

**HUBUNGAN DERAJAT KEPARAHAN TBC DENGAN KEJADIAN  
SINDROMA OBSTRUKSI PASCA TUBERCULOSIS (SOPT) PADA PASIEN  
TUBERCULOSIS.**



**DEINARD ANUGRAH RANTETAMPANG**

**C011211104**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER UMUM**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**



**HUBUNGAN DERAJAT KEPARAHAN TBC DENGAN KEJADIAN *SINDROMA  
OBSTRUKSI PASCA TUBERCULOSIS (SOPT)* PADA PASIEN  
TUBERCULOSIS.**

**DEINARD ANUGRAH RANTETAMPANG**

**C011211104**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**

**TINJAUAN SISTEMATIS: HUBUNGAN DERAJAT KEPARAHAN TBC  
DENGAN KEJADIAN *SINDROMA OBSTRUKSI PASCA TUBERCULOSIS*  
(SOPT) PADA PASIEN *TUBERCULOSIS*.**

Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin  
Sebagai Salah Satu Syarat Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran

**Oleh :**

**DEINARD ANUGRAH RANTETAMPANG**

C011211104

**Pembimbing :**

dr. Arif Santoso, Sp.P(K), PhD, FAPSR

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER UMUM**

**DEPARTEMEN PULMONOLOGI**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**

SKRIPSI

HUBUNGAN DERAJAT KEPARAHAN TBC DENGAN KEJADIAN  
SINDROMA OBSTRUKSI PASCA TUBERCULOSIS (SOPT) PADA PASIEN  
TUBERCULOSIS

DEINARD ANUGRAH

RANTETAMPANG

C011211104

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Kedokteran pada 17  
Desember 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada

Program Studi Pendidikan Dokter Umum  
Departemen Pulmonologi  
Fakultas Kedokteran Umum  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:  
Pembimbing tugas akhir,



dr. Arif Santoso, Sp.P(K), PhD, FAPSR

NIP. 19770715 2006004 1 012

Mengetahui:  
Ketua Program Studi



dr. Rina Nislawati, M.Kes., Sp.M.

NIP. 19810118 200912 2 003

**PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI  
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Hubungan Derajat Keparahan Tbc Dengan Kejadian *Sindroma Obstruksi Pasca Tuberculosis* (SOPT) Pada Pasien Tuberculosis" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (dr. Arif Santoso, Sp.P(K), Ph.D, FAPSR). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 19 Desember 2024  
Materai dan tandangan



DEINARD ANUGRAH RANTETAMPANG

C011211104

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat dan anugerah-Nya kepada kita semua sehingga dengan segala keterbatasan yang penulis miliki, akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "**Hubungan Derajat Keparahan TBC Dengan Kejadian *Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis (SOPT) Pada Pasien Tuberculosis***" sebagai salah satu syarat kelulusan untuk mencapai gelar sarjana di Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah menyertai dan memberikan kekuatan kepada penulis sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Yohan Makaba Rantetampang dan Ibu Diastin Patandianan yang telah mendampingi dan mendo'akan penulis dalam penyelesaian penelitian ini.
3. dr. Arif Santoso, Sp.P(K), Ph.D, FAPSR., selaku dosen pembimbing sekaligus penasehat akademik yang telah memberikan berbagai bimbingan dan arahan perihal akademik serta pembuatan skripsi ini dan membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
4. dr. Bulkist Natsir, Sp.P(K) dan dr. Hasan Nyambe, M.Med.Ed., Sp.P., selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Secara khusus, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada Puspa Nirwana, yang dengan sabar mendampingi dan memberikan dukungan moral yang tak ternilai selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna sehingga penulis bersedia menerima kritik dan saran serta koreksi yang membangun dari semua pihak.

Makassar, 19 Desember 2024



Deinard Anugrah Rantetampang

## TINJAUAN SISTEMATIS: HUBUNGAN DERAJAT KEPARAHAN TBC DENGAN KEJADIAN *SINDROMA OBSTRUKSI PASCA TUBERCULOSIS (SOPT)* PADA PASIEN *TUBERCULOSIS*.

(Deinard Anugrah Rantetampang<sup>1</sup>, Arif Santoso<sup>2</sup>, Bulkist Natsir<sup>2</sup>, Hasan Nyambe<sup>2</sup>)

1. Prodi Pendidikan Dokter FK. UNHAS
2. Departemen Pulmonologi FK. UNHAS

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis (SOPT) merupakan salah satu komplikasi jangka panjang yang sering dialami oleh pasien yang telah menyelesaikan pengobatan tuberkulosis. Kondisi ini menyebabkan gangguan fungsi paru, seperti batuk yang terus-menerus, sesak napas, hingga penurunan kapasitas paru. Tingkat keparahan tuberkulosis, baik dari gejala klinis maupun hasil pemeriksaan foto toraks, diduga menjadi faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya SOPT.

**Tujuan:** Mengetahui hubungan derajat keparahan tuberkulosis dengan kejadian Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis (SOPT) pada pasien Tuberkulosis

**Metode Penelitian:** Penelitian dilakukan dengan menggunakan desain cross-sectional dengan pendekatan deskriptif observasional di Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar pada Oktober hingga Desember 2024. Data diperoleh dari rekam medis pasien TB, yang meliputi gejala klinis dan hasil foto toraks. Variabel-variabel tersebut dianalisis untuk melihat korelasinya terhadap kejadian SOPT dengan menggunakan uji statistik.

**Hasil dan Pembahasan:** Sebanyak 85 pasien TB dianalisis. Analisis bivariat menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara derajat keparahan TB dengan kejadian SOPT. Derajat keparahan TB dinilai berdasarkan gejala klinis dan hasil foto thorax. Semakin berat derajat keparahan TB, baik berdasarkan gejala klinis maupun hasil foto thorax, semakin besar risiko terjadinya SOPT. Hal ini menunjukkan bahwa derajat keparahan TB, baik berdasarkan gejala klinis maupun hasil foto thorax, merupakan faktor risiko terjadinya SOPT.

**Kesimpulan:** Terdapat hubungan derajat keparahan tuberkulosis terhadap kejadian *sindroma obstruksi pasca tuberkulosis* (SOPT) pada pasien post-tb dilihat dari gejala kilnis yang dialami dan foto thorax pasien.

**Kata Kunci:** Tuberkulosis, Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis (SOPT), Foto Toraks, Gejala Klinis

# SYSTEMATIC REVIEW: THE RELATIONSHIP BETWEEN THE SEVERITY OF TUBERCULOSIS AND THE INCIDENCE OF POST-TUBERCULOSIS OBSTRUCTION SYNDROME (SOPT) IN TUBERCULOSIS PATIENTS

(Deinard Anugrah Rantetampang<sup>1</sup>, Arif Santoso<sup>2</sup>, Bulkist Natsir<sup>2</sup>, Hasan Nyambe<sup>2</sup>)

1. Medical Education Study Program FK. UNHAS
2. Department of Pulmonary FK. UNHAS

## ABSTRACT

**Background:** Post-Tuberculosis Obstructive Syndrome (PTOS) is one of the long-term complications often experienced by patients who have completed tuberculosis treatment. This condition causes impaired lung function, such as persistent cough, shortness of breath, and decreased lung capacity. The severity of tuberculosis, both from clinical symptoms and chest X-ray results, is thought to be a contributing factor to the occurrence of PTOS.

