahwa pasien DM yang tidak bekerja memiliki risiko 3,297 kali lebih besar terkena TB dibandingkan yang bekerja. Status tidak bekerja biasanya dikaitkan dengan kondisi sosial ekonomi rendah, yang memengaruhi pemenuhan gizi, kualitas lingkungan, akses ke pelayanan kesehatan, sehingga akan berkontribusi pada peningkatan risiko terjadinya infeksi.

#### 2.3.2.4. Status Gizi

Penderita dengan status gizi berisiko, baik kurang maupun lebih, menunjukkan efek protektif terhadap TB dengan *odds ratio* sebesar 0,352. Salah satu penjelasan yang mungkin adalah bahwa obesitas dapat meningkatkan respon imun melalui peningkatan jumlah sel CD3<sup>+</sup> dan CD4<sup>+</sup>, sehingga menurunkan risiko infeksi. Namun, beberapa studi lain menunjukkan bahwa status gizi lebih juga dapat meningkatkan risiko TB. Perbedaan hasil ini kemungkinan disebabkan oleh metode analisis yang menggabungkan status gizi kurang dan lebih ke dalam satu kategori, sehingga menghasilkan efek protektif secara keseluruhan.

#### 2.3.2.5. Kadar HbA1C

Kadar HbA1C menunjukkan hubungan bermakna dengan insiden TB paru pada penderita DM. Individu dengan

HbA1C tinggi ( $\geq 7\%$ ) memiliki risiko 2,440 kali lebih besar untuk mengalami TB dibandingkan pasien dengan glukosa terkontrol baik. HbA1C merupakan indikator rata-rata glukosa darah 2–3 bulan terakhir, dan kontrol glukosa yang buruk menandakan diabetes tidak terkontrol, sehingga menurunkan daya tahan tubuh dan meningkatkan risiko infeksi, termasuk TB.

#### 2.3.2.6. Lamanya Menderita Diabetes Melitus

Tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara lamanya menderita diabetes melitus dan kejadian TB sebagian penelitian. Namun, beberapa studi menunjukkan bahwa penderita DM dengan durasi penyakit  $\geq 10$  tahun memiliki risiko 7,03 kali akan lebih tinggi untuk mengalami TB paru dibanding penderita dengan durasi  $\leq 5$  tahun. Lamanya menderita DM dapat memengaruhi sistem imun tubuh akibat komplikasi mikrovaskuler dan makrovaskuler, sehingga berpotensi meningkatkan kerentanan terhadap infeksi seperti TB.

### 2.3.3 Patofisiologi TB dengan DM

Peningkatan risiko terjadinya tuberkulosis (TB) pada individu dengan diabetes melitus (DM) bersifat multifaktorial dan dipengaruhi oleh berbagai mekanisme imunologis. Pada penderita DM, terjadi penurunan imunitas seluler yang ditandai dengan menurunnya jumlah serta fungsi limfosit T, disertai aktivitas neutrofil yang juga lebih rendah. Selain itu, respons imun terhadap *Mycobacterium tuberculosis* pada pasien DM mengalami gangguan, ditunjukkan dengan berkurangnya respons sitokin T-helper 1 (Th1), penurunan kadar tumor *necrosis factor* (TNF- $\alpha$  dan TNF- $\beta$ ), serta penurunan produksi interleukin-1 (IL-1) dan interleukin-6 (IL-6) (Yorke *et al.*, 2017).



Kerentanan ini diperparah oleh adanya disfungsi makrofag, yang menyebabkan terganggunya fungsi fagositosis, produksi spesies oksigen reaktif, serta kemampuan kemotaksis. Aktivitas kemotaksis monosit juga terganggu dan tidak dapat diperbaiki hanya dengan pemberian insulin. Di samping itu, respons stres terhadap infeksi ikut berperan dalam terjadinya disglukemia, yang dimediasi oleh IL-1, IL-6, dan TNF- $\alpha$  (Gotara, 2021).

Meskipun belum dapat dipastikan apakah DM meningkatkan risiko infeksi primer oleh *Mycobacterium tuberculosis* atau memfasilitasi progresi infeksi laten menjadi TB aktif, bukti menunjukkan bahwa gangguan pada sistem imun bawaan dan adaptif akibat DM dapat mempengaruhi kedua fase tersebut. Temuan terbaru menunjukkan bahwa penderita DM memiliki respons imun bawaan yang tidak efektif, diikuti oleh respons seluler yang justru hiperaktif terhadap *Mycobacterium tuberculosis*. Meski demikian, kontribusi pasti dari perubahan respons imun ini terhadap peningkatan kerentanan terhadap TB maupun hasil klinis yang lebih buruk pada pasien TB dengan DM masih memerlukan kajian lebih lanjut (Tsai *et al.*, 2017).

#### **2.3.4 Mekanisme Interaksi antara Tuberkulosis dan DM tipe 2**

Tingginya angka kasus diabetes melitus (DM) berkontribusi terhadap peningkatan kejadian tuberkulosis (TB), karena DM menyebabkan penurunan imunitas seluler. Pada penderita DM, terjadi penurunan jumlah sel limfosit T dan neutrofil, disertai dengan menurunnya kadar limfosit T helper 1 (Th1) serta produksi mediator inflamasi seperti TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , dan IL-6. Penurunan jumlah limfosit Th1 ini meningkatkan kerentanan penderita DM terhadap infeksi TB, karena sel Th1 memiliki peran penting dalam mengontrol serta menghambat pertumbuhan *Mycobacterium*

*tuberculosis*. Selain itu, fungsi makrofag juga terganggu, yang ditandai dengan ketidakmampuan dalam menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS), serta menurunnya kemampuan kemotaksis dan fagositosis, sehingga semakin memperlemah sistem pertahanan tubuh terhadap infeksi (Abbas, 2022).

Salah satu mekanisme yang diduga mendasari hubungan ini adalah gangguan pada sistem imunitas seluler. Hiperglikemia pada penderita diabetes melitus dapat mengganggu fungsi neutrofil dan monosit, yang pada akhirnya menurunkan kemampuan fagositosis dan daya bunuh terhadap bakteri. Dengan demikian, peningkatan prevalensi diabetes melitus juga berpotensi meningkatkan angka kejadian tuberculosis paru (Yoshepine *et al.*, 2021).

DM merupakan kondisi yang berpotensi mengganggu kemampuan sistem imun seluler. Tingkat hiperglikemia berperan dalam memengaruhi kemampuan mikrobisidal makrofag. Selain gangguan pada sistem imun, pasien DM juga menunjukkan perubahan fisiologis pada organ paru, seperti terganggunya mekanisme pembersihan saluran napas yang dapat mempermudah penyebaran infeksi ke dalam tubuh. Diabetes melitus diketahui memengaruhi proses kemotaksis, fagositosis, serta fungsi *Antigen Presenting Cell* (APC) oleh sel fagosit (Batubara dan Lukito, 2024).

Pada pasien TB paru dengan DM, aktivasi makrofag alveolar yang kurang optimal mengurangi interaksi antara sel limfosit T dan makrofag, sehingga proses eliminasi *Mycobacterium tuberculosis* terganggu. Disfungsi sel imun dan mekanisme pertahanan tubuh ini meningkatkan kerentanan penderita DM terhadap infeksi, termasuk TB paru (Batubara dan Lukito, 2024).

### 2.3.5 Diagnosis TB DM

Diagnosis tuberkulosis (TB) pada dasarnya didasarkan pada pendekatan radiologis dan bakteriologis, dengan kultur tetap dianggap sebagai gold standar dalam konfirmasi laboratorium. Untuk meningkatkan akurasi diagnosis, *World Health Organization* (WHO) merekomendasikan penggunaan pemeriksaan GeneXpert MTB/RIF, khususnya di wilayah dengan sumber daya terbatas. GeneXpert MTB/RIF adalah tes pemeriksaan amplifikasi asam nukleat otomatis yang dapat mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis* sekaligus menilai resistensi terhadap rifampisin secara bersamaan, sehingga sangat membantu dalam menentukan strategi pengobatan yang tepat (Boillat-Blanco *et al.*, 2016).

Di sisi lain, dalam konteks TB dan diabetes melitus (DM), penting untuk melakukan evaluasi kadar glukosa darah. Pengukuran kadar hemoglobin glikosilasi (HbA1c) disarankan untuk pasien TB guna mendeteksi kemungkinan adanya DM. Jika terdapat gejala yang mengarah ke DM, maka pemeriksaan gula darah sewaktu maupun gula darah puasa sangat bermanfaat untuk menunjang diagnosis dini (Pizzol D, 2016).

Pemeriksaan skrining secara dua arah juga penting dilakukan. Bagi pasien DM, perlu dilakukan skrining TB dengan pemeriksaan gejala dan radiologi toraks. Sebaliknya, bagi pasien TB, perlu dilakukan skrining DM melalui pemeriksaan kadar gula darah puasa serta gula darah dua jam post-prandial atau gula darah sewaktu. Diagnosis DM dapat ditegakkan bila kadar gula darah puasa  $\geq 126$  mg/dL atau gula darah dua jam post-prandial/gula darah sewaktu  $\geq 200$  mg/dL. Selain itu, jika tersedia, pemeriksaan HbA1c juga dapat dilakukan untuk mendukung diagnosis, dengan batas nilai  $\geq 6,5\%$  sebagai indikator DM (Pizzol D, 2016).

## **2.4 Pemeriksaan Foto Toraks Tuberkulosis Paru**

### **2.4.1 Pemeriksaan Foto Toraks**

Pemeriksaan radiologi merupakan bagian penunjang medis yang menggunakan teknologi pencitraan untuk membantu menegakkan diagnosis suatu penyakit, sehingga pelayanan kesehatan dapat tercapai secara optimal. Teknik pencitraan dengan sinar-X dilakukan dengan mengekspos bagian tubuh tertentu untuk menghasilkan gambaran struktur internal tubuh. Pemeriksaan radiologi yang paling sering digunakan adalah foto rontgen thoraks. Pemeriksaan ini merupakan pencitraan dada yang dapat menampilkan kondisi paru-paru, jantung, saluran pernapasan, serta pembuluh darah (Putri dan Rahmah, 2023).

