

Konsumsi Alkohol sebagai Faktor Risiko dan Kaitannya dengan Luaran Tuberkulosis: Tinjauan Literatur

Nabila Zahra Putri¹, Nikki Aldi Massardi^{2*}

¹ Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Bengkulu, Indonesia

² Bagian Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Bengkulu, Indonesia

Open Access Freely
Available Online

Dikirim: 7 Juli 2026

Direvisi: 10 Agustus 2026

Diterima: 10 Agustus 2026

*Penulis Korespondensi:

E-mail:

nikki.aldi@unib.ac.id

ABSTRAK

Pendahuluan: Tuberkulosis merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* dan masih menjadi salah satu penyebab utama kematian akibat penyakit menular di dunia. Konsumsi alkohol merupakan salah satu faktor risiko yang dapat meningkatkan kejadian tuberkulosis dan memengaruhi luaran pengobatan.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan konsumsi alkohol sebagai faktor risiko dan kaitannya dengan luaran tuberkulosis. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode *literature review* melalui penelusuran artikel pada basis data PubMed dan Google Scholar. Artikel berbahasa Inggris yang diterbitkan pada tahun 2016-2025 diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, sehingga diperoleh tujuh artikel yang memenuhi kriteria. **Hasil:** Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa konsumsi alkohol berhubungan dengan peningkatan risiko tuberkulosis serta luaran pengobatan yang kurang baik, seperti kegagalan pengobatan, kekambuhan (*relapse*), dan peningkatan mortalitas. Kondisi tersebut berkaitan dengan gangguan respons imun dan peningkatan stres oksidatif yang mendukung pertumbuhan *Mycobacterium tuberculosis*. **Simpulan:** Konsumsi alkohol merupakan faktor risiko penting yang berhubungan dengan peningkatan kejadian tuberkulosis dan luaran pengobatan yang kurang baik.

Kata kunci: Tuberkulosis, Konsumsi Alkohol, Luaran Pengobatan, *Alcohol Use Disorder*

ABSTRACT

Background: Tuberculosis is an infectious disease caused by *Mycobacterium tuberculosis* and remains one of the leading causes of death from infectious diseases worldwide. Alcohol consumption is a modifiable risk factor that may increase the incidence of tuberculosis and negatively affect treatment outcomes. **Objective:** This study aimed to examine the relationship between alcohol consumption as a risk factor and tuberculosis outcomes. **Methods:** A literature review was conducted using articles retrieved from the PubMed and Google Scholar databases. English-language articles published between 2016 and 2025 were selected based on predefined inclusion and exclusion criteria, resulting in seven eligible articles. **Results:** Most studies reported that alcohol consumption was associated with an increased risk of tuberculosis and poorer treatment outcomes, including treatment failure, relapse, and mortality. These adverse outcomes are associated with impaired immune responses and increased oxidative stress, which facilitate the growth and survival of *Mycobacterium tuberculosis*. **Conclusion:** Alcohol consumption is an important risk factor associated with an increased incidence of tuberculosis and unfavorable treatment outcomes. Reducing alcohol consumption may contribute to improving tuberculosis control and treatment outcomes.

Keywords: Tuberculosis, Alcohol Consumption, Treatment Outcomes, *Alcohol Use Disorder*

PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) adalah salah satu penyakit menular yang paling sering menyerang paru-paru, meskipun juga dapat menginfeksi organ lain (TB ekstraparu). Penyakit ini disebabkan oleh

bakteri yang termasuk dalam *Mycobacterium tuberculosis* complex (MTBC), yaitu kelompok bakteri yang memiliki kekerabatan genetik sangat dekat. Anggota kompleks tersebut meliputi *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium*

bovis, *Mycobacterium africanum*, *Mycobacterium microti*, dan *Mycobacterium canettii*. Di antara anggota kompleks tersebut, *Mycobacterium tuberculosis* merupakan penyebab utama tuberkulosis pada manusia dan merupakan spesies yang paling sering ditemukan. Bakteri ini berbentuk batang, bersifat tahan asam sehingga dikenal sebagai Basil Tahan Asam (BTA), serta memiliki dinding sel yang kaya akan lipid sehingga sulit diwarnai dengan pewarnaan Gram biasa. Menurut WHO, penularan tuberkulosis terjadi melalui udara (*airborne transmission*), terutama ketika penderita TB paru mengeluarkan percikan droplet yang mengandung bakteri saat batuk, bersin, berbicara, atau meludah. Droplet tersebut dapat terhirup oleh orang lain sehingga memungkinkan terjadinya penularan infeksi.

Data dari WHO, tuberkulosis masih menjadi salah satu penyebab utama kematian akibat penyakit infeksi di dunia, dengan estimasi sekitar 10,7 juta kasus baru dan 1,23 juta kematian pada tahun 2024 (WHO, 2025). Indonesia sendiri masih termasuk negara dengan beban tuberkulosis tertinggi di dunia dan menempati peringkat kedua setelah India. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia pada tahun 2025 melaporkan bahwa diperkirakan terdapat sekitar 1,09 juta kasus tuberkulosis dan 125.000 kematian akibat tuberkulosis setiap tahunnya. Selain itu, pada tahun 2024 berhasil ditemukan sekitar 885.000 kasus TB di Indonesia. Tingginya jumlah kasus tersebut menunjukkan bahwa tuberkulosis masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang serius dan memerlukan upaya pengendalian yang komprehensif.

Ada beberapa faktor yang bisa mempertinggi risiko seseorang untuk terkena tuberkulosis, diantaranya adalah penderita diabetes mellitus, perokok, penggunaan obat-obatan terlarang dan pengkonsumsian alkohol (Silva et al., 2018). Penderita diabetes mellitus mempunyai risiko lebih tinggi untuk bisa terkena infeksi dari bakteri ini. Diagnosis diabetes mellitus juga meningkatkan risiko perkembangan dari infeksi awal menjadi tuberkulosis yang aktif. Sekitar 15% kasus TB di seluruh dunia mungkin terkait dengan penyakit diabetes mellitus. Diabetes mellitus yang tidak terkontrol dapat menyebabkan terjadinya banyak komplikasi, salah satunya peningkatan kerentanan terhadap infeksi. Kemudian poin kedua adalah perokok.