**Purpose:** To determine the relationship between the severity of tuberculosis and the incidence of Post-Tuberculosis Obstructive Syndrome (PTOS) in tuberculosis patients

**Research Method:** This study used a cross-sectional design with a descriptive observational approach at the Makassar Community Lung Health Center from October to December 2024. Data were obtained from the medical records of TB patients, which included clinical symptoms and chest X-ray results. These variables were analyzed to see their correlation with the incidence of PTOS using statistical tests.

**Result and Discussion:** A total of 85 TB patients were analyzed. Bivariate analysis showed a significant relationship between the severity of TB and the incidence of PTOS. The severity of TB was assessed based on clinical symptoms and chest X-ray results. The more severe the degree of TB, both based on clinical symptoms and chest X-ray results, the greater the risk of developing PTOS. This shows that the severity of TB, both based on clinical symptoms and chest X-ray results, is a risk factor for the occurrence of PTOS.

**Conclusion:** There is a relationship between the severity of tuberculosis and the incidence of Post-Tuberculosis Obstructive Syndrome (PTOS) in post-TB patients, as seen from the clinical symptoms and the patient's chest X-ray

**Keywords:** Tuberculosis, Post-Tuberculosis Obstructive Syndrome (PTOS), Chest X-ray, Clinical Symptoms.

## DAFTAR ISI

Hal

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.3.1 Tujuan Umum .....	2
1.3.2 Tujuan Khusus .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.4.1 Manfaat Praktis .....	2
1.4.2 Manfaat Teoritis .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Tuberkulosis (TB) .....	3
2.1.1 Definisi Tuberkulosis .....	3
2.1.2 Etiologi .....	3
2.1.3 Patofisiologi TB .....	4
2.1.4 Faktor Risiko .....	4
2.1.5 Diagnosis dan Penatalaksanaan .....	6
2.2 Derajat Keparahan Tuberkulosis Paru .....	11
2.2.1 Derajat Keparahan TB Paru berdasarkan Gejala Klinis .....	11
2.2.2 Derajat Keparahan TB Paru berdasarkan Pemeriksaan Radiologi .....	11
2.3 Konsep Sindroma Obstruksi Pasca Tuberculosis .....	12
2.3.1 Definisi Sindroma Obstruksi Pasca Tuberculosis (SOPT) .....	12
2.3.2 Tanda dan Gejala .....	13
2.3.3 Patogenesis SOPT .....	13
2.3.4 Tatalaksana .....	14
2.4 Hubungan Derajat Keparahan Tuberculosis dengan Kejadian SOPT .....	14
<b>BAB III KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP</b> .....	<b>17</b>
3.1 Kerangka Teori .....	17
3.2 Kerangka Konsep .....	18
3.3 Definisi Operasional .....	19
3.4 Hipotesis Penelitian .....	21
3.4.1 Hipotesis Alternatif (Ha) .....	21
3.4.2 Hipotesis Null (Ho) .....	21
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b> .....	<b>23</b>
4.1 Desain Penelitian .....	23
4.2 Variabel Penelitian .....	23
4.2.1 Variabel Dependen .....	23
4.2.2 Variabel Independen .....	23

4.3 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	23
4.3.1 Waktu Penelitian.....	23
4.3.2 Lokasi Penelitian.....	23
4.4 Populasi dan Sampel.....	23
4.4.1 Populasi.....	23
4.4.2 Sampel.....	23
4.4.3 Teknik Pengambilan Sampel.....	24
4.5 Kriteria Inklusi dan Kriteria Eksklusi.....	24
4.5.1 Kriteria Inklusi.....	24
4.5.2 Kriteria Eksklusi.....	24
4.6 Jenis Data dan Instrumen Penelitian.....	24
4.6.1 Jenis Data.....	24
4.6.2 Instrumen Penelitian.....	25
4.7 Manajemen Penelitian.....	25
4.7.1 Pengumpulan Data.....	25
4.7.2 Pengolahan Data.....	25
4.7.3 Analisis Data.....	25
4.7.4 Penyajian Data.....	26
4.8 Alur Penelitian.....	26
4.9 Etika Penelitian.....	26
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
5.1 Hasil.....	27
5.1.1 Karakteristik Sampel.....	27
5.1.2 Analisis Univariat.....	27
5.1.3 Analisis Bivariat.....	29
<b>BAB VI PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
6.1 Hubungan Derajat Keparahan TB melalui Gejala klinis dengan Kejadian SOPT ( <i>Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis</i> ).....	31
6.2 Hubungan Derajat Keparahan TB melalui Foto Thorax dengan Kejadian SOPT ( <i>Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis</i> ) pada Pasien Tuberkulosis.....	31
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>33</b>
7.1 Kesimpulan.....	33
7.2 Saran.....	33
7.3 Keterbatasan Penelitian.....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>38</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis (SOPT) adalah suatu terminologi yang merujuk pada abnormalitas pernapasan tipe obstruktif setelah penderita TB menuntaskan pengobatan anti-tuberkulosis. Diketahui, hingga saat ini menurut laporan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) lebih dari 60 juta orang telah terdiagnosa TB sejak tahun 2000, dan Indonesia sendiri menjadi negara penyumbang TB terbanyak kedua di dunia setelah India, dengan insidensi sekitar 969.000 per tahun. Prevalensi SOPT sendiri masih belum jelas karena kurangnya surveilans terkait, namun diperkirakan sekitar 50% pasien post-TB mengalami gejala sisa setelah pengobatan atau dikenal sebagai *Post Tuberculosis Lung Disease* (PTLD), baik tipe obstruktif maupun restriktif.

Penelitian sebelumnya terkait bukti adanya gangguan obstruksi yang diderita pasien post-TB telah banyak dilakukan. Hasil penelitian oleh Baiq *et al.*, (2010) menunjukkan bahwa 55,3% pasien TB mengalami gangguan ventilasi obstruktif, di mana dari jumlah tersebut 69,2% di antaranya menderita gangguan obstruktif derajat berat, 23% mengalami gangguan obstruksi derajat sedang/moderat, dan 5,9% mengalami gangguan obstruksi derajat ringan. Dilaporkan pula bahwa dari hasil penelitian tersebut 29,7% pasien mengalami gangguan pernapasan tipe restriktif. Penelitian lain oleh Xing *et al* (2021) juga mengungkapkan bahwa 21,3% pasien post-TB mengalami gangguan pernapasan tipe obstruktif.

Aktivitas imunologik yang diakibatkan kuman *Mycobacterium tuberculosis* serta berbagai faktor risiko seperti episode TB berulang, keterlambatan pengobatan, adanya resistensi terhadap antibiotik serta riwayat merokok diduga kuat menjadi faktor risiko terjadinya SOPT. Meskipun demikian, diagnosis SOPT seringkali tumpang tindih dengan Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK/COPD) dikarenakan karakteristik klinis yang sangat mirip. Oleh karena itu, beberapa peneliti kemudian mengklasifikasikan gangguan ventilasi obstruksi pasca tuberkulosis ini ke dalam salah satu endotipe dari PPOK, yang dikenal sebagai COPD-I atau COPD kausa infeksi.