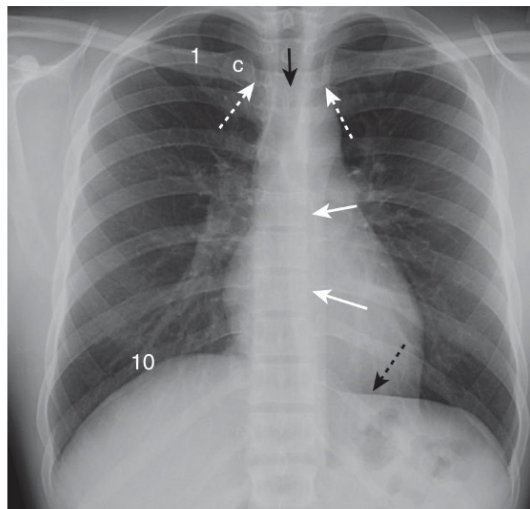
Pemeriksaan foto toraks merupakan istilah khusus yang mengacu pada penggunaan sinar-X untuk memeriksa area dada atau yang dikenal juga dengan istilah rontgen dada. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi rongga toraks, lima lobus paru-paru (tiga lobus di paru kanan dan dua lobus di paru kiri), termasuk saluran pernapasan, jantung, tulang rusuk, serta diafragma (WHO, 2016).

Dalam pemeriksaan foto toraks, terdapat dua jenis proyeksi yang digunakan pada rontgen dada frontal, yaitu anteroposterior (AP) dan posteroanterior (PA). Proyeksi AP digunakan untuk mengevaluasi lesi yang terletak di area apeks paru, yang sering kali tidak tampak jelas pada proyeksi PA. Namun demikian, proyeksi PA dianggap memberikan gambaran toraks yang lebih optimal untuk penilaian keseluruhan (Rasad, 2015).

Dalam menilai kualitas hasil foto toraks, terdapat lima faktor utama yang harus diperhatikan untuk memastikan gambar yang dihasilkan baik dan adekuat, yaitu penetrasi, inspirasi, rotasi, pembesaran (magnifikasi), dan sudut pengambilan (angulasi) ini dapat dilihat

pada gambar 2. Penetrasi yang baik ditandai dengan tampaknya bayangan tulang belakang di belakang jantung. Inspirasi maksimal saat pengambilan foto akan menunjukkan antara 8 hingga 10 tulang rusuk posterior (Herring, 2016).

Rotasi dinilai dari posisi prosesus spinosus yang harus berada pada jarak yang sama terhadap ujung medial klavikula kiri dan kanan, menunjukkan pasien tidak dalam posisi berputar. Pembesaran (*magnifikasi*) minimal terlihat pada proyeksi PA, di mana ukuran jantung tampak lebih mendekati ukuran aslinya karena posisinya lebih dekat dengan permukaan pencitraan. Sementara itu, *angulation* (sudut) dinilai baik bila klavikula tampak membentuk huruf "S" dengan ujung medialnya berada sejajar pada tulang rusuk ketiga atau keempat (Herring, 2016).



**Gambar 2. 2** Toraks Proyeksi PA dengan Anatomi Normal Sesuai Aspek Penetrating (Panah Putih), Inspiration, Rotation (Panah Hitam dan Panah Titik Putih), Magnification, dan Angulation (Panah Titik Hitam) (Herring, 2016).

#### 2.4.2 Gambaran Foto Toraks Pasien Tuberkulosis

Tuberkulosis paru dapat menimbulkan berbagai gambaran radiologi yang khas pada pemeriksaan foto toraks. Beberapa

temuan radiologi yang sering dijumpai antara lain infiltrat, konsolidasi, fibrosis, efusi pleura, serta pembentukan kavitas (Bowo *et al.*, 2023).

#### **2.4.3 Bentuk Lesi Foto Toraks Tuberkulosis Paru**

Berdasarkan bentuk kelainannya, gambaran foto toraks pada pasien tuberkulosis paru dapat dibedakan menjadi dua klasifikasi:

1. Lesi Tipikal: ditandai dengan adanya infiltrat yang dominan pada apeks paru, yang dapat disertai pembentukan kavitas, tanpa disertai pembesaran kelenjar getah bening (limfadenopati) di dalam rongga toraks.
2. Lesi Atipikal: meliputi kondisi tanpa kelainan paru yang jelas, atau adanya abnormalitas seperti limfadenopati intratoraks, infiltrat terlokalisasi pada lobus medial atau inferior, yang dapat disertai kavitas, efusi pleura terisolasi, atau gambaran lesi milier (Lau *et al.*, 2016).

#### **2.4.4 Keterlibatan Paru pada Lesi Foto Toraks**

Vora *et al.*, (2016) menjelaskan keterlibatan paru pada pemeriksaan foto toraks dapat dinilai berdasarkan jumlah sisi paru yang terdampak oleh lesi tuberkulosis. Keterlibatan paru diklasifikasikan menjadi dua kategori:

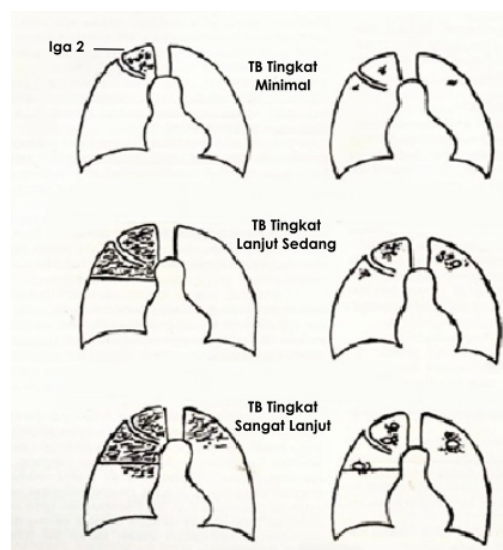
1. Unilateral: apabila lesi hanya ditemukan pada salah satu sisi paru.
2. Bilateral: apabila lesi tampak mengenai kedua sisi paru

#### **2.4.5 Luas lesi Foto Toraks Tuberkulosis Paru**

Menurut *American Tuberculosis Association*, terdapat klasifikasi luas lesi pada pasien TB yaitu:

- 1) Lesi minimal (minimal tuberculosis): infiltrat tidak berada melalui batas garis median, apeks, dan iga 2 depan dan tidak terdapat kavitas.

- 2) Lesi lanjut sedang (*moderately advanced tuberculosis*): total luas infiltrat kurang dari luas satu paru, bisa terdapat kavitas dengan diameter maksimal 4 cm. Jika terdapat konsolidasi homogen, maka luasnya tidak lebih dari luas satu lobus.
- 3) Lesi sangat lanjut (*far advanced tuberculosis*): total luas infiltrat lebih luas dari satu paru atau konsolidasi dengan luas lebih dari satu lobus. Bila terdapat kavitas, maka diameternya melebihi 4 cm (Rasad, 2015).

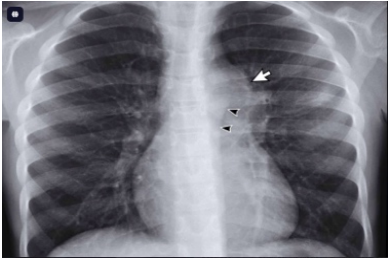
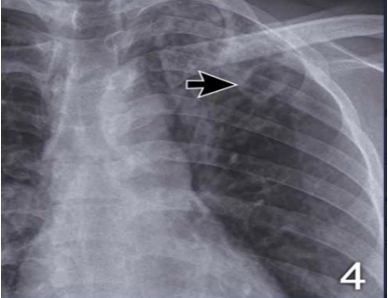
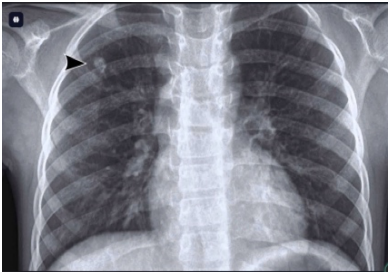



**Gambar 2. 3** Gambar Ilustrasi Luas Lesi Tuberkulosis (Layali, 2019)

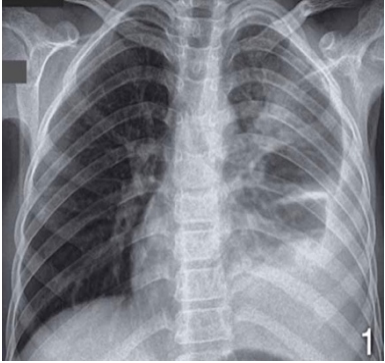

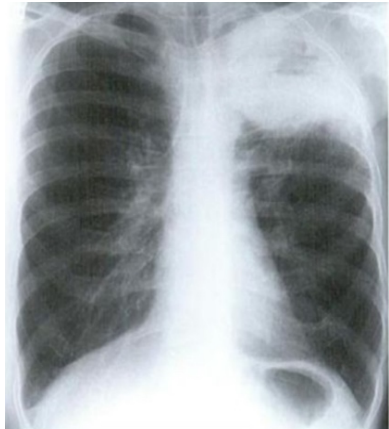
#### 2.4.6 Gambaran Karakteristik Tuberkulosis



Gambaran radiologis toraks pada pasien tuberkulosis dapat bervariasi tergantung pada tingkat keparahan infeksi dan kondisi imunologis pasien, termasuk keberadaan penyakit penyerta seperti diabetes melitus. Karakteristik yang umum ditemukan meliputi adanya infiltrat, konsolidasi, kavitas, fibrosis, dan pola lesi lainnya. Tabel berikut menyajikan klasifikasi gambaran karakteristik foto toraks pada penderita tuberkulosis sebagaimana dijelaskan oleh Reyna *et al.* (2025).