Di seluruh dunia terdapat kurang lebih 1,3 miliar orang yang mengonsumsi tembakau dan sebagian dari mereka tinggal di negara-negara yang angka tuberkulosis nya tinggi. Dari beberapa studi

meta analisis paparan dari asap tembakau dikaitkan dengan infeksi tuberkulosis, tuberkulosis aktif, dan kematian terkait tuberkulosis. Peran dari asap rokok itu sendiri dalam pathogenesis tuberkulosis berkaitan dengan disfungsi silia, penurunan respon imun tubuh, kerusakan respon imun makrofag dalam memfagositosis antigen asing yaitu bakteri yang masuk ke dalam tubuh, serta bisa mempengaruhi kerja dari CD4⁺ sehingga meningkatkan kerentanan terhadap infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Poin ketiga yaitu penggunaan obat-obatan terlarang. Data epidemiologi menunjukkan bahwa hubungan antara tuberkulosis dan penggunaan obat-obatan terlarang semakin meningkat.

Pengguna narkoba, menjadi salah satu faktor risiko meningkatnya infeksi *Mycobacterium tuberculosis* dan perkembangan penyakit lainnya. Poin terakhir adalah pengkonsumsian alkohol, yang akan dibahas lebih lanjut pada literature ini. Untuk menghindari infeksi lebih lanjut dari tuberkulosis alangkah lebih baiknya untuk mempratikkan tindakan-tindakan yang bisa menjauhi diri dari faktor risiko yang sudah disampaikan sebelumnya sebagai upaya pencegahan penularan tuberkulosis di masyarakat. Salah satu faktor risiko yang perlu dihindari adalah konsumsi alkohol, karena alkohol memiliki mekanisme nya sendiri sehingga bisa membuat terjadinya penyakit tuberkulosis.

METODE

Penelitian ini merupakan tinjauan literatur (literature review) yang bertujuan untuk mengkaji hubungan konsumsi alkohol sebagai faktor risiko dan kaitannya dengan luaran tuberkulosis. Penelusuran literatur dilakukan pada bulan Juni 2026 melalui database elektronik PubMed dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan adalah “*tuberculosis*”, “*alcohol consumption*”, “*alcohol use disorder*”, “*treatment outcome*”, “*relapse*”, dan “*mortality*”.

Artikel yang dipertimbangkan merupakan artikel berbahasa Inggris yang diterbitkan dalam rentang tahun 2016-2025. Kriteria inklusi meliputi artikel yang membahas pengaruh konsumsi alkohol terhadap kejadian, perkembangan, keparahan, kekambuhan, mortalitas, atau luaran klinis tuberkulosis. Kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak mencantumkan metode penelitian yang jelas, tidak membahas hubungan konsumsi alkohol dengan tuberkulosis, serta tidak memuat informasi mengenai kejadian atau luaran klinis pasien tuberkulosis.

Berdasarkan hasil penelusuran literatur, didapatkan 7 artikel yang paling sesuai dengan tujuan tinjauan. Ketujuh artikel tersebut dipilih karena secara spesifik membahas konsumsi alkohol sebagai faktor risiko tuberkulosis serta kaitannya dengan tingkat keparahan penyakit, kekambuhan (relapse), mortalitas, dan luaran pengobatan. Selain itu, artikel yang dipilih mencakup berbagai desain penelitian, seperti meta-analisis, systematic review, studi observasional, dan studi kasus sehingga dapat memberikan

gambaran yang lebih komprehensif mengenai hubungan konsumsi alkohol dengan luaran klinis tuberkulosis.

HASIL

Adapun hasil dari 7 artikel yang berkaitan dengan konsumsi alkohol sebagai faktor risiko penyakit tuberkulosis seperti ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1
Artikel Hasil Pencarian

Penulis dan Tahun	Desain dan Sampel Penelitian	Paparan Alkohol	Luaran TB yang Dinilai	Hasil
Imtiaz et al. (2017)	Meta-analysis ; 36 dari 1108 studies terkait	Konsumsi alkohol dan <i>heavy alcohol use</i>	Kejadian tuberkulosis	Konsumsi alkohol meningkatkan risiko TB dan menjadi kontributor penting terhadap beban TB global berdasarkan meta-analisis 36 studi (Imtiaz et al., 2017).
Nanavare et al. (2023)	Case series; 9 sampel	Riwayat konsumsi alkohol	Morbiditas, mortalitas, dan luaran pengobatan	Penggunaan alkohol menurunkan imunitas, meningkatkan morbiditas dan mortalitas, serta mengganggu kepatuhan dan respons pengobatan TB pada 9 pasien (Nanavare et al., 2023).
Weiangkham et al. (2022)	Systematic review dan meta-analysis ; 8 dari 2.113 studi terkait	Konsumsi alkohol selama pengobatan	Relapse dan mortalitas	Meta-analisis terhadap 8 studi (17.128 pasien) menunjukkan konsumsi alkohol meningkatkan risiko kekambuhan dan kematian pada pasien TB (Weiangkham et al., 2022).
Kan et al. (2020)	Prospective observational study; 1166 sampel	Konsumsi alkohol dan risiko AUD	Manifestasi klinis TB saat diagnosis	Dari 1.166 pasien, 59,3% mengonsumsi alkohol dan 75% berisiko AUD. Konsumsi alkohol berkaitan dengan keterlibatan paru yang lebih luas, tetapi tidak berhubungan signifikan dengan hasil smear, kavitasi paru, maupun <i>time to positivity</i> (Kan et al., 2020).
Simou et al. (2018)	Systematic review dan meta-analysis ; 49 studi terkait	Konsumsi alkohol harian	Risiko kejadian TB	Konsumsi alkohol meningkatkan risiko TB, dengan hubungan dose-response, yaitu peningkatan risiko seiring bertambahnya konsumsi alkohol harian (Simou et al., 2018).
Heshmati et al. (2025)	Systematic review dan meta-analysis; 19 studi (180.119 partisipan)	Konsumsi alkohol, merokok, dan penggunaan zat	Luaran pengobatan TB	Konsumsi alkohol meningkatkan risiko kegagalan pengobatan TB sekitar 2 kali (OR 2,05; 95% CI 1,65–2,55) (Heshmati et al., 2025).
Wigger et al. (2022)	Narrative review	Alcohol Disorder (AUD)	Risiko TB dan luaran pengobatan	AUD meningkatkan risiko infeksi TB, memperburuk keberhasilan pengobatan, meningkatkan risiko kekambuhan dan kematian, serta mengganggu respons imun terhadap <i>Mycobacterium tuberculosis</i> (Wigger et al., 2022).