Program *WHO end TB strategy* dan SDG 3.3 hingga saat ini masih menitikberatkan pada penurunan angka mortalitas dan insidensi TB, tanpa menyebutkan adanya fokus pada penanganan PTLD, termasuk di dalamnya adalah SOPT. Padahal, sama seperti PPOK, SOPT dapat menurunkan kualitas hidup pasien dan mengurangi toleransi pasien dalam melakukan aktivitas berat. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melihat apakah ada faktor determinan yang dapat menentukan kejadian SOPT. Oleh karena itu, pada penelitian ini peneliti tertarik untuk mengangkat judul penelitian “Hubungan Derajat Keparahan TBC dengan Kejadian Sindroma Obstruksi Paru Pasca Tuberculosis.”

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah ter jelaskan di atas maka dapat dirumuskan permasalahan “Apakah ada hubungan derajat keparahan tuberkulosis dengan kejadian *Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis* (SOPT) pada pasien Tuberkulosis?”

### **1.3 Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Tujuan Umum**

Mengetahui hubungan derajat keparahan tuberkulosis dengan kejadian *Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis* (SOPT) pada pasien Tuberkulosis

#### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Mengetahui hubungan derajat keparahan TB melalui gejala klinis terhadap kejadian SOPT (*Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis*) pada pasien tuberkulosis.
2. Mengetahui hubungan derajat keparahan TB melalui foto thorax terhadap kejadian SOPT (*Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis*) pada pasien tuberkulosis.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

#### **1.4.1 Manfaat Praktis**

Untuk mengetahui hubungan derajat keparahan TB dengan kejadian SOPT (*Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis*) pada pasien tuberkulosis.

#### **1.4.2 Manfaat Teoritis**

1. Bagi Peneliti  
Dapat menambah dan memperluas pengetahuan tentang analisis spasial Tuberkulosis Paru serta dapat menjadi pencapaian gelar sarjana pendidikan kedokteran sesuai dengan disiplin ilmu yang telah dipelajari.
2. Bagi Masyarakat  
Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi dan memperluas pengetahuan untuk masyarakat mengenai hubungan derajat keparahan TB terhadap kejadian SOPT (*Sindroma Obstruksi Pasca Tuberkulosis*) pada pasien tuberkulosis melalui foto thorax dan gejala klinis.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tuberkulosis (TB)

##### 2.1.1 Definisi Tuberkulosis

Tuberkulosis merupakan sebuah penyakit menular dari adanya infeksi oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Meskipun penyakit ini sebagian besar menyerang paru-paru, Tuberkulosis (TB) ekstra paru juga dapat menyerang organ tubuh lain seperti ginjal, tulang belakang, dan otak (WHO, 2013). Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* berbentuk batang, panjang 0,5-4 mikron, tebal 0,3-0,6 mikron, dan berbutir atau tidak berselubung. Lapisan luarnya yang tebal terbuat dari lipid, yang sulit ditembus bahan kimia (Rizqi Putri Azhari, 2023).

##### 2.1.2 Etiologi

Sebagaimana dinyatakan dalam Permenkes No. 67 tahun 2016, *Mycobacterium tuberculosis* adalah kuman penyebab penyakit TB. *Mycobacterium* ini dapat ditemukan dalam berbagai spesies, seperti *Mycobacterium africanum*, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium Leprae*, dan banyak lagi. *Mycobacterium tuberculosis* juga disebut sebagai BTA (bakteri tahan asam) karena dapat mempertahankan pewarnaan merah setelah diberikan larutan asam alkohol pada pewarnaan *Ziehl-Neelsen*. MOTT (*Mycobacterium Other Than TB*) adalah istilah kolektif untuk kelompok bakteri *Mycobacterium* yang tidak menyebabkan TB tetapi dapat menyebabkan penyakit saluran napas.

Secara umum, kuman *Mycobacterium tuberculosis* memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Berbentuk bulat, berukuran panjang antara satu sampai sepuluh mikron dengan dan lebar dua sampai enam mikron.
2. Berbentuk batang berwarna merah pada pemeriksaan mikroskopis, dan tahan terhadap asam menurut teknik *Ziehl Neelsen*.
3. Membutuhkan adanya media untuk kultur, seperti *Lowenstein Jensen*, *Ogawa*.
4. Dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama pada suhu mulai dari 4°C hingga minus 70°C karena ketahanannya terhadap suhu rendah.
5. Sangat rentan terhadap sinar UV, panas, dan cahaya. Mayoritas kuman akan musnah dalam hitungan menit ketika terkena radiasi UV langsung. Kuman ini akan musnah dalam dahak setelah sekitar satu minggu pada suhu antara 30 - 37°C.
6. Dapat bersifat tidak aktif.

Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* dapat mengalami dormansi selama beberapa tahun sebelum menjadi aktif kembali dan menginfeksi mereka yang terjangkit. Karena merupakan mikroba aerob, metabolismenya membutuhkan oksigen. Fakta bahwa bagian apikal paru-paru memiliki tekanan yang lebih tinggi daripada jaringan lain menunjukkan bahwa bakteri

ini menyukai jaringan yang kaya oksigen, yang membuatnya menjadi lingkungan yang ideal untuk pertumbuhan kuman *Mycobacterium tuberculosis* (Lailatus Sa'adah, 2021).

### 2.1.3 Patofisiologi TB

Droplet nuclei yang mengandung bakteri *Mycobacterium tuberculosis* menyebar melalui udara (airborne) ketika penderita TB batuk ataupun bersin dan dapat bertahan selama beberapa jam di udara. Ketika *Mycobacterium tuberculosis* terinhalasi, bakteri ini akan menuju saluran pernapasan atas dan kemudian akan menuju bagian tengah paru (*midlung zone*) akibat struktur anatomi dari paru itu sendiri. Apabila sistem imun tidak mampu melawan bakteri ini, maka infeksi akan terjadi.

Saat *Mycobacterium tuberculosis* pertama kali terinhalasi, makrofag alveolar adalah sel imun yang paling berperan sebagai respon dari *innate immunity*. Makrofag kemudian akan menfagosit mikobakteri ini melalui mekanisme fagositosis lisosom dan asidifikasi. Kemudian, setelah itu bakteri ini dapat mengalami setidaknya tiga hal utama, yaitu 1) nekrosis, 2) apoptosis, dan 3) bertahan dari mekanisme fagosit makrofag. Jika makrofag yang mengandung bakteri mengalami nekrosis, maka mikobakteri akan dilepaskan dan mungkin akan menginfeksi makrofag di sekitarnya. Sedangkan apabila sel mengalami apoptosis maka mikobakteri akan dihancurkan dan dicerna oleh makrofag. Namun, apabila bakteri dapat bertahan dari mekanisme fagosit makrofag, makrofag kemudian akan membentuk granuloma yang terlihat sebagai "Fokus Ghon" pada tampilan histopatologi, lalu sel dendritik akan menuju limfonodus regional untuk mempresentasikan antigen dari *Mycobacterium tuberculosis* kepada sel T naif (Ellis & Tristam, 2024).