**Tabel 2. 5** Gambaran karakteristik foto toraks pada tuberkulosis (Reyna *et.al* 2025).

| Karakteristik                                                                                                                                            | Gambaran Radiologi                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1.Limfadenopati</p> <p>Limfadenopati yang dikombinasikan dengan nodul paru kecil, juga disebut fokus primer.</p>                                      |    |
| <p>2. Cavitas</p> <p>Bayangan seperti cincin, awalnya ber dinding tipis, lalu jadi sklerotik dan menebal. Jika fibrosis akan terlihat bayangan garis</p> |   |
| <p>3.Kalsifikasi</p> <p>Bayangan bercak-bercak tampak khas pada apex (lobus superior segmen apical)</p>                                                  |  |
| <p>4.Fibrosis</p> <p>Terbentuknya jaringan parut</p>                                                                                                     |  |



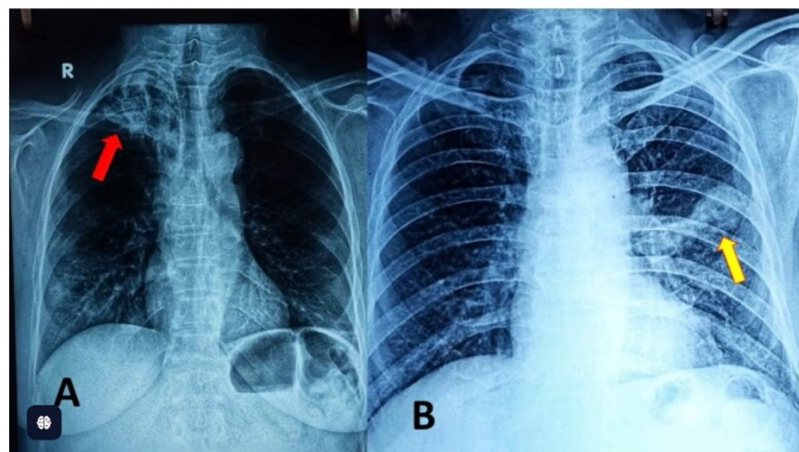
| Karakteristik                                                                                                                                          | Gambaran Radiologi                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>5.Efusi Pleura</p> <p>Terlihat opasitas di hemitoraks, dengan densitas cairan pada cavum pleura, bisa di temukan pada satu sisi atau kedua sisi</p> |    |
| <p>6.Milier</p> <p>Seperti bercak-bercak halus ukuran seujung jarum yang tersebar merata pada seluruh lapangan paru</p>                                |   |
| <p>7.Konsolidasi</p> <p>Terlihat sebagai bercak-bercak putih atau infiltrasi, gambar konsolidasi pada lobus kiri atas.</p>                             |  |

| Karakteristik                                                                                                                     | Gambaran Radiologi                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>8.Nodul</p> <p>Lesi berbentuk bulat/oval dengan ukuran <math>\leq 3</math> cm, Nodul paru kecil yang mengalami kalsifikasi</p> |   |
| <p>9.Infiltrat</p> <p>Bayangan putih menyebar, bercak Infiltrat pada apex kedua lapang paru, batas tidak tegas</p>                |  |

#### 2.4.7 Gambaran Foto Toraks Tuberkulosis Paru Tanpa dan dengan Diabetes Melitus

Pada penelitian yang dilakukan oleh Tampubolon *et.al* (2022), diperoleh hasil bahwa gambaran foto toraks yang paling sering ditemukan adalah fibrosis sebesar 95,2% (20 kasus), diikuti oleh infiltrat sebesar 90,5% (19 kasus). Selain itu, ditemukan dua karakteristik lain dengan jumlah yang sama, yaitu kavitasi dan efusi pleura masing-masing sebesar 47,6% (10 kasus). Kalsifikasi ditemukan sebesar 42,5% (9 kasus), konsolidasi sebesar 19% (4 kasus), nodul tuberkuloma sebesar 9,5% (2 kasus), dan yang paling sedikit adalah milier sebesar 4,8% (1 kasus).

Berdasarkan penilaian luas lesi, derajat keparahan yang paling sering ditemukan pada pengidap tuberkulosis paru dengan diabetes melitus memiliki gambaran lesi luas sebesar 62,7% dan memiliki risiko 6,29 kali lebih besar untuk mengalami lesi yang luas dibandingkan pasien tanpa diabetes (Layali *et.al*, 2019). Gambar Foto Rontgen Dada yang menunjukkan lesi fibrokavitatori. Infeksi pasca primer dan reaktivasi TB paru lebih mungkin menimbulkan kavitas. Kavitas paling sering terjadi di segmen lobus posterior atas (85%) seperti yang terlihat pada Gambar 3 (Khrisna, 2021).



**Gambar 2. 4** Gambar radiologi kavitas tuberkulosis (John *et. al*. Ludhiana: Christian Medical College and Hospital.)

## 2.5 Pengaruh Usia Terhadap Gambaran Klinis Penyakit Tuberkulosis dan Diabetes Melitus Tipe 2

### 2.5.1 Definisi Usia

Usia merupakan lamanya waktu hidup individu yang dihitung sejak lahir hingga mencapai usia tertentu. Seiring bertambahnya usia, tingkat kematangan dalam berpikir serta kemampuan untuk bekerja juga akan semakin berkembang (Yogi *et al*, 2014).

### 2.5.2 Klasifikasi Usia

Kategori umur menurut Depkes RI (2009) :

- |                      |                |
|----------------------|----------------|
| 1. Masa balita       | : 0 – 5 tahun  |
| 2. Masa kanak- kanak | : 5 – 11 tahun |
| 3. Masa remaja awal  | :12 – 16 tahun |
| 4. Masa remaja akhir | :17 – 25 tahun |
| 5. Masa dewasa awal  | :26 – 35 tahun |
| 6. Masa dewasa akhir | :36 – 45 tahun |
| 7. Masa lansia awal  | :46 – 55 tahun |
| 8. Masa lansia akhir | :56 – 65 tahun |
| 9. Masa manula       | :> 65          |

### **2.5.3 Hubungan Usia dengan Risiko Terkena Tuberkulosis**

Kelompok usia yang paling banyak menderita tuberkulosis paru adalah usia 15–55 tahun (usia produktif). Pada rentang usia ini, individu cenderung menghabiskan banyak waktu dan tenaga untuk bekerja, sehingga mengalami kelelahan fisik dan penurunan waktu istirahat, yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan daya tahan tubuh. Sementara itu, pada kelompok yang tidak menderita tuberkulosis paru, sebagian besar berada pada usia di atas 55 tahun (Sunarmi, 2022).

Berdasarkan hasil penelitian serta teori yang relevan, peneliti berpendapat bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara usia dengan kejadian tuberkulosis paru. Peneliti menyimpulkan bahwa usia lanjut lebih rentan terhadap tuberkulosis paru karena secara fisiologis organ tubuh mengalami penurunan fungsi seiring bertambahnya usia (Sunarmi, 2022). Hasil penelitian oleh Konde (2020) mendukung temuan ini, di mana kelompok penderita tuberkulosis paru paling banyak ditemukan pada rentang usia 15–55 tahun (usia produktif), sedangkan pada kelompok yang tidak menderita tuberkulosis paru, usia terbanyak adalah di atas 55 tahun.

Namun penelitian yang dilakukan oleh Widiati *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan

antara usia dengan kejadian tuberkulosis paru. Berdasarkan hasil analisis, sebagian besar responden yang menderita tuberkulosis paru memang berada pada kelompok usia produktif. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Korua *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa usia tidak memiliki hubungan bermakna dengan kejadian tuberkulosis paru, dengan nilai probabilitas  $p = 0,49$ .

#### **2.5.4 Hubungan Usia dengan Risiko Komorbiditas Diabetes Melitus**

Diabetes merupakan kondisi yang umumnya berkembang seiring bertambahnya usia, ketika fungsi tubuh, khususnya pankreas sebagai penghasil hormon insulin, mulai mengalami penurunan efektivitas. Pola makan yang tidak sehat serta gaya hidup yang buruk menjadi faktor utama penyebab terjadinya kondisi ini. Risiko seseorang untuk mengalami diabetes melitus akan meningkat seiring dengan penambahan usia (Aamir *et al.*, 2019).

Individu yang berusia di atas 45 tahun memiliki risiko lebih besar untuk mengalami diabetes melitus tipe 2 dibandingkan dengan individu yang berusia di bawah 45 tahun. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kejadian intoleransi glukosa akibat proses degeneratif yang memengaruhi kemampuan tubuh dalam mengatur kadar glukosa. Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan bahwa penderita diabetes melitus tipe 2 umumnya memiliki orang tua dengan riwayat gaya hidup tidak sehat, sehingga lebih rentan terhadap berbagai penyakit akut maupun kronis (Zulkarnain, 2021).

Namun saat ini, tidak hanya kelompok lanjut usia yang perlu mewaspadaai diabetes melitus tipe 2, karena telah terjadi perubahan paradigma terkait usia kejadian penyakit tersebut, diabetes melitus tipe 2 dapat terjadi pada semua kelompok usia. Kondisi ini dipengaruhi oleh perubahan gaya hidup masyarakat dibandingkan

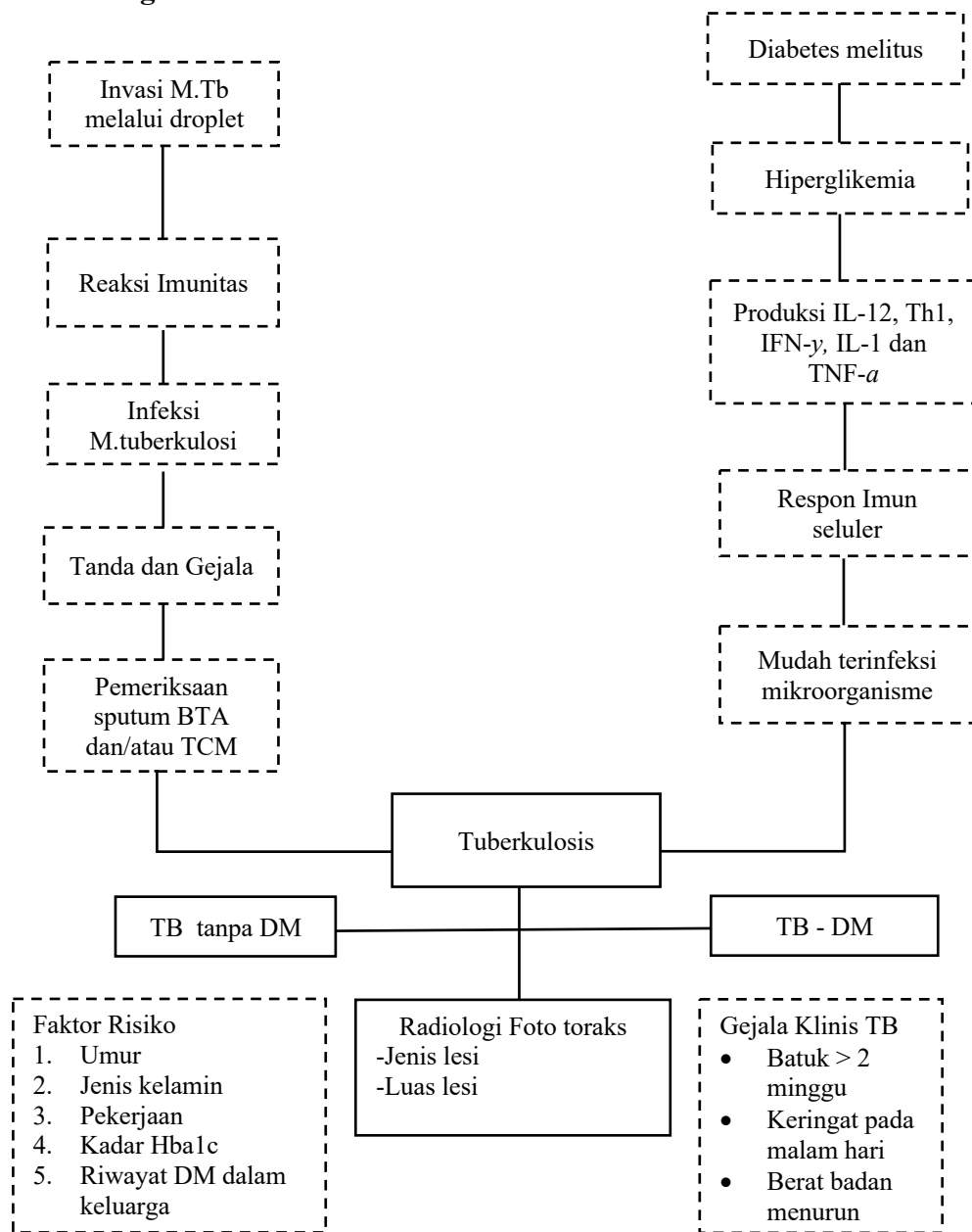
dengan masa sebelumnya, terutama dalam hal pola makan yang kurang sehat dan menurunnya aktivitas fisik (Karimah *et al.*, 2023).