PEMBAHASAN

Ketujuh artikel yang terpilih ditelaah untuk memperoleh informasi mengenai hubungan

konsumsi alkohol dengan kejadian dan luaran klinis tuberkulosis. Hasil telaah disajikan dalam beberapa aspek sebagai berikut.

Konsumsi Alkohol dan Risiko Kejadian Tuberkulosis

Konsumsi alkohol merupakan salah satu faktor yang berhubungan dengan peningkatan risiko kejadian tuberkulosis (TB). Meta-analisis oleh Imtiaz et al. menunjukkan bahwa konsumsi alkohol berhubungan dengan peningkatan risiko TB sebesar 35% dibandingkan dengan tidak mengonsumsi alkohol (RR 1,35; 95% CI 1,09-1,68). Selain itu, individu dengan masalah terkait alkohol memiliki risiko TB yang lebih tinggi, dengan RR sebesar 3,33 (95% CI 2,14-5,19). Analisis berdasarkan dosis juga menunjukkan bahwa risiko TB meningkat seiring dengan bertambahnya konsumsi etanol (Imtiaz et al., 2017).

Hasil tersebut sejalan dengan systematic review dan meta-analysis oleh Simou et al. yang menunjukkan bahwa konsumsi alkohol berhubungan dengan peningkatan risiko TB. Penelitian tersebut juga menunjukkan adanya hubungan *dose-response*, yaitu semakin tinggi jumlah alkohol yang dikonsumsi, semakin besar risiko terjadinya TB. Setiap peningkatan konsumsi alkohol sebesar 10-20 gram per hari dikaitkan dengan peningkatan risiko TB sekitar 12% (Simou et al., 2018).

Hubungan antara konsumsi alkohol dan peningkatan risiko TB secara epidemiologis tersebut juga memiliki dasar biologis. Wigger et al. menjelaskan bahwa penggunaan alkohol dapat mengganggu sistem pertahanan imun paru, terutama fungsi *alveolar macrophage* yang merupakan salah satu pertahanan awal terhadap *Mycobacterium tuberculosis*. Konsumsi alkohol kronis juga dapat meningkatkan stres oksidatif di lingkungan alveolar serta mengganggu respons imun bawaan, sehingga dapat mempermudah terjadinya infeksi dan perkembangan TB (Wigger et al., 2022).

Dengan demikian, temuan Imtiaz et al. (2017) dan Simou et al. (2018) menunjukkan secara epidemiologis bahwa konsumsi alkohol berkaitan dengan peningkatan risiko TB, termasuk pola dose-response, sedangkan Wigger et al. (2022) memberikan penjelasan mengenai kemungkinan mekanisme imunologis yang mendasari hubungan tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi alkohol dapat dipertimbangkan sebagai salah satu faktor perilaku yang berkontribusi terhadap kejadian TB, terutama

pada individu dengan konsumsi alkohol yang tinggi atau gangguan penggunaan alkohol.

Konsumsi Alkohol dan Manifestasi Klinis Tuberkulosis

Konsumsi alkohol tidak hanya berkaitan dengan peningkatan risiko kejadian TB, tetapi juga dapat berhubungan dengan gambaran klinis penyakit saat diagnosis. Penelitian Kan et al. (2020) pada 1.166 pasien TB di Puducherry dan Tamil Nadu, India, menunjukkan bahwa pasien yang mengonsumsi alkohol memiliki persentase paru yang terkena lebih luas dibandingkan dengan pasien yang tidak mengonsumsi alkohol. Setelah dilakukan penyesuaian terhadap faktor perancu, perbedaan luas keterlibatan paru mencapai 10,8% dan tetap bermakna secara statistik ($p < 0,0001$). Namun, hubungan tersebut tidak konsisten pada seluruh indikator keparahan penyakit. Derajat smear yang tinggi, keberadaan kavitas pada foto toraks, dan time to positivity (TTP) kultur tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna antara kelompok peminum alkohol dan bukan peminum alkohol (Kan et al., 2020).

Temuan tersebut menunjukkan bahwa konsumsi alkohol mungkin lebih berkaitan dengan luasnya keterlibatan jaringan paru daripada seluruh parameter keparahan TB. Hal ini penting karena indikator seperti derajat smear dan kavitas sering digunakan sebagai gambaran beban bakteri dan tingkat keparahan penyakit, tetapi dalam penelitian Kan et al. tidak ditemukan hubungan yang signifikan dengan konsumsi alkohol. Bahkan, pada individu yang dikategorikan berisiko mengalami alcohol use disorder (AUD), hubungan dengan luas paru yang terkena menjadi tidak bermakna setelah dilakukan penyesuaian terhadap faktor seperti jenis kelamin, usia, malnutrisi, riwayat merokok, dan tingkat pendidikan (Kan et al., 2020).