Ketika antigen bakteri telah dipresentasikan, maka CD4+ sel T akan teraktivasi. Sel T aktif kemudian akan memproduksi IFN- $\gamma$  yang akan mengaktifasi makrofag pada granuloma untuk lebih efektif dalam menghancurkan bakteri melalui mekanisme lisosomal. Meskipun demikian, granuloma yang terbentuk dapat mengalami penghancuran atau dikenal sebagai nekrosis kaseosa, yang justru akan menyebabkan bakteri semakin menyebar menuju saluran nafas dan menimbulkan tampilan kavitas pada radiologi paru (Hemsherk *et al.*, 2015).

### 2.1.4 Faktor Risiko

Terdapat beberapa faktor risiko yang dapat mempengaruhi terjadinya tuberkulosis pada pasien TB. Dimana faktor-faktor ini terdiri dari faktor (host) individu, faktor agent (*Mycobacterium tuberculosis*), dan faktor lingkungan.

1. Host (Individu)
  - Umur

Penderita tuberkulosis (TB) tersebar di berbagai kelompok umur, dengan kelompok umur 20-30 tahun dan 51-60 tahun menunjukkan kerentanan yang lebih tinggi terhadap infeksi. Kelompok umur 20-30 tahun sering kali terlibat dalam aktivitas

sosial yang intens, yang meningkatkan risiko terpapar TB, dengan estimasi angka infeksi sekitar 25-30%. Sementara itu, kelompok umur 31-40 tahun dan 41-50 tahun juga memiliki risiko signifikan, dengan persentase infeksi berkisar antara 20-25%. Kelompok umur 51-60 tahun mengalami penurunan daya tahan tubuh seiring bertambahnya umur, dan angka infeksi mereka juga berada dalam kisaran yang sama. Di sisi lain, kelompok yang berumur di atas 60 tahun menunjukkan kerentanan yang lebih rendah, dengan persentase infeksi sekitar 5-10%. Secara keseluruhan, kelompok umur 20-30 tahun menjadi perhatian utama dalam upaya pencegahan dan pengendalian TB, mengingat tingginya angka infeksi di antara mereka (World Health Organization, 2022; Centers for Disease Control and Prevention, 2021)

- Jenis Kelamin

Perbedaan jenis kelamin memainkan peran penting dalam epidemi tuberkulosis (TB). Data menunjukkan bahwa laki-laki memiliki risiko yang lebih tinggi untuk terinfeksi TB, dengan sekitar 60-70% dari total kasus terjadi pada mereka. Faktor-faktor seperti kebiasaan merokok dan konsumsi alkohol yang lebih umum di kalangan laki-laki dapat berkontribusi pada peningkatan kerentanan terhadap penyakit ini (Bates *et al.*, 2018).

- Pekerjaan

Pekerja yang terpapar debu atau lingkungan dengan kondisi buruk, seperti petani, pekerja konstruksi, dan buruh pabrik, berisiko lebih tinggi terkena tuberkulosis (TB). Paparan debu dan kondisi lingkungan yang buruk dapat memperburuk gangguan saluran pernapasan, yang meningkatkan kemungkinan terinfeksi TB. Pekerja di sektor tambang dan sektor informal, seperti buruh harian, juga menghadapi risiko tinggi akibat keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan dan perlindungan yang memadai. Paparan debu yang terus-menerus dapat memicu gangguan saluran pernapasan dan meningkatkan risiko TB paru. Oleh karena itu, faktor pekerjaan dan lingkungan kerja perlu diperhatikan dalam upaya pencegahan TB (World Health Organization, 2020; Centers for Disease Control and Prevention, 2024; Hardiyanti, 2017; Bates *et al.*, 2018).

- Riwayat merokok

Tidak hanya meningkatkan risiko penyakit TB, kebiasaan merokok juga meningkatkan risiko terjadinya penyakit pernapasan yang lain seperti infeksi saluran napas bawah, PPOK dan kanker saluran napas (Nurjana, 2015). Penelitian sebelumnya

menunjukkan bahwa risiko terkena penyakit TB meningkat sebesar 2,2 kali pada perokok (Achmadi, 2005).

- Riwayat Penyakit Komorbid

Kondisi medis seperti diabetes (DM), HIV, dan kanker sering kali meningkatkan risiko tuberkulosis (TB) karena dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh, sehingga mempersulit tubuh melawan infeksi. Penderita DM, misalnya, lebih berisiko mengalami TB aktif akibat gangguan imun yang disebabkan oleh diabetes, peningkatan adhesi bakteri *Mycobacterium tuberculosis* pada sel-sel tubuh, serta komplikasi seperti mikroangiopati, makroangiopati, dan neuropati. Intervensi medis yang berulang pada pasien DM juga berkontribusi pada risiko TB yang lebih tinggi. Infeksi HIV merusak sistem daya tahan tubuh, khususnya imunitas seluler, sehingga membuat individu lebih rentan terhadap infeksi oportunistik, seperti TB, yang dapat berakhir dengan komplikasi parah atau kematian (Oliviera *et al.*, 2016).

## 2. Faktor Lingkungan

- Kepadatan Hunian

Kepadatan hunian yang berlebih, di mana jumlah penghuni rumah melebihi kapasitas dapat mengganggu sirkulasi oksigen di dalam rumah. Tingginya interaksi antar individu akibat terbatasnya ruang gerak satu sama lain meningkatkan risiko menularnya penyakit infeksi, termasuk TB (Notoatmodjo & Sukidjo, 2003)

- Ventilasi

Kelembapan udara yang tinggi akibat kurangnya ventilasi adalah media yang baik untuk perkembangan kuman patogen termasuk TB. Di lingkungan yang kering, bakteri lebih rentan mati karena bakteri memerlukan air atau kadar kelembapan tertentu untuk berkembang biak (Notoatmodjo & Sukidjo, 2003)

### 2.1.5 Diagnosis dan Penatalaksanaan

Diagnosis Tuberkulosis didasarkan pada gejala-gejala yang dialami pasien, anamnesis, pemeriksaan klinis dan laboratorium, serta pemeriksaan penunjang lebih lanjut. Pemeriksaan tersebut antara lain, yaitu:

#### 1. Anamnesis dan Pemeriksaan Fisis Pasien.

Pemeriksaan ini berupa pemeriksaan dari keluhan pasien dan temuan dalam anamnesis yang menyeluruh dan menjadi dasar untuk penilaian ini. Adapun gejala-gejala yang dapat dikeluhkan pasien maupun yang didapatkan dari pemeriksaan fisis antara lain sebagai berikut :

- Batuk

Batuk pada tuberkulosis (TB) biasanya dimulai sebagai batuk ringan yang berlangsung lebih dari dua minggu, berkembang

menjadi batuk yang lebih sering dan produktif. Dengan berjalannya waktu, batuk ini menjadi lebih intens dan dapat disertai darah, menunjukkan kerusakan jaringan paru-paru yang lebih parah. Batuk ini umumnya lebih kuat pada pagi hari dan berlangsung lama jika tidak segera diobati (WHO, 2023)

- **Dahak**

Dahak pada TB berhubungan dengan tingkat keparahan infeksi. Pada tahap ringan, dahak berwarna putih atau transparan dan lebih cair. Namun, pada infeksi yang lebih lanjut, dahak menjadi lebih kental dan berwarna kuning atau hijau. Pada tahap yang sangat parah, dahak bisa mengandung darah dan berbau busuk, menandakan kerusakan jaringan paru-paru yang signifikan (Centers for Disease Control and Prevention, 2022).