Beberapa faktor yang menyebabkan diabetes melitus tipe 2 pada individu di bawah 45 tahun meliputi predisposisi genetik, obesitas, dan gaya hidup tidak sehat. Riwayat keluarga, pola makan tinggi lemak, kurang aktivitas fisik, resistensi insulin, serta perubahan hormon saat pubertas turut meningkatkan risiko. Selain itu, perubahan pola makan dan gaya hidup akibat pertumbuhan ekonomi di negara berkembang juga berkontribusi terhadap meningkatnya kasus diabetes pada anak-anak (Yunita, 2022).

Hasil penelitian oleh Sa'adah *et al.*, (2022), menunjukkan bahwa sekitar 75% pasien tuberkulosis paru juga mengalami diabetes melitus. Kasus ini banyak ditemukan pada kelompok usia 15–49 tahun yang tergolong usia produktif, di mana aktivitas harian, mobilitas, serta interaksi sosial lebih tinggi, sehingga meningkatkan potensi penularan *Mycobacterium tuberculosis* dari luar rumah.

Seiring bertambahnya usia, risiko infeksi bakteri, termasuk tuberkulosis, juga meningkat. Hal ini berkaitan dengan perubahan fisiologis, khususnya pada jaringan paru, yang dapat menurunkan efektivitas sistem pertahanan tubuh dan mengganggu pembersihan mikroorganisme di saluran pernapasan. Pada penderita diabetes, kondisi hiperglikemia yang tidak terkontrol turut memperburuk fungsi sel beta pankreas dan sistem imun. Kombinasi faktor usia dan kontrol gula darah yang buruk inilah yang menyebabkan tingginya angka kejadian tuberkulosis paru pada pasien diabetes, khususnya pada kelompok usia lanjut (Yanti, 2017).

## 2.6 Kerangka Teori



**Gambar 2. 5** Kerangka Teori (Sumber : Ramzini, M. (2019))

Keterangan :

———— : Menyebabkan

———— : Diteliti

----- : Tidak diteliti

Kerangka teori ini menggambarkan hubungan antara tuberkulosis (TB) dengan diabetes melitus (DM) serta faktor-faktor yang memengaruhinya. Proses awal infeksi TB dimulai dari invasi *Mycobacterium tuberculosis* melalui droplet. Setelah masuk ke tubuh, terjadi reaksi imun yang kemudian menentukan perkembangan infeksi TB. Infeksi ini akan menimbulkan tanda dan gejala klinis, yang selanjutnya dapat dikonfirmasi melalui pemeriksaan sputum BTA atau Tes Cepat Molekuler (TCM).

Sementara itu, pada individu dengan diabetes melitus, kondisi hiperglikemia berperan penting dalam menurunkan imunitas tubuh. Hiperglikemia dapat memengaruhi produksi sitokin seperti IL-12, Th1, IFN- $\gamma$ , IL-1, dan TNF- $\alpha$ , sehingga menurunkan respon imun seluler. Akibatnya, penderita DM menjadi lebih mudah terinfeksi mikroorganisme, termasuk *Mycobacterium tuberculosis*.

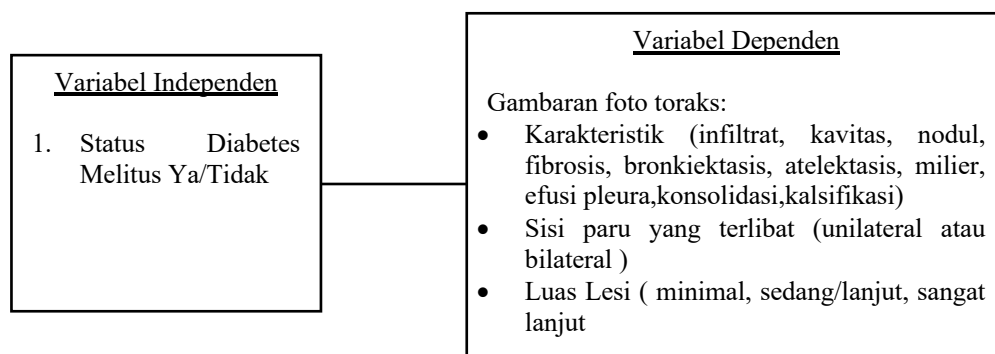
Hubungan kedua kondisi ini terlihat ketika seseorang menderita TB dengan DM, dibandingkan dengan TB tanpa DM. Pada pasien TB, faktor risiko yang berperan antara lain umur, jenis kelamin, pekerjaan, kadar HbA1c, serta riwayat DM dalam keluarga. Gambaran radiologis pada foto toraks dapat memperlihatkan jenis lesi dan luas lesi, yang menjadi parameter penting dalam menilai tingkat keparahan penyakit.

Secara klinis, gejala TB yang muncul meliputi batuk lebih dari dua minggu, keringat malam, dan penurunan berat badan. Dengan demikian, kerangka teori ini menjelaskan bagaimana DM dapat memengaruhi imunitas tubuh sehingga meningkatkan kerentanan terhadap TB, serta bagaimana faktor risiko, gambaran radiologi, dan gejala klinis berperan dalam memahami hubungan antara TB dan DM.



## 2.7 Kerangka konsep

Pada penelitian ini, meneliti hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. variabel independen adalah status DM tipe 2 ya atau tidak, sedangkan variabel dependennya adalah gambaran foto toraks pada pasien TB. Gambaran radiologis yang diamati meliputi karakteristik lesi (infiltrat, kavitas, nodul, fibrosis, bronkiektasis, atelektasis, milier, efusi pleura, konsolidasi, kalsifikasi), sisi paru yang terlibat (unilateral atau bilateral), serta luas lesi (minimal, sedang/lanjut, sangat lanjut). Kerangka konsep ini menggambarkan hubungan adanya komorbid DM tipe 2 dengan gambaran radiologis pada pasien TB.



**Gambar 2. 6** Kerangka Konsep

## 2.8 Hipotesis

### 2.8.1 Hipotesis *Null* (H0)

Tidak terdapat hubungan antara DM tipe 2 dengan gambaran radiografi foto toraks pada pasien tuberkulosis di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek.

### 2.8.2 Hipotesis Alternatif (H1)

Terdapat hubungan antara DM tipe 2 dengan gambaran radiografi foto toraks pada pasien tuberkulosis di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan desain *retrospektif*, menggunakan data sekunder, yaitu mengumpulkan data dari rekam medis pasien.

#### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September - November tahun 2025 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek, Bandar Lampung, Provinsi Lampung.

#### **3.3 Subjek Penelitian**

##### **3.3.1 Populasi**

Populasi target pada penelitian ini adalah rekam medis pasien yang di diagnosis tuberkulosis dengan dan tanpa diabetes melitus (DM) tipe 2 menurut usia yang menjalani pemeriksaan foto toraks di intalasi rawat inap RSUD Dr.H. Abdul Moeloek pada bulan Januari 2023 sampai dengan bulan Desember 2024.

##### **3.3.2 Sampel**

Sampel yang diteliti dalam penelitian ini adalah rekam medis pasien Tuberkulosis dengan dan tanpa diabestes melitus tipe 2 di rawat inap RSUD Dr. H. Abdul Moeloek yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

### 3.3.3 Besar Sampel

Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode *total sampling*, yaitu sampel yang diambil adalah semua anggota populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak termasuk ke dalam kriteria eksklusi.

### 3.3.4 Teknik Pengambilan dan Besar Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

## 3.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

### 3.4.1 Kriteria Inklusi

1. Rekam medis Pasien yang terdiagnosis tuberkulosis berdasarkan klinis, pemeriksaan BTA, uji resistensi molekuler, di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek.
2. Rekam medis pasien yang telah terkonfirmasi memiliki atau tidak memiliki DM tipe 2 berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium.
3. Pasien berusia  $\geq 18$  tahun.
4. Pasien yang menjalani pemeriksaan radiografi toraks di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek.

### 3.4.2 Kriteria Eksklusi

1. Rekam medis pasien tuberkulosis paru yang menderita tuberkulosis ekstraparu.
2. Pasien tuberkulosis paru yang juga memiliki infeksi lain seperti HIV/AIDS.

3. Pasien dengan penyakit komorbid, seperti DM tipe 1 atau bentuk diabetes lainnya di luar DM tipe 2 dan penyakit paru lain.
4. Pasien yang memiliki data rekam medis tidak terisi lengkap.