Secara biologis, Wigger et al. (2022) menjelaskan bahwa penggunaan alkohol dapat memengaruhi manifestasi dan keparahan TB melalui gangguan terhadap sistem imun paru. Konsumsi alkohol, khususnya pada kondisi alcohol use disorder, dapat meningkatkan stres oksidatif dan mengganggu sistem imun bawaan paru, termasuk fungsi *alveolar macrophage* yang berperan penting dalam mengendalikan *Mycobacterium tuberculosis*. Gangguan mekanisme pertahanan tersebut berpotensi menyebabkan respons imun terhadap *M. tuberculosis* menjadi kurang efektif, sehingga dapat berkontribusi terhadap kerusakan jaringan

paru dan penyakit yang lebih luas (Wigger et al., 2022).

Dengan demikian, penelitian Kan et al. (2020) memberikan bukti klinis bahwa konsumsi alkohol berkaitan dengan luas keterlibatan paru yang lebih besar, tetapi tidak menunjukkan perbedaan bermakna pada derajat smear, kavitas, maupun TTP. Sementara itu, Wigger et al. (2022) memberikan dasar biologis bahwa gangguan imunitas paru akibat alkohol dapat berkontribusi terhadap peningkatan kerusakan atau luas penyakit TB. Oleh karena itu, hubungan antara konsumsi alkohol dan manifestasi klinis TB perlu dipahami secara hati-hati, karena pengaruhnya tidak selalu terlihat pada seluruh parameter keparahan penyakit.

Konsumsi Alkohol dan Luaran Pengobatan

Konsumsi alkohol juga berhubungan dengan luaran pengobatan TB yang kurang baik, terutama dalam bentuk kekambuhan (*relapse*), mortalitas, dan kegagalan pengobatan. Bukti yang lebih kuat ditunjukkan oleh Weiangkham et al. (2022) melalui systematic review dan meta-analysis terhadap delapan penelitian. Hasilnya menunjukkan bahwa pasien TB yang mengonsumsi alkohol memiliki risiko mengalami relapse lebih dari tiga kali lipat dibandingkan pasien yang tidak mengonsumsi alkohol (OR 3,64; 95% CI 2,26–5,88; $p < 0,001$). Selain itu, konsumsi alkohol juga berhubungan dengan peningkatan mortalitas pada pasien TB (OR 1,72; 95% CI 1,40–2,12; $p < 0,001$) (Weiangkham et al., 2022).

Temuan tersebut diperkuat oleh meta-analisis yang lebih baru oleh Heshmati et al. (2025), yang mencakup 19 penelitian dengan total 180.119 peserta. Konsumsi alkohol berhubungan secara signifikan dengan peningkatan risiko kegagalan pengobatan TB, dengan pooled OR sebesar 2,05 (95% CI 1,65–2,55). Dengan demikian, pasien TB yang mengonsumsi alkohol memiliki sekitar dua kali lipat odds mengalami kegagalan pengobatan dibandingkan dengan pasien yang tidak mengonsumsi alkohol (Heshmati et al., 2025).

Hubungan tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai mekanisme, baik secara biologis maupun perilaku. Konsumsi alkohol dapat mengganggu respons imun terhadap *Mycobacterium tuberculosis*, sementara penggunaan alkohol juga dapat berkaitan dengan kepatuhan minum obat yang lebih rendah, keterlambatan dalam mencari pelayanan kesehatan, serta kondisi sosial dan nutrisi yang kurang baik. Faktor-faktor tersebut secara bersama-sama dapat meningkatkan

kemungkinan terjadinya kegagalan terapi, kekambuhan, maupun kematian pada pasien TB. Dengan demikian, pengaruh alkohol terhadap luaran TB kemungkinan tidak hanya berasal dari efek biologis langsung, tetapi juga melalui faktor perilaku dan sosial yang menyertai konsumsi alkohol.

Temuan dari Nanavare et al. (2023) juga menggambarkan adanya masalah morbiditas, mortalitas, kepatuhan, dan respons terhadap pengobatan pada pasien TB dengan konsumsi alkohol. Namun, hasil penelitian tersebut perlu ditafsirkan secara lebih hati-hati karena penelitian ini berupa *case series* yang hanya melibatkan sembilan pasien. Oleh karena itu, temuan Nanavare et al. lebih tepat digunakan sebagai gambaran klinis pendukung daripada sebagai bukti untuk memperkirakan besarnya hubungan antara konsumsi alkohol dan luaran pengobatan TB (Nanavare et al., 2023).

Secara keseluruhan, bukti dari Weiangkham et al. (2022) dan Heshmati et al. (2025) menunjukkan konsistensi bahwa konsumsi alkohol berkaitan dengan luaran pengobatan TB yang lebih buruk, berupa peningkatan risiko relapse, mortalitas, dan kegagalan pengobatan. Sementara itu, Nanavare et al. (2023) memberikan gambaran klinis yang mendukung temuan tersebut, tetapi dengan kekuatan bukti yang lebih rendah karena desainnya berupa *case series*. Hal ini menunjukkan pentingnya memperhatikan konsumsi alkohol dalam penatalaksanaan pasien TB, khususnya sebagai salah satu faktor yang berpotensi memengaruhi keberhasilan terapi.

Epidemiologi TBC

Di dunia, tuberkulosis (TB) masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat yang paling penting dan merupakan penyebab utama kematian akibat penyakit menular. Untuk mengatasi tingginya beban penyakit ini, World Health Organization (WHO) mengembangkan strategi global yang dikenal sebagai *The End TB Strategy* yang bertujuan mengakhiri epidemi tuberkulosis pada tahun 2035. Strategi tersebut menargetkan penurunan angka kejadian tuberkulosis sebesar 20% dan penurunan jumlah kematian akibat tuberkulosis sebesar 35% pada tahun 2020, serta penurunan angka kejadian sebesar 90% dan penurunan jumlah kematian sebesar 95% pada tahun 2035 dibandingkan dengan tahun 2015. Meskipun berbagai upaya pengendalian telah dilakukan, pencapaian target tersebut masih menghadapi berbagai tantangan,

terutama di negara-negara dengan beban tuberkulosis yang tinggi (WHO, 2015).