- **Nyeri Dada**

Nyeri dada adalah sensasi rasa sakit atau ketidaknyamanan yang terlokalisasi di area dada, yang bisa disebabkan oleh berbagai kondisi medis, seperti masalah jantung, paru-paru, atau saluran pencernaan. Pada tuberkulosis (TB), nyeri dada terjadi akibat inflamasi pada jaringan paru-paru yang disebabkan oleh infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Nyeri dada sering kali muncul akibat pleuritis, yaitu peradangan pada selaput paru-paru yang dapat terjadi ketika infeksi menyebar ke pleura. Pleuritis menyebabkan rasa sakit yang tajam, terutama saat bernapas atau batuk. Pada tahap ringan, nyeri dada mungkin terasa hanya sedikit atau kadang tidak terasa sama sekali, tetapi saat penyakit berkembang, nyeri ini bisa menjadi lebih intens dan tajam. Pada TB yang lebih berat, komplikasi seperti pembentukan rongga paru dan peradangan pada selaput jantung (perikarditis) dapat memperburuk nyeri dada. Keparahan nyeri ini tergantung pada sejauh mana kerusakan organ tubuh yang terjadi (BMC Global and Public Health, 2023; Tuberculosis Research Journal, 2022).

- **Wheezing**

Wheezing adalah bunyi napas berdesing yang biasanya terjadi akibat penyempitan saluran pernapasan. Pada tuberkulosis (TB), wheezing muncul karena peradangan yang terjadi pada saluran napas akibat infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Pada TB yang lebih berat, wheezing menjadi lebih jelas, terutama jika terdapat kondisi lain seperti bronkitis atau asma. Penyempitan ini terjadi karena lendir atau jaringan yang terinfeksi menghalangi jalannya udara. Semakin parah infeksi dan obstruksi saluran napas, semakin jelas dan mengganggu wheezing yang terdengar (European Respiratory Journal, 2023; Journal of Clinical Tuberculosis, 2022).

- **Batuk Berdarah**

Batuk berdarah pada tuberkulosis (TB) muncul akibat kerusakan pada jaringan paru-paru yang disebabkan oleh infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Ketika infeksi berkembang, peradangan merusak alveoli dan bronkus, serta pembuluh darah kecil di paru-paru. Pembuluh darah yang terinflamasi atau rusak ini

bisa pecah, mengakibatkan darah keluar bersama batuk. Pada tahap awal, batuk berdarah mungkin hanya sedikit, namun seiring dengan bertambah parahnya infeksi, perdarahan bisa lebih banyak. Batuk yang kuat dan berulang memperburuk kerusakan, meningkatkan intensitas dan frekuensi batuk berdarah yang terjadi (WHO, 2020; CDC, 2019).

- **Nafsu Makan dan Berat Badan Menurun**

Pada tuberkulosis (TB), penurunan nafsu makan adalah gejala umum yang terjadi akibat infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Peradangan yang disebabkan oleh infeksi ini dapat merusak sistem pencernaan dan memicu peningkatan kadar zat pro-inflamasi yang menurunkan selera makan. Meskipun pada tahap awal perubahan nafsu makan mungkin tidak begitu terasa, pada tahap lebih lanjut, kehilangan nafsu makan dapat berlangsung lama dan mengarah pada penurunan berat badan yang signifikan. Hal ini menjadi bagian penting dari gejala TB yang tidak bisa diabaikan (WHO, 2020; CDC, 2019).

Penurunan berat badan pada TB terjadi sebagai dampak dari infeksi yang terus-menerus merangsang tubuh untuk berjuang melawan bakteri. Proses ini menyebabkan pembakaran kalori yang lebih cepat dan berlebihan. Pada tahap ringan, penurunan berat badan mungkin tidak terlalu terlihat, tetapi pada stadium lebih berat, penderita bisa mengalami kehilangan berat badan yang dramatis karena tubuh kesulitan mendapatkan asupan kalori yang cukup. Kombinasi antara penurunan nafsu makan dan peningkatan kebutuhan energi ini memperburuk keadaan pasien dan meningkatkan kesulitan dalam pemulihan penyakit (European Respiratory Journal, 2021; Tuberculosis Research Journal, 2020)

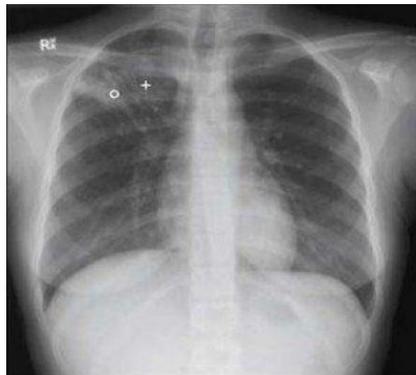
- **Demam**

Demam adalah respons alami tubuh terhadap infeksi atau peradangan, yang terjadi ketika sistem kekebalan tubuh melepaskan zat kimia yang disebut pirogen untuk mengatur suhu tubuh. Pada tuberkulosis (TB), demam muncul sebagai akibat dari inflamasi yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Pada tahap ringan, demam biasanya hanya muncul pada sore atau malam hari dengan suhu yang tidak terlalu tinggi. Seiring perkembangan penyakit, pada tahap sedang dan berat, demam menjadi lebih sering dan lebih tinggi, sering disertai dengan keringat malam dan kelelahan. Pada TB yang parah, demam bisa berlangsung lama dan bertahan dengan suhu tubuh yang tinggi, menunjukkan respons tubuh terhadap infeksi yang semakin berkembang (Raviglione et al., 2017; Zhao et al., 2020).