### **3.5 Variabel Penelitian**

#### **3.5.1. Variabel Bebas (*Independent variable*)**

Variabel independen atau variabel bebas pada penelitian ini adalah pasien yang terdiagnosis tuberkulosis baik yang terkonfirmasi memiliki diabetes melitus tipe 2 maupun yang tidak di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek tahun 2023-2024.

#### **3.5.2. Variabel Terikat (*Dependent variable*)**

Variabel dependen atau variabel terikat pada penelitian ini adalah Gambaran radiografi foto toraks pada pasien yang terdiagnosis tuberkulosis paru

### **3.6 Prosedur Pengumpulan Data**

#### **3.6.1 Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang diambil dari rekam medis pasien tuberkulosis di instalasi rekam medis RSUD DR. H. Abdul Moeloek yang menjadi sampel penelitian.

#### **3.6.2 Instrumen Penelitian**

1. Keterangan hasil rotngen yang tercantum pada rekam medik pasien yang terdiagnosis tuberkulosis dengan dan Tanpa DM Tipe 2 menurut usia di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung

2. *Handphone* untuk mendokumentasikan rekam medik pasien.
3. List dan hasil data pasien.
4. Alat tulis, seperti pena dan kertas.
5. Laptop sebagai sarana untuk memasukkan dan mengolah data, serta membuat laporan.

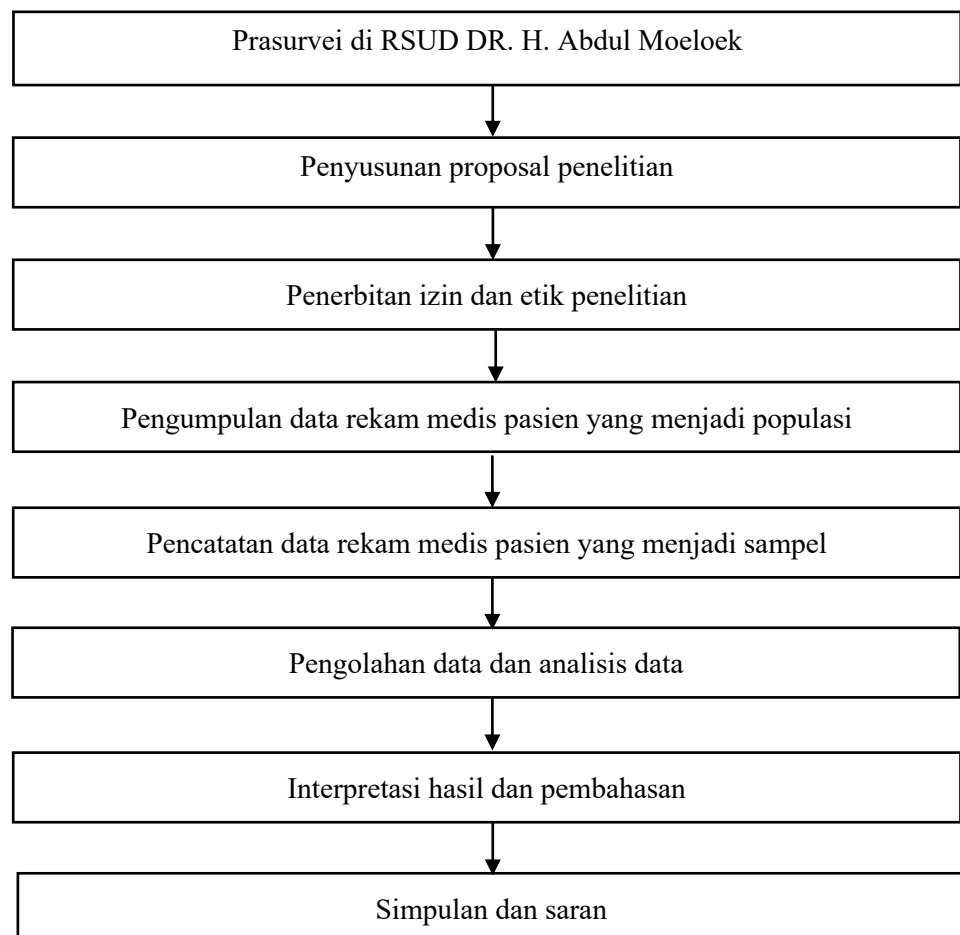
### 3.7 Definisi Operasional

|              | <b>Definisi operasional</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Alat ukur</b> | <b>Cara Ukur</b> | <b>Hasil ukur</b>                         | <b>Skala-ukur</b> |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|-------------------------------------------|-------------------|
| DM Tipe 2    | Diabetes Mellitus (DM) Tipe 2 adalah kondisi hiperglikemia kronis akibat resistensi insulin atau gangguan sekresi insulin yang didiagnosis berdasarkan kadar gula darah acak $\geq 200$ mg/dL, kadar glukosa puasa $\geq 126$ mg/dL, atau HbA1c $\geq 6,5$ (ADA, 2022); (PERKENI, 2021) | Baca rekam medis | Rekam medis      | 1. Dengan DM tipe 2<br>2. Tanpa DM tipe 2 | Nominal           |
| Tuberkulosis | Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit infeksi kronis yang disebabkan oleh bakteri <i>Mycobacterium tuberculosis</i> . (Kemenkes RI, 2022).                                                                                                                                               | Baca rekam medis | Rekam medis      | 1. Positif<br>2. Negatif                  | Nominal           |
| Usia         | Usia adalah jumlah tahun hidup seseorang yang dihitung sejak lahir hingga waktu pengukuran. (Depkes RI, 2009)                                                                                                                                                                           | Baca rekam medis | Rekam medis      | 1=19-64<br>2= $\geq 65$                   | Ordinal           |

|                         |                                                                                                                                  |                  |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Jenis lesi              | Gambaran kelainan toraks yang didapatkan dari hasil radiografi(Lau <i>et al.</i> , 2016)                                         | Baca rekam medis | Rekam medis | 1.Infiltrat<br>2.Kavitas<br>3.Nodul<br>4.Fibrosis<br>5.Bronkiektasis<br>6.Atelektasis<br>7.Milier<br>8. Efusi Pleura<br>9.Konsolidasi<br>10.Kalsifikasi                                                                                                                                                                                                     | Nominal |
| Sisi paru yang terlibat | Lokasi anatomi (Kiri/kanan) ditemukan gambarannya kelainan radiografi (Vora <i>et al.</i> ,2023)                                 | Baca rekam medis | Rekam medis | 1. Unilateral<br>2. Bilateral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Nominal |
| Luas Lesi               | Derajat keparahan penyakit TB ditentukan berdasarkan luas keseluruhan area paru yang terkena lesi TB (Kanda <i>et al.</i> ,2015) | Baca rekam medis | Rekam medis | 1.Lesi minimal : luas infiltrat tidak melalui garis median, apeks, dan iga 2 depan, kavitas (-).<br>2.lesi lanjut sedang: Total luas infiltrat kurang dari luas satu paru, kavitas (+/-) berdiameter $\leq 4$ cm, konsolidasi homogen tidak lebih dari luas satu lobus.<br>3.Lesi sangat lanjut: total luas infiltrat, konsolidasi, dan kavitas lebih luas. | Ordinal |

### 3.8 Alur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan prasurvei untuk melihat jumlah populasi terjangkau. Kemudian menentukan judul dan penyusunan proposal penelitian, setelah melalui proses bimbingan dengan kedua pembimbing, lalu dilaksanakan seminar proposal. Kemudian, peneliti mengajukan kaji etik dan izin penelitian ke RSUD Dr. H. Abdul Moeloek. Setelah surat kaji etik dan surat izin penelitian diterbitkan, peneliti akan mengumpulkan data rekam medis pasien yang menjadi sampel di instalasi rekam medis RSUD Dr. H. Abdul Moeloek untuk selanjutnya dilakukan pengolahan, analisis, dan interpretasi data. Lalu, peneliti dapat menarik kesimpulan dan saran terhadap penelitian untuk selanjutnya dipaparkan saat seminar hasil.



**Gambar 3. 1** Alur Penelitian

### 3.9 Pengolahan Data

#### 1. *Editing*

Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan diperiksa untuk memastikan kelengkapannya. Jika terdapat jawaban yang tidak lengkap, maka perlu dilakukan pengumpulan data ulang guna memperoleh informasi yang akurat.

#### 2. *Coding*

Coding merupakan proses pembuatan tabel kode berdasarkan data yang diperoleh dari instrumen penelitian. Dalam penelitian ini, dilakukan presurvey untuk mengamati data yang tersedia di unit rekam medis RSUD Dr. H. Abdul Moeloek. Langkah-langkah dalam tahap ini mencakup penyusunan proposal, seminar proposal, pengajuan etika penelitian serta perizinan, penentuan sampel sesuai kriteria inklusi dan eksklusi, pencatatan rekam medis, serta pengolahan dan analisis data.

#### 3. *Data Entry*

Tahap ini melibatkan pemasukan kode ke dalam kolom yang sesuai berdasarkan jawaban dari setiap pertanyaan yang telah dikumpulkan sebelumnya.

#### 4. *Processing*

Setelah data yang dikumpulkan dinyatakan lengkap dan benar, data tersebut kemudian diproses menggunakan perangkat lunak pengolahan data di komputer. Beberapa aplikasi yang sering digunakan dalam tahap ini meliputi SPSS, STATA, dan EPI-INFO. Di antara aplikasi tersebut, SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) menjadi salah satu yang populer dan relatif mudah digunakan.

#### 5. *Cleaning Data*

Pada tahap akhir, dilakukan pemeriksaan kembali terhadap data yang telah dimasukkan untuk memastikan tidak ada kesalahan dalam proses pengolahan data.

(Masturoh & Anggita, 2018).



### 3.10 Analisis Data

#### 3.10.1 Analisis Univariat

Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan distribusi frekuensi setiap variabel secara terpisah, baik variabel independen maupun dependen. Hasil analisis ini disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi dalam persentase dan proporsi, dengan tujuan memberikan gambaran mengenai kondisi serta variabel yang diteliti (Machali, 2021).

#### 3.10.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Variabel sisi paru dan luas lesi merupakan variabel kategorik, sehingga analisis hubungan antar variabel dilakukan menggunakan uji Chi-Square. Uji Chi-Square digunakan untuk menilai adanya hubungan atau perbedaan proporsi antara dua variabel kategorik yang tidak berpasangan.