Berdasarkan data WHO, pada tahun 2018 diperkirakan terdapat sekitar 10 juta kasus tuberkulosis di seluruh dunia dengan angka kejadian sebesar 132 kasus per 100.000 penduduk. Meskipun angka kejadian tuberkulosis menunjukkan tren penurunan rata-rata sebesar 1,6% per tahun sejak tahun 2000, penyakit ini masih menjadi salah satu penyebab utama kesakitan dan kematian akibat penyakit infeksi (WHO, 2019). Data terbaru dalam *Global Tuberculosis Report 2025* menunjukkan bahwa pada tahun 2024 diperkirakan terdapat sekitar 10,7 juta kasus baru tuberkulosis dan 1,23 juta kematian akibat tuberkulosis secara global. Angka tersebut menunjukkan bahwa tuberkulosis masih menjadi ancaman kesehatan yang signifikan dan bahkan kembali menjadi penyebab kematian akibat penyakit infeksi terbesar di dunia setelah berakhirnya pandemi COVID-19 (WHO, 2025).

Tuberkulosis terjadi hampir di seluruh negara dan wilayah di dunia, namun distribusinya tidak merata. Sebagian besar kasus tuberkulosis terkonsentrasi di negara-negara berkembang dengan kepadatan penduduk yang tinggi, tingkat kemiskinan yang masih besar, serta akses pelayanan kesehatan yang belum optimal. Kawasan WHO Asia Tenggara merupakan wilayah dengan kontribusi kasus tuberkulosis terbesar di dunia. Pada tahun 2020, sekitar 43% kasus baru tuberkulosis terjadi di kawasan ini, diikuti oleh kawasan Afrika sebesar 25% dan kawasan Pasifik Barat sebesar 18%.

Tingginya angka kejadian di kawasan Asia Tenggara menunjukkan bahwa wilayah ini masih menjadi fokus utama dalam upaya pengendalian tuberkulosis secara global. WHO juga melaporkan bahwa sekitar 86% kasus tuberkulosis baru di dunia berasal dari 30 negara dengan beban tuberkulosis tinggi (*high TB burden countries*). Delapan negara menyumbang hampir dua pertiga dari seluruh kasus tuberkulosis global, yaitu India, Tiongkok, Indonesia, Filipina, Pakistan, Nigeria, Bangladesh, dan Afrika Selatan. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberhasilan pengendalian tuberkulosis di negara-negara tersebut akan sangat menentukan keberhasilan pencapaian target eliminasi tuberkulosis dunia (WHO, 2021).

Indonesia merupakan salah satu negara dengan beban tuberkulosis tertinggi di dunia dan secara konsisten termasuk dalam kelompok negara prioritas WHO. Berdasarkan *Global TB Report 2021*, diperkirakan terdapat sekitar 824.000 kasus tuberkulosis di Indonesia. Namun, pasien

tuberkulosis yang berhasil ditemukan, diobati, dan dilaporkan ke dalam sistem informasi nasional hanya sebanyak 393.323 kasus atau sekitar 48% dari seluruh kasus yang diperkirakan terjadi. Dengan demikian, masih terdapat sekitar 52% kasus tuberkulosis yang belum ditemukan, belum mendapatkan pengobatan yang memadai, atau belum tercatat dalam sistem pelaporan nasional. Kondisi ini menjadi tantangan besar karena kasus yang tidak terdeteksi dapat terus menjadi sumber penularan di masyarakat. Berdasarkan data terbaru Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2025, Indonesia masih menempati peringkat kedua negara dengan beban tuberkulosis tertinggi di dunia setelah India.

Diperkirakan terdapat sekitar 1,09 juta kasus tuberkulosis dan sekitar 125.000 kematian akibat tuberkulosis setiap tahunnya di Indonesia. Selain itu, sepanjang tahun 2024 berhasil ditemukan sekitar 885.000 kasus tuberkulosis, yang menunjukkan adanya peningkatan capaian penemuan kasus dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Meskipun demikian, tingginya jumlah kasus dan kematian akibat tuberkulosis menunjukkan bahwa penyakit ini masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang serius dan memerlukan upaya pengendalian yang berkelanjutan melalui peningkatan deteksi dini, keberhasilan pengobatan, pencegahan penularan, serta pengendalian faktor-faktor risiko yang berkontribusi terhadap terjadinya tuberkulosis (Kemenkes, 2025).

Etiologi dan Faktor Risiko TBC

Terdapat 5 bakteri yang berkaitan erat dengan infeksi tuberkulosis, yaitu *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium africanum*, *Mycobacterium microti* dan *Mycobacterium canettii*. *Mycobacterium tuberculosis* hingga saat ini merupakan bakteri yang paling sering ditemukan, dan menular antar manusia melalui rute udara. Tuberkulosis biasanya menular dari manusia ke manusia lain lewat udara melalui percikan atau droplet nucleus yang keluar ketika penderita TB paru atau TB laring batuk, bersin atau bicara.

Adapun faktor risiko yang bisa meningkatkan terjadinya penyakit tuberkulosis ini adalah, pasien diabetes mellitus, merokok, penggunaan obat-obatan terlarang, dan penggunaan alkohol (WHO, 2025). Penderita diabetes mellitus berisiko lebih tinggi untuk beralih dari tuberkulosis laten menjadi tuberkulosis aktif. Diabetes mellitus yang tidak terkontrol bisa menyebabkan terjadinya berbagai komplikasi,

salah satunya peningkatan kerentanan terhadap terinfeksi. Diabetes mellitus bisa meningkatkan terjadinya tuberkulosis karena terjadi hiperglikemia dan insulinopenia seluler, yang mempunyai efek pada fungsi dari makrofag dan limfosit. Ketika fungsi dari makrofag dan limfosit terganggu, tentu dapat menurunkan imunitas tubuh, dan berdampak pada kerentanan terkena suatu infeksi, termasuk infeksi dari *Mycobacterium tuberculosis*. Selain pasien diabetes mellitus, seorang perokok juga menjadi faktor risiko terinfeksi penyakit tuberkulosis ini.