- **Sesak Nafas**  
 Sesak napas adalah kondisi di mana seseorang mengalami kesulitan bernapas, sering kali terasa seperti tidak cukupnya udara yang masuk ke paru-paru. Pada tuberkulosis (TB), sesak napas terjadi akibat kerusakan jaringan paru yang disebabkan oleh infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Pada tahap awal, sesak napas biasanya ringan dan hanya terjadi saat aktivitas berat. Ketika TB berkembang, sesak napas menjadi lebih jelas pada aktivitas ringan. Pada tahap berat, sesak napas sering terjadi bahkan saat istirahat, disebabkan oleh fibrosis atau kerusakan luas jaringan paru-paru (Smith *et al.*, 2020; Lee *et al.*, 2021).
  - **Keringat Malam Hari**  
 Keringat malam pada tuberkulosis (TB) terjadi sebagai respons tubuh terhadap pelepasan sitokin proinflamasi seperti interleukin-1 dan TNF- $\alpha$  yang dihasilkan oleh infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Sitokin ini merangsang hipotalamus untuk mengatur suhu tubuh, sehingga terjadi demam. Saat suhu tubuh menurun di malam hari, tubuh merespons dengan menghasilkan keringat berlebihan. Pada tahap ringan, keringat malam terjadi sesekali dengan intensitas rendah. Pada tahap sedang, frekuensi dan intensitasnya meningkat, sementara pada tahap berat, keringat malam menjadi sangat intens dan hampir setiap malam, mencerminkan aktivitas infeksi yang parah (Jain *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2020).
  - **Dispneu**  
 Dispnea pada tuberkulosis (TB) adalah gejala yang mencerminkan gangguan berat pada fungsi pernapasan akibat kerusakan struktur paru-paru atau komplikasi seperti efusi pleura dan pneumotoraks. Pada tahap awal, dispnea biasanya tidak terlalu terlihat dan muncul hanya saat aktivitas fisik berat. Pada tahap sedang, kerusakan jaringan paru dan akumulasi cairan di pleura mulai memengaruhi kapasitas paru, menyebabkan dispnea saat aktivitas ringan atau bahkan saat istirahat. Pada tahap berat, dispnea menjadi progresif, menetap, dan sering kali disertai dengan hipoksemia berat, menunjukkan hilangnya fungsi paru yang signifikan (Global Tuberculosis Reports, 2021; Respiratory Disorders Journal, 2020).
2. **Pemeriksaan Laboratorium.**  
 Pemeriksaan langsung dahak di bawah mikroskop. Pemeriksaan dahak digunakan untuk mendiagnosis kondisi, serta mengevaluasi hasil pengobatan dan menilai kemungkinan penularan (Siburian, 2014)
  3. **Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) TB.**  
 Analisis tes cepat molekuler menggunakan teknik Xpert MTB/RIF. Meskipun TCM adalah teknik diagnostik, hasil pengobatan tidak dapat dinilai dengan teknik ini.
  4. **Pemeriksaan Kultur**  
*Mycobacterium tuberculosis* dapat diidentifikasi melalui pemeriksaan kultur menggunakan media cair (*Mycobacteria Growth Indicator Tube*) atau media padat (*Lowenstein-Jensen*).
  5. **Pemeriksaan X-ray Foto Thorax**

Proses inflamasi pada paru-paru, terutama Tuberkulosis, sering dikaitkan dengan lesi pada foto thorax, termasuk infiltrat, fibrosis, kalsifikasi, kavitas, rongga, efusi pleura, atau kombinasi lesi. Foto thorax sangat penting untuk menentukan jumlah lesi dan konsekuensinya pada individu yang dahaknya positif BTA. Selain itu, foto thorax berguna dalam mengevaluasi gejala sisa pleura dan paru setelah terapi Tuberkulosis. Pada Tuberkulosis paru, terdapat banyak gambaran radiologi thorax yang umum. Pola anomali terdiri dari nodul retikuler, kavitas, atau infiltrat di puncak. Ketika tiga jenis anomali yang disebutkan di atas diidentifikasi, sensitivitas dan spesifisitas foto thorax dalam diagnosis TB adalah 86% dan 83% (Khemal Mubaraq, 2020).

**Gambar 2.1 Foto Thorax TB Pulmonal**



#### 6. Pemeriksaan Uji Kepekaan Obat

Tujuan dari uji kepekaan obat, yang dilakukan di laboratorium yang tersertifikasi secara nasional dan internasional dan telah lulus uji jaminan kualitas (QA), adalah untuk memastikan apakah M. Tuberkulosis resisten terhadap obat anti-Tuberkulosis.

Elemen paling krusial dalam pengobatan TB, menurut Kementerian Kesehatan (2017), adalah penggunaan obat anti-Tuberkulosis (OAT). Salah satu cara paling efektif untuk menghentikan penyebaran bakteri lebih lanjut adalah dengan mengobati TB. Perawatan yang memadai harus sesuai dengan pedoman, yaitu:

1. Pengobatan diberikan untuk menghindari resistensi dalam bentuk rekomendasi OAT yang tepat yang mencakup setidaknya 4 jenis obat.
2. Dosis diberikan dengan dosis yang sesuai.
3. Sampai terapi selesai, obat diminum di bawah pengawasan ketat dari pengawas menelan obat (PMO).
4. Sebagai terapi yang sesuai untuk menghindari kekambuhan, pengobatan diberikan dalam waktu yang cukup, dibagi menjadi dua (2) tahap: tahap pertama (selama empat bulan) dan tahap lanjutan (selama enam sampai delapan bulan).

Obat anti-TB lini pertama dan lini kedua digunakan dalam program pengendalian TB saat ini, dan obat ini diberikan kepada pasien di lembaga kesehatan yang disetujui untuk menawarkan layanan pengobatan.

## **2.2 Derajat Keparahan Tuberkulosis Paru**

### **2.2.1 Derajat Keparahan TB Paru berdasarkan Gejala Klinis**

Tidak banyak penelitian atau jurnal terkait yang mengkategorikan TB berdasarkan derajat keparahannya. Ocampo *et al* (2023), mengadaptasi suatu sistem skoring dari penelitian sebelumnya untuk mengevaluasi derajat keparahan penyakit TB (Wejse *et al*, 2007). Klasifikasi ini selanjutnya disebut sebagai GICIG *classification* (Spanyol : *Grupo de Inmunología Celular e Inmunogenética*).

Instrumen pada klasifikasi GICIG ini mencakup tanda dan gejala seperti batuk, keringat malam, nyeri dada, dispnea, hemoptisis, takikardia (denyut jantung > 90 kali per menit), suhu aksila > 37 °C, konjungtiva anemis, adanya temuan positif pada auskultasi (ronki dan krepitasi), indeks massa tubuh (IMT) yang ditentukan berdasarkan rasio berat badan (kg) terhadap tinggi badan dalam meter kuadrat (m<sup>2</sup>), serta lingkaran lengan atas tengah pada sisi non-dominan (MUAC, mm). Setiap tanda dan gejala diberi nilai 1 poin, kecuali hemoptisis yang diberi nilai 3 poin. IMT < 18 dan MUAC < 220 diberi nilai 2 poin, sehingga total skor maksimal adalah 15 poin. Berdasarkan klasifikasi ini, tingkat keparahan klinis TB dibagi menjadi tiga kelas: Kelas I (0–4 poin), Kelas II (5–8 poin), dan Kelas III (≥ 9 poin).

### **2.2.2 Derajat Keparahan TB Paru berdasarkan Pemeriksaan Radiologi**

Pada Tuberkulosis paru, terdapat banyak gambaran radiologi thorax yang umum. Salah satu pola yang paling umum adalah adanya infiltrat pada apeks, serta adanya nodul retikuler dan munculnya tampakan kavitas. Ketika tiga jenis anomali yang disebutkan di atas diidentifikasi, sensitivitas dan spesifisitas foto thorax dalam diagnosis TB adalah 86% dan 83% (Khemal Mubaraq, 2020).