Seluruh hasil analisis bivariat disajikan dalam bentuk tabel yang memuat nilai *p-value* sebagai penentu signifikansi. Nilai  $p < 0,05$  dianggap bermakna secara statistik dan menunjukkan adanya hubungan atau perbedaan yang signifikan antar variabel yang diuji (Machali, 2021).

### 3.11 Etik Penelitian

Penelitian ini diajukan kepada komisi etik penelitian RSUD DR.H.Abdul Moeloek Bandar Lampung dan telah mendapatkan surat kelayakan etik dengan nomor No.000.9.2/0929h/VII.01/X/2025 untuk melaksanakan penelitian. Data pribadi subjek akan dijamin kerahasiannya.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan mengenai Hubungan Komorbid DM Tipe 2 Dengan Gambaran Radiografi Foto Toraks Pasien TB Di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Tahun 2023-2024 di di kota Bandar Lampung, maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

- A. Sebagian besar pasien TB paru yang menjadi subjek penelitian berada pada kelompok usia produktif 19-64 (88,9%), dengan mayoritas berjenis kelamin laki-laki (67,9%). Jenis lesi yang paling sering ditemukan pada pasien TB paru, baik dengan maupun tanpa DM tipe 2, adalah infiltrat (73%) dan fibrosis (70%). Namun, pasien TB dengan DM tipe 2 lebih sering menunjukkan lesi yang luas yaitu 87%, bilateral (74,1%), serta disertai konsolidasi dan kavitas, sedangkan pada pasien TB tanpa DM tipe 2, lesi umumnya unilateral (48,1%) dan jarang membentuk konsolidasi dan kavitas. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan DM tipe 2 memperberat dan memperluas gambaran lesi paru pada radiografi toraks.
- B. Terdapat hubungan yang bermakna antara sisi paru yang terlibat dengan adanya DM tipe 2 ( $p = 0,017$ ). Pasien TB dengan DM tipe 2 lebih banyak menunjukkan keterlibatan bilateral, sedangkan pasien tanpa DM tipe 2 lebih sering memiliki lesi unilateral. Selain itu Terdapat hubungan yang bermakna antara DM tipe 2 dan luas lesi paru yaitu ( $p = 0,001$ ). Pasien TB dengan DM tipe 2 cenderung

memiliki lesi sangat lanjut, sedangkan pasien tanpa DM tipe 2 umumnya memiliki lesi minimal hingga sedang. Terdapat hubungan yang signifikan antara keberadaan DM tipe 2 dengan gambaran lesi konsolidasi pada foto toraks pasien TB paru yaitu ( $p=0,00$ ) dimana pasien TB dengan DM memiliki frekuensi lesi konsolidasi yang lebih tinggi dibandingkan kelompok tanpa DM. Temuan ini memperkuat bahwa DM tipe 2 memperberat keparahan gambaran radiologis TB paru

### 5.1.Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh peneliti berdasarkan hasil penelitian adalah sebagai berikut:

#### 1. Saran bagi RSUD Dr. H. Abdul Moeloek

Bagi staf rekam medis RSUD Dr. H. Abdul Moeloek, disarankan untuk melengkapi berkas rekam medis, agar mempermudah pengambilan data yang akan dilakukan oleh peneliti selanjutnya.

#### 2. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambah variabel klinis yang lebih spesifik, seperti kadar HbA1c, lama menderita DM, riwayat terapi TB dan DM, status gizi, serta kebiasaan merokok, jenis pekerjaan apakah faktor klinis ini akan mempengaruhi karakteristik foto toraks TB paru. Dan disarankan agar penelitian selanjutnya melibatkan penilaian langsung terhadap citra rontgen selain hasil expertise radiologi, sehingga interpretasi gambaran paru dapat dilakukan lebih mendalam dan objektif.

### 3. Bagi Masyarakat

Masyarakat diharapkan dapat meningkatkan kesadaran akan pentingnya pemeriksaan kesehatan rutin, khususnya bagi individu dengan risiko DM tipe 2. Deteksi dini dan kontrol gula darah penting untuk mencegah komplikasi, termasuk risiko infeksi tuberkulosis. Pasien DM disarankan melakukan skrining TB rutin serta menjaga pola hidup sehat melalui diet bergizi, olahraga teratur, istirahat cukup, dan menghindari rokok serta alkohol.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aamir, A. H., Ul-Haq, Z., Mahar, S. A., Qureshi, F. M., Ahmad, I., Jawa, A. *et.al* 2019. Diabetes Prevalence Survey of Pakistan (DPS-PAK): Prevalence of Type 2 Diabetes Mellitus and Prediabetes Using HbA1c: A Population-Based Survey from Pakistan. *Jurnal BMJ Open*, 9(2), 2–3.
- Abbas, A. 2022. Epidemiologi kejadian tuberkulosis-diabetes mellitus (TB-DM) di Kota Kediri. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 11(03), 279–286.
- Afifah, M. 2024. Characteristics of pulmonary tuberculosis inpatients with multidrug resistance at Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar in January – December 2022 (*Thesis*). Faculty of Medicine, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Al-Marzoqi AH, Shalan AA. 2020. Mycobacterium Tuberculosis. Dalam: Al-Harmoosh AA, penyunting. Pathogenic Bacteria: Virulence and Diseases. Edisi 1. Iraq: Iraqi Academics. hlm. 368–96
- American Diabetes Association (ADA). (2022). Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care*, 45(Supplement\_1), S1–S264.
- Abdullah R. 2017. Studi karakteristik penderita TB paru aktif ditinjau dari lesi foto toraks di RS Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar periode Januari–Desember 2016. *Jurnal Kesehatan*, 10(2): 10–21
- Ardin MA, Ruslim D. 2023. Hubungan Diabetes Mellitus Tipe 2 Dengan Luas Lesi Pada Foto Toraks Penderita Tuberkulosis Di Rumah Sakit Kabupaten Konawe. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran*. 2(1):63-70.
- Alif, R., Bagaskara, A., Peristiowati, Y. Kajian Deskriptif Epidemiologi Kejadian Tuberculosis di Puskesmas Mojo Dinas Kesehatan Kabupaten Kediri. *Jurnal of Community Engagement in Health*. Vol.6, No.1. 2023
- Batubara, F. A.; Lukito, A. 2024; Hubungan Diabetes Mellitus Tipe II dengan Risiko Peningkatan Kejadian Tuberkulosis Paru di Rumah Sakit Umum Haji Medan Tahun 2022; Ibnu Sina: *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan – Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara; Jurnal Ilmiah*; Vol. 23 No. 2: 178–185

- Barot, A., Vora, A., Dobariya, O., Parikh, V., S, L. R., Shah, N., & Borisagar, G. B. 2024. Clinicroadiological Profile of Patients Having Drug-Sensitive Pulmonary Tuberculosis With and Without Diabetes Mellitus in a Tertiary Care Hospital in Ahmedabad, Gujarat, India. *Cureus*, 16.
- Boillat-Blanco, N., Ramaiya, K.L., Mganga, M., Minja, L.T., Bovet, P. and Schindler, C., et al. (2016). Transient Hyperglycemia in Patients With Tuberculosis in Tanzania: Implications for Diabetes Screening Algorithms; *Journal of Infectious Diseases*, 213(7), pp. 1163–1172.
- Bowo, E. T., Gunarti, H., & Moeljono, E. 2023. Skoring lesi gambaran radiologis foto toraks dalam diagnosis tuberkulosis anak. *Berkala Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat*, 1(2), 123–131.
- Budi, i. s., ardillah, y., sari, i. p., & septiawati, d. 2018. analisis faktor risiko kejadian penyakit tuberkulosis bagi masyarakat daerah kumuh kota palembang. *jurnal kesehatan lingkungan indonesia*. vol. 17(2): 87.
- Carlesi E, Orlandi M, Mencarini J, Bartalesi F, Lorini C, Bonaccorsi G, *et al*. 2019. How Radiology Can Help Pulmonary Tuberculosis Diagnosis: Analysis of 49 Patients. *Radiologia Medical*. 124(9): 838–45.
- Claudius S, Jadhav U, Ghewade B, Ali S, Dhamgaye T. 2017. Study of diabetes mellitus in association with tuberculosis. *Journal of Datta Meghe Institute of Medical Sciences University* [Internet]. 12(2): 143–147 [cited 2022 Nov 30].
- Dewi, L.P.K., 2019. Pemeriksaan Basil Tahan Asam untuk Membantu Menegakkan Diagnosis Penyakit Tuberkulosis. *International Journal of Applied Chemistry Research*, 1(1), pp.16–20. doi:10.23887/ijacr-undiksha.
- Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. (2020). Profil Kesehatan Provinsi Lampung Tahun 2020. Bandar Lampung: Dinas Kesehatan Provinsi Lampung.
- Dinkes Kota Bandar Lampung. 2022. Profil Kesehatan Kota Bandar Lampung 2022. Bandar Lampung: Dinas Kesehatan Kota Bandar Lampung
- Fachri, M., Alisjahbana, B., & Nursanty, R. 2021. Radiological features of drug-resistant pulmonary tuberculosis in patients with and without diabetes mellitus. *Indonesian Journal of Pulmonology*, 12(3), 187–198.
- Fatmona, F. A., Permana, D. R., & Sakurawati, A. 2023. Gambaran tingkat pengetahuan masyarakat tentang pencegahan diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Perawatan Siko. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*, 3(12), 4166–4178.