Diperkirakan di dunia terdapat 1,3 miliar orang mengonsumsi tembakau, dan sebagian besar juga tinggal di negara dengan angka penyakit tuberkulosisnya tinggi. Asap rokok dalam patogenesis tuberkulosis berkaitan dengan terjadinya disfungsi selia, penurunan respon imun, dan kerusakan respon imun makrofag. Ketika imunitas tubuh sudah terganggu, bakteri akan dengan mudah masuk ke dalam tubuh, karena tidak ada barrier pertahanan tubuh yang lengkap. Angka kematian tuberkulosis pada perokok, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan orang yang tidak merokok. Selain itu jika sering terpapar asap rokok, itu juga bisa menyebabkan seseorang baik secara aktif ataupun secara pasif berkaitan dengan peningkatan risiko terinfeksi *Mycobacterium tuberculosis* dan perkembangan tuberkulosis aktif. Selanjutnya adalah penggunaan obat-obatan terlarang. Gaya hidup yang berisiko seperti penggunaan obat-obatan terlarang menjadi salah satu faktor penting dalam kerentanan terkena infeksi. Paparan dari zat-zat tersebut menyebabkan spektrum komplikasi pada paru seseorang. Konsumsi dari kokain terbukti menghambat produksi makrofag alveolar dan sitokin imunoregulasi, yang keduanya sangat penting dalam memberikan resistensi terhadap tuberkulosis aktif.

Terakhir adalah penggunaan alkohol. Pengonsumsi alkohol menjadi salah satu faktor risiko yang juga bisa terbilang rentan terhadap infeksi dari bakteri. Penggunaan alkohol termasuk faktor risiko yang banyak menyebabkan penyakit. Penggunaan alkohol secara berlebihan dengan dosis yang tinggi, terbukti bisa merusak imunitas tubuh, sehingga tubuh akan lebih rentan untuk terinfeksi bakteri. Dari beberapa faktor risiko yang sudah disebutkan, semua faktor risiko menyerang sistem imun tubuh, sehingga tidak ada perlawanan dari tubuh ketika bakteri tersebut masuk. Ketika sistem imun tubuh sudah buruk, kerentanan terhadap terjadinya infeksi sangat mudah, baik dari virus, bakteri, maupun parasit lainnya. Bahkan,

ketika kondisi imunitas tubuh seseorang buruk, bisa saja hal tersebut menjadi tempat yang memfasilitasi berkembangnya bakteri ini. Oleh karena itu, pengendalian faktor risiko yang dapat dimodifikasi, termasuk konsumsi alkohol, penting dalam upaya pencegahan dan pengendalian tuberkulosis di masyarakat (Silva et al., 2018).

Patofisiologi TBC

Penyakit TBC yang sedang berlangsung dan reaktivasi LTBI disebabkan oleh Penularan infeksi *M. tuberculosis*. Sebagian besar kasus TBC disebabkan oleh *M. tuberculosis* atau organisme yang berkerabat dekat dengan *Mycobacterium africanum* dan sebagian kecil kasus disebabkan oleh anggota kompleks *M. tuberculosis* yang bersifat zoonosis, seperti *Mycobacterium bovis* atau *Mycobacterium caprae* (Pai et al., 2016). Paparan *M. tuberculosis* menyebabkan dua hasil, yaitu eliminasi atau kelangsungan patogen. Dalam kasus pertama, patogen dihilangkan karena respons imun bawaan (dalam hal ini, tes kulit tuberkulin (TST) atau tes pelepasan interferon- γ (IFN γ) (IGRA) mungkin negatif) atau karena respons imun adaptif (dalam dalam hal ini, TST dan IGRA mungkin positif atau negatif, bergantung pada apakah respons sel T memori telah diprioritaskan).

Melalui penelitian eksperimental yang dilakukan pada mamalia kecil, seperti tikus, kelinci percobaan dan kelinci, serta primata telah membantu dalam mengidentifikasi pentingnya kejadian awal pada infeksi primer. Masuknya *M. tuberculosis* melalui saluran pernafasan, setelah terhirup, *M. tuberculosis* ditranslokasi ke saluran pernafasan bagian bawah, di mana ia bertemu dengan makrofag alveolar yang merupakan tipe sel dominan yang menginfeksi *M. tuberculosis*. Sel-sel ini menginternalisasi bakteri melalui fagositosis yang dimediasi reseptor, dengan banyak reseptor berbeda yang berkontribusi terhadap proses ini. Proses ini telah lama dipelajari tanpa memperhitungkan lingkungan mikro yang ada di alveolus. Surfaktan yang melimpah dalam cairan yang melapisi epitel mungkin memiliki peran penting dalam interaksi awal inang dan patogen. Misalnya, protein surfaktan D dapat mencegah fagositosis *M. tuberculosis* oleh makrofag alveolar.