Adapun pembagian derajat keparahan TB menurut dalam Ocampo *et al*. (2023) dibagi atas tiga kategori sebagai berikut:

1. Lesi Minimal: Proses penyebaran lesi terbatas pada sebagian kecil dari satu atau dua paru, dengan luas yang tidak lebih dari sela iga dua depan atau volume paru tidak melebihi volume paru yang terletak di atas chondrosternal junction dari iga dua depan (luas < 1/3 paru, serta tidak ditemukan kavitas).
2. Lesi Sedang: Penyebaran lesi lebih luas dari lesi minimal tetapi tidak melebihi satu paru. Jika ada kavitas, diameter kavitas tidak lebih dari 4 cm.
3. Lesi Berat: Lesi lebih besar dari lesi sedang dan melibatkan area yang lebih luas dari satu paru, terdapat kavitas dengan ukuran lebih dari 4 cm, serta terdapat efusi pleura.

Selain ketiga pembagian di atas, seringkali terdapat gambaran radiologi yang menunjukkan TB telah memasuki stadium lanjut. Salah satu contohnya adalah atelektasis. Atelektasis adalah suatu kondisi di mana sebagian atau seluruh paru-paru kolaps atau mengempis. Hal ini bisa saja terjadi karena obstruksi jalan napas, tekanan dari luar, atau kerusakan jaringan sehingga paru yang kolaps dan akan memberikan gambaran opasitas lokal yang tampak lebih padat dibandingkan jaringan sekitarnya akibat hilangnya udara dalam alveoli. Tidak diragukan lagi pada TB paru, infeksi MTB akan menyebabkan pembentukan jaringan parut akibat infeksi sehingga jaringan parut ini akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pada saluran napas atau bronkus, sehingga terjadi atelektasis. Selain itu, atelektasis juga bisa terjadi karena adanya efusi pleura ataupun adanya kavitas yang semakin memicu kerusakan jaringan paru yang berkontribusi pada kejadian atelektasis.

Kemudian, selain atelektasis salah satu kesan yang sering tampak pada radiologis pasien TB lanjut adalah tampakan bronkhiektasis. Bronkhiektasis adalah suatu infeksi irreversible di mana terjadi dilatasi bronkus yang sering diikuti oleh penebalan dinding bronkus. Pelebaran atau dilatasi pada dinding bronkus ini disebabkan karena akumulasi lendir dan tekanan intraluminal dari dalam dinding bronkus, sehingga lama kelamaan bronkus akan kehilangan elastisitasnya dan kemampuan untuk kembali ke bentuk normal. Pada tampakan radiologi, bronkhiektasis terlihat seperti adanya garis yang lebih tebal pada area bronkus atau disebut sebagai "*tram-track appearance*". Terkadang pula terlihat pola retikulonodular sebagai pola garis-garis atau bintik-bintik yang menunjukkan perubahan jaringan bronkus yang terkena.

## **2.3 Konsep Sindroma Obstruksi Pasca Tuberculosis**

### **2.3.1 Definisi Sindroma Obstruksi Pasca Tuberculosis (SOPT)**

SOPT (*Sindroma Obstruksi Pasca Tuberculosis*) adalah salah satu komplikasi yang bisa terjadi pada pasien post-TB (Tuberculosis). Kondisi ini bisa membuat penderitanya mengalami batuk berdahak, sesak napas, dan kemampuan ekspansi rongga dada saat bernapas pun menurun. Pada sebagian kasus, bisa juga SOPT memicu demam ringan, mudah lelah, dan penurunan berat badan yang cukup drastis (Mustofa S, 2023). Menurut banyak ahli, SOPT terjadi karena destruksi jaringan kronis yang dicetuskan oleh infeksi TB-nya sendiri juga reaksi peradangan tubuh yang membuat parenkim paru terganggu fungsinya. Kerusakan paru pada penderita SOPT bersifat ireversibel, sehingga penanganan umumnya hanya ditujukan untuk meminimalisasi gejala dan meningkatkan kualitas hidup pasien, misalnya dengan pengobatan TB-nya sendiri, fisioterapi, dan pemberian obat-obatan simtomatik lainnya.

Tidak hanya gangguan ventilasi tipe obstruktif, gangguan ventilasi tipe restriktif maupun gabungan keduanya juga umum terjadi pada pasien post-TB setelah pengobatan. Penelitian yang dilakukan oleh Baiq *et al.*, (2011) menunjukkan bahwa 55,3% pasien TB mengalami gangguan ventilasi obstruktif, di mana dari jumlah

tersebut 69,2% di antaranya menderita gangguan obstruktif derajat berat, 23% mengalami gangguan obstruksi derajat sedang/moderat, dan 5,9% mengalami gangguan obstruksi derajat ringan. Dilaporkan pula bahwa dari hasil penelitian tersebut 29,7% pasien mengalami gangguan pernapasan tipe restriktif, serta 14,8% pasien mengalami gangguan ventilasi campuran antara restriktif dan obstruktif. Sebuah studi cross-sectional yang dilakukan di Cina, dengan sampel sejumlah 8680 pasien post-TB menunjukkan hasil bahwa 21,3% mengalami gangguan pernapasan tipe obstruktif (Xing *et al.*, 2021).

### 2.3.2 Tanda dan Gejala

Tanda dan gejala klinis dari Sindroma Obstruksi Pasca Tuberculosis (SOPT) sangat mirip dengan Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) yakni batuk berdahak, dispneu, serta penurunan kemampuan ekspansi rongga thorax yang ditandai dengan hasil pemeriksaan spirometri menunjukkan FEV1/FVC < 70% (Swain *et al.*, 2021). Persamaan antara PPOK dan SOPT membuat diagnosis keduanya sering tumpang tindih. Oleh karena itu, beberapa ahli memasukkan SOPT sebagai salah satu etiotype dari PPOK itu sendiri, sehingga saat ini terdapat dua “etiotype” dari PPOK itu sendiri, yaitu COPD-S (Chronic Obstruction Pulmonary Disease-related to Smoking) dan COPD-I (Chronic Obstruction Pulmonary Disease-related to Infection) termasuk di dalamnya adalah gangguan obstruksi akibat infeksi *Mycobacterium tuberculosis* (Siddharta *et al.*, 2018).

Diperlukan penggalan informasi terkait riwayat klinis dan pemeriksaan radiologi untuk menegakkan diagnosis antara SOPT dan PPOK. Pada radiologi foto thorax SOPT, gambaran yang sangat umum muncul adalah fibrosis, kalsifikasi, bronkiektasis, *gas-trapping*, stenosis bronkial, dan lesi pleura sebagai gejala sisa dari TB. Sedangkan pada PPOK, gambaran radiologi yang tampak adalah hiperinflasi paru, yaitu keadaan di mana paru-paru tampak lebih membesar atau terdistensi karena adanya akumulasi udara yang terperangkap pada paru.

### 2.3.3 Patogenesis SOPT

Patogenesis timbulnya sindrom obstruksi pada Tuberculosis paru yang mengarah ke timbulnya sindrom pasca Tuberculosis sangat kompleks, namun hal ini cukup jelas akibat adanya proses imunologik yang menyebabkan terbentuknya jaringan sisa akibat infeksi oleh *Mycobacterium tuberculosis*.