- Fauziah DF, Basyar M, Manaf A. 2016. Insidensi tuberkulosis paru pada pasien diabetes melitus tipe 2 di ruang rawat inap penyakit dalam RSUP Dr. M. Djamil Padang. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 5(2): 349–354.
- Fibriana, A. I. Indrawati, F., Maryuni, S., Turnbull, N., & Windraswara, R. 2020. Risk factors of pulmonary tuberculosis among diabetes mellitus patients: A case-control study in Dr. Kariadi General Hospital, Semarang, Indonesia. *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, 20(2), 101–107.
- Fitriani, F., & Fadilla, R. 2020. Pengaruh Senam Diabetes Terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Pada Pasien Diabetes Mellitus. *Jurnal Kesehatan*.
- Febrian, M. A., Gubali, W., Rahma, S., Kasim, V. N., & Paramata, N. R. (2025). Gambaran luasan lesi radiografi thoraks pada penderita TB paru dengan DM dan tanpa DM. *Medic Nutricia Journal of Health Sciences*, 13(4), 55–63. doi:10.5455/mnj.v1i2.644xa. ISSN: 3025-8855.
- Fauzan MFN, Nurwanto. 2023. Gambaran radiologi foto toraks penderita tuberkulosis paru aktif dan inaktif pada usia dewasa di RS Muhammadiyah Lamongan. *Jurnal Ilmiah Indonesia* [Internet]. 8(2): 1116–1125
- Federasi Diabetes Internasional. 2024. Atlas Diabetes IDF. Edisi ke-11. Brussel: International Diabetes Federation
- Ginting SS, Krisdianilo V. 2021. Seminar Pemeriksaan Dengan Metode Real Time Polymerase Chain Reaction Assay (RT-PCR) sebagai Tes Cepat Mycobacterium Tuberculosis dari Sampel Dahak Pasien Tuberculosis di Puskesmas Lubuk Pakam. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1(2): 241–5.
- Gotera, W., Nugraha, I. B. A., & Yustin, W. E. F. 2021. Diabetes melitus sebagai faktor risiko tuberkulosis. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 27(3), 273–281.
- Hartono; Ediyono, S. 2024. Hubungan Tingkat Pendidikan, Lama Menderita Sakit dengan Tingkat Pengetahuan 5 Pilar Penatalaksanaan Diabetes Mellitus di Wilayah Kerja Puskesmas Sungai Durian Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat; *Journal of TSCSIKep; Jurnal Ilmiah*; Vol. 9 No. 1: 49–58.
- Hakim A, Ismunandar H, Wahyuni A, Sangging PRA. Manajemen Diabetes Melitus: An Update. *Medula*. 2022;12(1):160-6.
- Herring W. 2016. Recognizing Pneumonia. In: *Learning Radiology: Recognizing the Basics* 3rd Edition. Edisi 3. Philadelphia: Elsevier. hlm. 68–75.

- Husein, M.F. & Majdawati, A. 2014. Asosiasi gambaran tingkat lesi foto toraks penderita klinis tuberkulosis paru dengan Diabetes Mellitus dibandingkan non-Diabetes Mellitus. *Mutiara Medika*, 14(1), pp. 8–14.
- International Diabetes Federation (IDF). 2021. Epidemiologi Diabetes Mellitus: Data Global dan Tren Tahun 2021; Laporan Resmi; International Diabetes Federation; Brussels, Belgia.
- Jilani TN, Avula A, Gondal AZ, Siddiqui AH. 2023. Active Tuberculosis [WWW Document]. StatPearls [online] [diunduh 31 July 2024]. Tersedia dari: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513246/>.
- Jeon, C.Y. & Murray, M.B. 2008. Diabetes mellitus increases the risk of active tuberculosis: a systematic review and meta-analysis, *PLoS Medicine*, 5(7), e152.
- Karimah, K., Anas, K., & Arsyad, M. 2023. Hubungan Katarak dengan Diabetes Melitus di Poliklinik Mata RS Yarsi Periode Tahun 2021-2022 dan Tinjauannya Menurut Pandangan Islam. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 3(3), 260–265.
- Kanda R, Nagao T, Van Tho N, Ogawa E, Murakami Y, Osawa M, et al. 2015. Factors Affecting Time to Sputum Culture Conversion in Adults with Pulmonary Tuberculosis: A Historical Cohort Study Without Censored Cases. *PLoS ONE*. 10(11): 1–9.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2009. *Kategori Umur menurut Depkes RI*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI. 35 hlm.
- Kemenkes RI. 2020. Buku Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Tuberkulosis. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2022. Laporan Program Penanggulangan Tuberkulosis Tahun 2022. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kemenkes RI. 2023. Petunjuk Teknis Pemeriksaan Tuberkulosis Menggunakan Tes Cepat Molekuler GeneXpert. Jakarta: Kementrian Kesehatan RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2025. Waspada Penularan dan Gejala TBC; Artikel Kesehatan; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; Jakarta; 2 halaman.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2018. Laporan Nasional Riskesdas 2018. Repositori Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI.



- Kesek JFN, Sugeng CEC, Polii EBI. 2019 Gambaran Pasien Tuberkulosis Paru Usia Produktif di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *Medical Scope Journal*.1(1).
- Krishna S, Jacob JJ. Diabetes Melitus dan Tuberkulosis. [Diperbarui 18 April 2021]. Dalam: Feingold KR, Ahmed SF, Anawalt B, dkk., editor. Endotext [Internet]. South Dartmouth (MA)
- Konde CP, Asrifuddin A, Langi FL. 2020. Hubungan antara umur, status gizi dan kepadatan hunian dengan tuberkulosis paru di Puskesmas Tuminting Kota Manado. *Jurnal KESMAS; jurnal ilmiah*. Vol. 9(1): 106–113. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Kim J, Lee CH, Shin KC, et al. 2017. CT findings of pulmonary tuberculosis and tuberculous pleurisy in diabetes mellitus patients. *Medicine (Baltimore)*, 96(7): e5980
- Larasati, T., Puspitasari, R. D., & Dhamayanti, F. A. 2020. Manajemen Diri Pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe II Pada Anggota Prolanis Di Bandar Lampung. *Essence of Scientific Medical Journal* (2020), 2014(1), 2–31
- Lau A, Barrie J, Winter C, Elamy AH, Tyrrell G, Long R. 2016. Chest Radiographic Patterns and the Transmission of Tuberculosis: Implications for Automated Systems. *PLoS ONE*. 11(4): 1–13.
- Layali, J. D.; Sinaga, B. Y.; Siagian, P.; Eyanoer, P. C. 2019. Hubungan Lesi Tuberkulosis Paru dengan Diabetes Melitus terhadap Kadar HbA1c; J Respir Indo [Internet]; *Jurnal Ilmiah*; 34(1); Diakses 20 April 2025.
- Lee, P.H., Fu, H., Lai, T.C., Chiang, C.Y., Chan, C.C., et al. 2016. Glycemic control and the risk of tuberculosis: *a population-based cohort study*, *PLoS ONE*, 11(4), e0153127.
- Lin Y, Harries A D, Kumar A M V, Critchley J A, van Crevel R, Owiti P, Dlodlo R A, Dejgaard A. 2019. Management of diabetes mellitus-tuberculosis: a guide to the essential practice. Paris, France: International Union Against Tuberculosis and Lung Disease.
- Lukum, E., Paramata, N. R., Sadjar, M. R. F. S. (2023). Identification of respondent characteristics and relationship of clinical manifestations with chest radiograph lesion in pulmonary tuberculosis patients at Aloe Saboe Hospital. *Jambura Medical and Health Science Journal*, 2(1).
- Lubis, Z.P.L., Sipahutar, H.M., Nasution, M.S., Harahap, E.E., Putra, D.D. & Ashar, T. 2025. Perbandingan Gambaran Foto Toraks Antara Pasien Tuberkulosis dengan Diabetes Melitus dan Pasien Tuberkulosis tanpa

Diabetes Melitus di RSUP H. Adam Malik Medan, *Jurnal Pengabdian Ilmu Kesehatan*, vol. 5, no. 3, pp. 294–309.

- Machali I. 2021. Metode Penelitian. In: Habib AQ, penyunting. *Metode Penelitian Kuantitatif: Panduan Praktis Merencanakan, Melaksanakan, dan Analisis Dalam Penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta. hlm. 61–88
- Marçôa, R.; Ribeiro, A. I.; Zão, I.; Duarte, R. 2018. Tuberculosis and Gender – Factors Influencing the Risk of Tuberculosis among Men and Women by Age Group; *Pulmonology; Jurnal Ilmiah*; 24(3): 199–202.
- Maulida, R., Setiawan, D., & Widodo, D. 2022. The impact of diabetes mellitus on multidrug-resistant tuberculosis: Clinical and radiographic findings. *International Journal of Tuberculosis Research*, 18(4), 230–245.
- Mustofa S, Soemarwoto RA, Kusumajati P, Wahyu PG, Pratama A, Juhana HA, et al. 2023a. Aktualisasi Manajemen Pencegahan Serta Tatalaksana Infeksi Laten Tuberkulosis di Kabupaten Pringsewu Provinsi Lampung. *JPM Ruwa Jurai*. 8(2): 28–31
- Mustofa S, Putri NSPDL, Togihon L, Aryana WF, Sanjaya RP, Saputra TT. 2023b. Laporan Kasus: Bronkiektasis Terinfeksi Disertai Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis. *Majority*. 12(1): 33–42.
- Mustofa S, Herdato MJD, Morfi CW, Saputra TA, Pratama A, Meirissa T, et al. 2023c. Peningkatan Pengetahuan Mengenai Manajemen Tatalaksana Terhadap Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) dan Tuberkulosis Paru (TB) Pada Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama (FKTP) di Kabupaten Lampung Tengah. *JPM Ruwa Jurai*. 8(2): 86–90.
- Mustofa, S., Megantoro, G. K., Gozali, A., Saputra, T. T., & Sanjaya, R. P. 2023d. Sindrom Obstruksi Pasca Tuberkulosis dengan Luluh Lobus: Laporan Kasus. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 10(7), 2426–2430. Universitas Malahayati.
- Mustofa S, Antoni A. 2023. Case Report: Unilateral Secondary Spontaneous Pneumothorax caused by Pulmonary Tuberculosis in a Heavy Smoker. *Sriwijaya Journal of Medicine*. 6(3): 87–93
- Magee, M.J., Salindri, A.D., Gujral, U.P., Auld, S.C., Soohoo, M., Haw, J.S., et al. (2021) ‘Diabetes mellitus and tuberculosis’, *Clinical Infectious Diseases*, 72(7), pp. e148–e154.
- Nazara, Niscaya Aprian; Soekardi, Adi; Lubis, Yolanda Eliza Putri; 2024: Hubungan Derajat Lesi Radiografi Toraks pada Pasien TBC Paru Dewasa disertai DM Tipe II Terkontrol dengan Kadar Hemoglobin; *GALENICAL*:

*Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Mahasiswa Malikussaleh*; Universitas Malikussaleh; Lhokseumawe; hlm. 45–52.