Setelah terinternalisasi, *M. tuberculosis* secara aktif menghalangi fusi fagosom dengan lisosom, memastikan kelangsungan hidupnya. Kemudian, melalui aktivitas sistem sekresi ESX-1, *M. tuberculosis* dapat mengganggu membran fagosom sehingga menyebabkan keluarnya produk bakteri, termasuk DNA mikobakteri, ke dalam sitosol makrofag, beberapa bakteri mungkin juga

ditemukan di sitosol pada hari-hari berikutnya. Keuntungan memasukkan produk bakteri ke dalam sitosol merupakan area penyelidikan yang aktif, salah satunya adalah aktivasi jalur pengawasan sitosol yang menghasilkan induksi respons IFN tipe I yang dapat mendorong pertumbuhan bakteri patogen intraseluler, seperti *M. tuberculosis*. Selain itu, penelitian eksperimental menunjukkan bahwa jenis kematian sel (apoptosis versus nekrosis) yang dialami oleh makrofag yang terinfeksi sangatlah penting, tidak hanya untuk respons bawaan terhadap infeksi tetapi juga untuk respons imun adaptif yang dihasilkannya. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa ontogeni makrofag sangat mempengaruhi fungsi dan nasib sel-sel ini. Investigasi lebih lanjut juga diperlukan untuk menentukan pentingnya makrofag alveolar residensial versus makrofag yang berasal dari sumsum tulang yang direkrut ke paru-paru sebagai akibat dari infeksi *M. tuberculosis*.

Setelah menginfeksi makrofag alveolar di saluran udara, *M. tuberculosis* memperoleh akses ke interstitium paru, tempat berkembangnya proses infeksi. Terdapat dua mekanisme yang mungkin terjadi: yang pertama melibatkan *M. tuberculosis* yang menginfeksi sel epitel secara langsung dan yang kedua adalah transmigrasi makrofag yang terinfeksi *M. tuberculosis* melintasi epitel. Terlepas dari jalurnya, *M. tuberculosis* mengakses parenkim yang menyebabkan peningkatan jumlah sel ke tempat infeksi, menghasilkan respons inang multiseluler yang disebut granuloma. Dari sudut pandang tuan rumah, granuloma adalah “penjara” bakteri untuk dilindungi dari infeksi seluruh tubuh. Namun, dari sudut pandang bakteri, itu adalah kumpulan sel fagositik yang terus bertambah untuk menginfeksi dan bereplikasi di dalamnya. Pusat granuloma mengandung komponen pro-inflamasi, sedangkan jaringan disekitarnya mempunyai sifat anti inflamasi. Granuloma juga memiliki kapasitas maksimal terhadap bakteri, di luar batas tersebut infeksi akan terus berlanjut. Jika granuloma mengandung infeksi tanpa menyebabkan patologi jaringan yang substansial, maka seseorang akan mengidap LTBI (Mohammadnabi et al., 2024).

Gambaran Umum Alkohol

Alkohol adalah zat psikoaktif dengan sifat yang menimbulkan ketergantungan. Kandungan minuman alkohol yang paling banyak dikonsumsi oleh manusia adalah etanol yang dibuat melalui fermentasi, baik dari madu, gula, sari buah ataupun ubi-ubian. Konsumsi alkohol menjadi banyak faktor risiko berbagai macam penyakit. Salah satu dari banyaknya penyakit yang bisa timbul adalah

penyakit tuberkulosis. Sekitar seperempat populasi dunia diperkirakan pernah terinfeksi bakteri tuberkulosis. Penggunaan alkohol merupakan salah satu faktor risiko terjadinya tuberkulosis yang dapat dimodifikasi, dengan AUD lazim terjadi pada 30% pasien tuberkulosis dan 11,4% kematian akibat tuberkulosis disebabkan oleh alkohol (Wigger et al., 2022).

Alkohol dapat meningkatkan stres oksidatif paru dan menginduksi lingkungan mikro teroksidasi di dalam paru melalui berbagai mekanisme. *Alcohol use disorder* (AUD) menghabiskan simpanan antioksidan di dalam paru-paru, termasuk GSH. GSH berfungsi sebagai zat pereduksi utama di ruang alveolar, bertindak sebagai substrat dalam reaksi dengan glutathione peroksidase yang mendetoksifikasi peroksida di paru-paru termasuk hydrogen peroksida peroksida lipid. Penipisan GSH yang disebabkan oleh alkohol mengganggu mekanisme pertahanan penting terhadap stres oksidatif di paru-paru. Ada sejumlah mekanisme yang bisa menyebabkan alkohol menghabiskan simpanan GSH di paru.

Pertama, alkohol menginduksi disfungsi mitokondria yang menurunkan produksi dari ATP dan dapat menurunkan sintesis GSH. Kedua, alkohol dapat mengurangi ketersediaan NADPH, sehingga mengakibatkan penurunan kapasitas reduksi dan berkurangnya GSH. Ketiga alkohol juga meningkatkan pembentukan ROS yang kemudian mengoksidasi GSH, sehingga semakin menguras simpanan GSH. Peningkatan stres oksidatif dalam lingkungan mikro alveolar individu dengan AUD mempunyai implikasi penting terhadap imunitas bawaan paru. Pada infeksi *Mycobacterium tuberculosis* juga terbukti meningkatkan stres oksidatif dan menguras kadar antioksidan di paru-paru. Secara keseluruhan, terjadinya infeksi AUD dan *Mycobacterium tuberculosis* secara bersamaan kemungkinan besar mengakibatkan peningkatan signifikan dalam keadaan stres oksidatif paru yang menguntungkan *Mycobacterium tuberculosis*. Penipisan simpanan GSH dapat mengganggu fungsi kekebalan tubuh dan memfasilitasi infeksi pertumbuhan dari *Mycobacterium tuberculosis*. Selain itu pertumbuhan dan kelangsungan hidup *Mycobacterium tuberculosis* meningkat di lingkungan oksidatif, menjadikan alveoli yang teroksidasi pada penderita AUD menjadi lingkungan yang lebih ideal untuk *Mycobacterium tuberculosis*. Stres oksidatif yang disebabkan oleh alkohol dapat menghasilkan kombinasi yang sangat ideal untuk perkembangan infeksi *Mycobacterium tuberculosis* (Wigger et al., 2022).