Setelah Mtb masuk ke dalam tubuh, mikobakteri ini akan memicu suatu sistem imun yang kompleks, baik itu *innate immunity* dan *acquired immunity*, serta mengaktifkan berbagai sitokin untuk melawan infeksi dari Mtb. Namun di sisi lain, respon ini juga menghasilkan reaksi inflamasi yang dapat merusak jaringan paru jika terjadi berkepanjangan. Salah satu komponen penting yang teraktivasi adalah *Matrix Metalloproteinases* (MMPs), yaitu enzim

yang dihasilkan oleh makrofag, neutrofil, dan sel stroma yang juga memiliki peran dalam degradasi matriks ekstraseluler. Tingginya kadar MMP-1, -8, -9, dan -12 pada pasien TB, terutama yang terpapar asap rokok, dapat memperparah kerusakan jaringan paru melalui penghancuran kolagen tipe I, III, dan IV (Shanmugasundaram *et al.*, 2022). Selain itu, sitokin IL-6 memiliki peran penting dalam memperburuk cedera paru dengan merekrut neutrofil dan makrofag, merangsang sekresi protease, serta meningkatkan pengendapan matriks. Penelitian lain menunjukkan bahwa kadar IL-6 yang tinggi berkorelasi dengan tingkat keparahan penyakit paru, jumlah bakteri dalam dahak, serta kemungkinan kegagalan terapi TB. Oleh karena itu, MMPs dan IL-6 berpotensi menjadi biomarker penting dalam memprediksi dan memahami mekanisme kerusakan paru pada penyakit paru pasca-TB atau dikenal sebagai *Post-Tuberculosis Lung Disease* (PTLD) termasuk di dalamnya adalah SOPT (Gupte *et al.*, 2021).

#### 2.3.4 Tatalaksana

Tatalaksana medikamentosa pada SOPT dan PPOK relatif sama berupa *inhalasi bronkodilator* (SABA, LABA) dan *antikolinergik inhalasi* (SAMA, LAMA), pemberian antibiotik secara empiris dan sesuai hasil kultur, serta pemberian mukolitik. Namun, pada SOPT tidak disarankan pemberian antiinflamasi berupa glukokortikoid inhalasi, karena dapat memicu supresi sistem imun dan meningkatkan risiko rekurensi TB. Adapun tatalaksana non-medikamentosa yang dapat diberikan yaitu penggunaan terapi oksigen jangka panjang pada pasien hipoksemia berat, penggunaan ventilasi mekanis noninvasif jangka panjang pada hiperkapnia kronik berat, nutrisi yang adekuat, rehabilitasi dengan aktivitas fisik dan latihan pernapasan, serta vaksinasi untuk mencegah infeksi paru berulang (PDPI, 2021).

Setiap pasien yang telah menyelesaikan pengobatan tuberkulosis (TB) perlu menjalani evaluasi klinis untuk mendeteksi gejala obstruksi yang mungkin muncul pasca-tuberkulosis. Dalam kondisi atau situasi tertentu, pasien pasca-TB dapat melakukan proses evaluasi berupa pemeriksaan foto thorax ataupun pemeriksaan spirometri. Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi pasien yang mengalami gejala sisa dengan risiko komplikasi lebih lanjut, termasuk perburukan kondisi atau bahkan kematian, serta pada pasien yang berpotensi mendapatkan manfaat dari rehabilitasi paru. Beberapa masalah utama yang sering dialami pasien, seperti sesak napas, penurunan relaksasi otot, batuk berdahak, dan keterbatasan mobilisasi dada, dapat ditangani melalui intervensi fisioterapi, seperti latihan pernapasan dan fisioterapi dada (Mahesti L.D, 2023).

#### 2.4 Hubungan Derajat Keparahan Tuberculosis dengan Kejadian SOPT

Pada orang yang telah sembuh dari tuberkulosis, gejala sisa TB masih sering terjadi. Efek samping yang paling sering terjadi adalah

gangguan kondisi fisiologis paru yang ditandai dengan anomali obstruktif, yang memiliki karakteristik klinis Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK). Penyebab pasti SOPT pada umumnya cukup kompleks, tetapi penelitian sebelumnya mengindikasikan bahwa infeksi TB mungkin menjadi penyebabnya. Meskipun demikian, faktor determinan yang menentukan munculnya SOPT pada pasien yang telah terdiagnosis TB belum banyak diteliti.

Beberapa penelitian sebelumnya mengungkap bahwa gangguan fungsi faal paru telah terjadi sejak awal diagnosis TB. Dari penelitian sebelumnya (Rachow *et al.*, 2020) yang melakukan tes spirometri di awal kasus TB, didapatkan hasil bahwa 70,4% pasien menderita gangguan pernapasan tipe restriktif yang ditandai dengan nilai FVC < 80%. Di sisi lain, penelitian sebelumnya (Patil *et al.*, 2018) yang meneliti tentang gambaran hasil tes fungsi faal paru pada pasien post-tuberculosis menunjukkan hasil bahwa mayoritas pasien (32%) pasien menderita gangguan ventilasi tipe obstruktif, disusul dengan pasien yang menderita gangguan pernapasan tipe campuran obstruktif dan restriktif sebesar 14%. Hasil ini menunjukkan adanya pergeseran gangguan ventilasi pasien dari tipe restriktif menjadi tipe obstruktif ketika pengobatan tuberculosis telah selesai.

Penelitian sebelumnya (Chesov *et al.*, 2021) berupa studi kohort yang meneliti tentang pengaruh gangguan tes faal paru terhadap *outcome* pasien TB menunjukkan hasil yang sejalan dengan kedua penjelasan di paragraf sebelumnya. Pada penelitian ini, pasien yang mengalami gangguan ventilasi tipe restriktif cenderung memiliki *outcome* yang lebih buruk, seperti kegagalan terapi, kematian, maupun terjadinya *Post Tuberculosis Lung Disease* (PTLD), termasuk di dalamnya SOPT. Adapun gejala gangguan pernapasan tipe restriktif yang sering dikeluhkan pada pasien TB adalah batuk, sesak napas, dan nyeri dada. IMT yang rendah serta semakin luasnya lesi pada tampilan x-ray foto thorax juga diasosiasikan semakin memperparah hasil tes fungsi faal paru (Rachow *et al.*, 2020).

Gambaran radiologi pada tuberculosis paru (TB paru) tidak hanya dapat menyerupai pola penyakit restriktif, tetapi juga dapat berkembang menjadi penyakit paru obstruktif, terutama pada fase akhir penyakit atau setelah pengobatan selesai. Pada fase restriktif, kerusakan paru akibat fibrosis, kalsifikasi, dan penebalan pleura menyebabkan berkurangnya volume paru dan kekakuan yang membatasi proses ekspansi paru (Martinez *et al.*, 2023). Namun, seiring dengan progresivitas penyakit dan kerusakan saluran napas akibat kavitasi atau jaringan parut dapat menyebabkan obstruksi aliran udara. Hal ini ditandai dengan penurunan FEV1, serta gambaran pelebaran bronkus yang abnormal pada pemeriksaan radiologi atau CT scan. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa gangguan obstruktif pada pasien TB dapat muncul akibat destruksi bronkial dan proses inflamasi kronis yang merusak jaringan elastis

paru, mirip dengan penyakit paru obstruktif kronis (Allwood *et al.*, 2014).