- Nurfa, N. 2022. Hubungan Faktor Demografis dengan Keberhasilan Pengobatan Pasien TB-RO (Tuberkulosis-Resisten Obat) di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang; Skripsi; Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya; Malang; 106 halaman.
- PDPI. 2021. Tuberkulosis: Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan di Indonesia Edisi Revisi 2. Jakarta: Perhimpunan Dokter Paru Indonesia.
- Perhimpunan Endokrinologi Indonesia (PERKENI). 2015. Pedoman Pengelolaan Diabetes Mellitus Tipe 2 di Indonesia; Buku Pedoman; PB PERKENI; Jakarta
- Perhimpunan Endokrinologi Indonesia (PERKENI). 2021. Pencegahan Diabetes Mellitus Tipe 2 pada Dewasa; Pedoman; PB PERKENI; Jakarta
- Perkeni. 2015. Konsensus Pengelolaan Dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe
- Pizzol D, Gennaro FD, Chhaganlal KD, Fabrizio C, Monno L, Putato G. 2016 Tuberculosis and diabetes: current state and future perspectives. *Trop Med Int Health*. 21:694-702.
- Putra, I. M. G. D. 2022. Mengenali gambaran penyakit tuberkulosis paru dan cara penanganannya. *E-Jurnal Widya Kesehatan*, 4(1), 1–9.
- Putri HA, Rahmah V. 2023. Perbedaan gambaran efusi pada pemeriksaan thorax proyeksi tegak dan supine dengan klinis efusi pleura. *Jurnal Medika Malahayati*. 7(3):886–7.
- Rasad S. 2015. Toraks. Dalam: Ekayuda I, penyunting. Radiologi Diagnostik. Edisi 2. Jakarta: Badan Penerbit FKUI. hlm. 131–44.
- Ramzi M. 2019. Perbandingan Derajat Keparahan Gambaran X-Ray Thorax antara Tuberkulosis Paru tanpa Diabetes Melitus dan Tuberkulosis Paru dengan Diabetes Melitus. Proposal Penelitian. Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Surabaya. Surabaya. 85 hlm.
- Ramadhanty KP, Roekmantara T, Ibnusantosa GR. 2019. Perbandingan gambaran foto toraks pasien TB dewasa dengan dan tanpa DM di RSUD Al-Ihsan Bandung bulan Januari–Agustus tahun 2019. *Prosiding Pendidikan Dokter* [Internet]. 6(1)
- Restrepo BI, Schlesinger LS, et al. 2016. Diabetes and tuberculosis: the convergence of two epidemics. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 4(9): 749–759

- Reyna, R., Smithuis, F. M., & Smithuis, R. 2025. Temuan pencitraan pada TB. Internet. Radiology Assistant. Diakses dari <https://radiologyassistant.nl> pada 19 April 2025
- Rai, D.K., Kirti, R., Kumar, S., Karmakar, S. and Thakur, S. 2019. Radiological difference between new sputum-positive and sputum-negative tuberculosis. *J Family Med Prim Care*. 8(9): 2810-2813.
- Rohman, H. 2018. Kasus Tuberkulosis dengan Riwayat Diabetes Mellitus di Wilayah Prevalensi Tinggi Diabetes Mellitus; *Jurnal Manajemen Informasi Kesehatan Indonesia; Jurnal Ilmiah*; Vol. 6 No. 2: 149–156; Oktober 2018; ISSN: 2337-6007, 2337-585.
- Rohmatulloh, V. R., Riskiyah, R., Pardjianto, B., & Kinasih, L. S. 2024. Hubungan usia dan jenis kelamin terhadap angka kejadian diabetes melitus tipe 2 berdasarkan 4 kriteria diagnosis di Poliklinik Penyakit Dalam RSUD Karsa Husada Kota Batu. *PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 2528–2543.
- Riset Kesehatan Dasar (2018) Laporan Provinsi Lampung Riskesdas 2018, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Sa'adah, N., Prasetyowati, I., Bumi, B. 2022. Hubungan Riwayat Kontak Pasien Tuberkulosis Paru pada Kejadian TB-DM di Wilayah Kerja Puskesmas Kalisat. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. Vol 21, No.3.
- Sari, G. K.; Sarifuddin; Setyawati, T. 2022. Tuberkulosis Paru Post Wodec Pleural Effusion: Laporan Kasus; *Jurnal Medical Profession (MedPro); Jurnal Ilmiah*; Vol. 4 No. 2: 174–182; Fakultas Kedokteran, Universitas Tadulako; Palu, Indonesia.
- Sharma D, Sarkar D. 2018. Pathophysiology of Tuberculosis: An Update Review. *Pharmatutor*. 6(2): 15.
- Soemarwoto RA, Rusmini H, Messah ADV, Dilangga P, Wibowo A, Mustofa S. 2024. Role of Matrix Metalloproteinase-1 (MMP-1) on Lung Remodelling in Post Pulmonary Tuberculosis Squelae. In: *Tuberculosis and Non-Tuberculous Mycobacterial Diseases*. European Respiratory Society.
- Suastika K. 2018. *Penuaan, diabetes, dan insulin*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Sunarmi, Kurniawaty. 2022. Hubungan karakteristik pasien TB paru dengan kejadian tuberkulosis. *Jurnal 'Aisyiyah Medika; jurnal ilmiah*. Volume 7, Nomor 2: halaman 182–187. Program Studi DIII Keperawatan, STIKES 'Aisyiyah Palembang.

- Soerono LU, Soewondo W. 2019. The correlation of chest radiographic image of pulmonary tuberculosis in type 2 diabetes mellitus patients with HbA1C level. *KnE Life Sciences* [Internet]. 4(12): 45 [cited 2022]
- Tampubolon, P. Y., Rondo, A. G. E. Y., & Simanjuntak, M. L. 2022. Gambaran foto toraks pasien tuberculosis paru dengan diabetes melitus di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou periode Januari – Juni 2022. *Medical Scope Journal*, 4(1), 72–78
- Tramunt, B., Smati, S., Grandgeorge, N., Lenfant, F., Arnal, J. F., Montagner, A., & Gourdy, P. (2020). Sex differences in metabolic regulation and diabetes susceptibility. *Diabetologia*, 63(3), 453–461
- Tobin EH, Tristram D. 2024. Tuberculosis [WWW Document]. StatPearls [online] [diunduh 31 July 2024].
- Tsai, I. F.; Kuo, C. P.; Lin, A. B.; Chien, M. N.; Ho, H. T.; Wei, T. Y.; *et al.* 2017. Potential Effect of Ezetimibe against Mycobacterium Tuberculosis Infection in Type II Diabetes; *Respirology; Jurnal Ilmiah*; 22(3): 559–566
- Ulas A, et al. 2020. Impact of diabetes mellitus on radiological presentation of pulmonary tuberculosis in otherwise non-immunocompromised patients: a systematic review. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 24(3): 244–252
- Vora SD, Gandhi R V, Vasava SA, Ganava AR, Amin G. 2016. A Study Of Factors Affecting Sputum Conversion In Patients Of Pulmonary Tuberculosis. *National Journal of Community Medicine*. 7(2): 142–6.
- Marvellini RY, Izaak RP. 2021. Gambaran radiografi foto toraks penderita tuberculosis pada usia produktif di RSUD Pasar Minggu periode Juli 2016–Juli 2017. *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya*, 9(1): 1219–1223.
- Wahdi Achmad, Puspitosari DR. 2021. Tuberculosis. Dalam: Wahdi A, Puspitosari DR, penyunting. Buku Menenal Tuberculosis: Tuberculosis, Klasifikasi TBC, Cara Pemberantasan, Asuhan Keperawatan TBC Dengan Aplikasi 3S (SDKI, SLKI & SIKI). Edisi 1. Jombang: CV. Pena Persada. hlm. 4–21.
- WHO . 2015. Penuaan dan Kesehatan. Geneva: World Health Organization.
- WHO. 2016. Chest Radiography In Tuberculosis Detection: Summary of Current WHO Recommendations and Guidance on Programmatic Approaches. Geneva: World Health Organization
- WHO. 2020. Global Tuberculosis Report 2020. Geneva: World Health Organization.

- WHO. 2021. Global Tuberculosis Report 2021. Geneva: WHO. 297 p.
- WHO. 2023. Global Tuberculosis Report 2023. Geneva: World Health Organization.
- WHO. 2024. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemia: report of a WHO/IDF consultation. Geneva: World Health Organization
- Widiati B, Majdi M. 2021. Analisis faktor umur, tingkat pendidikan, pekerjaan, dan tuberkulosis paru di wilayah kerja Puskesmas Korleko, Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Sanitasi dan Lingkungan; jurnal ilmiah*. Vol. 2(2): 173–184. Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Mataram
- Wijayanto A, Burhan E, Nawas A, Rochsismandoko R. 2015. Faktor terjadinya tuberkulosis paru pada pasien diabetes mellitus tipe 2. *Jurnal Respirasi Indonesia*, 35(1): 1–11.
- Yanti, Z. 2017. Pengaruh Diabetes Melitus Terhadap Keberhasilan Pengobatan Tb Paru Di Puskesmas Tanah Kalikedinding. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, Volume 5 Nomor 2, hlm. 163-173. 2020
- Yogi, E. D., Hariyanto, & Sonbay, E. 2014. Hubungan antara usia dengan preeklampsia pada ibu hamil di Poli KIA RSUD Kefamenanu Kabupaten Timor Tengah Utara. *Jurnal Delima Harapan*, 3(2), 10–19.
- Yorke, E.; Atiase, Y.; Akpalu, J.; Sarfo-Kantanka, O.; Boima, V.; Dey, I. D. 2017. The Bidirectional Relationship between Tuberculosis and Diabetes; Tuberculosis Research and Treatment; *Jurnal Ilmiah*.
- Yosephine, M. K., Hardy, F. R., Wenny, D. M., Nurrizka, R. H., & Pulungan, R. M. 2021. Faktor yang memengaruhi kejadian tuberkulosis paru pada penderita diabetes mellitus di Rumah Sakit X. *Jurnal Kesehatan*, 12(3), 344.
- Yunita. 2022. Pengaruh Buku Saku DSME (Diabetes Self Management Education) Terhadap Kepatuhan Kontrol Gula Darah Pada Diabetis di Puskesmas Jetis 2 [Tugas Akhir. Tidak diterbitkan, Poltekes Yogyakarta, Yogya.].
- Zulkarnain. 2021. Penguatan Ketahanan Keluarga di Tengah Pandemi Rekam Jejak Kuliah Kerja Nyata IAIN Takengon Tahun 2021 (Al Musanna, Ed.; Vol. 1). CV. Pena Persada.