Alkohol mampu menimbulkan efek toksik, baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap defisiensi makronutrien ataupun mikronutrien. Akibat mengonsumsi alkohol bisa menyebabkan sistem imun melemah. Ketika mengonsumsi alkohol dengan dosis dan volume yang tinggi, bisa menyebabkan penurunan dari fungsi limfosit T dan juga limfosit B. Ketika mengonsumsi alkohol terjadi disfungsi dari makrofag dan sistem imun lain yang diperantarai oleh sel, selain itu ketika mengonsumsi alkohol ternyata juga bisa menghambat dari TNF- α , NO, IL-2, IFN- γ , serta proliferasi sel T CD4⁺ sehingga proses pemusnahan ataupun pembunuhan dari *Mycobacterium tuberculosis* menjadi terhambat (Wigger et al., 2022). Selain itu makrofag juga akan terganggu aktivasinya, berkurangnya kemampuan dari makrofag untuk bisa mempresentasikan antigen ke sel T, sehingga antigen tidak bisa dikenali oleh sel T dan tidak terjadinya perlawanan yang diberikan oleh sel T. Makrofag juga bisa terhambat dalam memproduksi sitokin, sebagai salah satu pertahanan ketika ada antigen yang masuk ke dalam tubuh. Kondisi-kondisi inilah yang menyebabkan aktivasi dari *Mycobacterium tuberculosis* meningkat, karena kurangnya perlawanan dari sistem imun tubuh.

Risiko tuberkulosis cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah konsumsi alkohol harian (Simou et al., 2018). Alkohol bersifat candu ketika sudah diminum. Kecanduan alkohol dapat menyebabkan stres yang signifikan pada tubuh dan mengakibatkan banyak masalah kesehatan yang serius. Di dalam tubuh, alkohol dengan cepat diserap dari usus halus ke dalam peredaran darah. Saat alkohol diserap, penyerapannya terjadi lebih cepat dibandingkan dengan metabolisme dan pembuangannya dari tubuh, karena proses penyerapannya sangat cepat, kadar alkohol dalam darah meningkat dengan cepat juga. Alkohol sebagian besar dimetabolisme di hati. Seberapa berat efek yang ditimbulkan alkohol tergantung pada seberapa kadar alkohol yang beredar di dalam darah, semakin tinggi kadar alkoholnya, maka akan semakin berat efek yang ditimbulkannya. Penggunaan alkohol jangka panjang dengan jumlah yang berlebihan bisa merusak berbagai organ di tubuh, terutama hati, otak, dan juga jantung.

Konsumsi alkohol dilaporkan berhubungan dengan peningkatan risiko TB resistan obat. Hubungan tersebut kemungkinan turut dipengaruhi oleh ketidakpatuhan pengobatan, riwayat pengobatan sebelumnya, dan faktor perilaku lainnya. Dari penelitian yang sudah dilakukan,

didapatkan 11 pasien TB-MDR (73,3%) dan 4 pasien TB Non MDR (26,7%) yang memiliki riwayat konsumsi alkohol (Aristiana & Wartono, 2018). Penelitian tersebut melaporkan bahwa konsumsi alkohol berhubungan dengan kejadian TB-MDR, dengan nilai OR sebesar 9,05. Temuan ini menunjukkan bahwa pasien yang memiliki riwayat konsumsi alkohol memiliki peluang sekitar 9,05 kali lebih besar mengalami TB-MDR dibandingkan pasien yang tidak mengonsumsi alkohol. Namun, karena hasil tersebut berasal dari satu penelitian observasional, temuan ini menunjukkan adanya hubungan (asosiasi) dan belum dapat membuktikan hubungan sebab-akibat secara langsung. Konsumsi alkohol dapat membuat *Mycobacterium tuberculosis* bertahan lebih lama di dalam makrofag, sehingga fungsi makrofag sebagai fagosit melemah.

TB-MDR lebih sering ditemukan pada jenis kelamin laki-laki daripada perempuan. Laki-laki lebih rentan terkena TB-MDR karena berkaitan dengan gaya hidupnya, laki-laki biasanya mempunyai gaya hidup yang kurang sehat, seperti mengonsumsi alkohol dan merokok. Dengan gaya hidup yang buruk bisa menjadi salah satu faktor risiko terjadinya TB-MDR pada pasien. Namun pada penelitian tidak terdapat hubungan bermakna antara variabel jenis kelamin dengan kejadian TB-MDR (Imam et al., 2023). Kemungkinan terjadinya persistensi dari basil *Mycobacterium tuberculosis* lebih tinggi pada sputum pasien TB dengan faktor risiko salah satunya mengonsumsi alkohol setelah beberapa bulan pengobatan, dan persistensi yang terjadi ini tentunya memerlukan waktu untuk pengobatan yang lebih lama, sehingga bisa rentan untuk terjadinya resistensi terhadap obat.

Faktor yang menyebabkan terjadinya MDR pada pasien TB, sebenarnya ada beberapa, diantaranya faktor kepatuhan minum obat, riwayat pengobatan TB sebelumnya dan kesesuaian dosis obat mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap terjadinya TB-MDR. Beberapa faktor yang bisa menyebabkan terjadinya TB-MDR tersebut juga bisa dipengaruhi oleh faktor risiko gaya hidup yang buruk, sehingga bisa mengganggu proses pengobatan, dan menyebabkan terjadinya *multi drug resistance* (MDR).

Berdasarkan hasil telaah kepustakaan, konsumsi alkohol berhubungan dengan peningkatan risiko luaran klinis yang kurang baik pada pasien tuberkulosis (TB), seperti kegagalan pengobatan, kekambuhan (*relapse*), dan peningkatan mortalitas (Weiangkham et al., 2022; Heshmati et al., 2025). Hubungan tersebut dapat dijelaskan melalui berbagai mekanisme biologis

yang memengaruhi sistem pertahanan paru. Pada individu dengan *alcohol use disorder* (AUD), konsumsi alkohol dapat meningkatkan stres oksidatif di lingkungan mikroalveolar dan mengganggu sistem antioksidan paru, salah satunya melalui penurunan kadar glutathione (GSH) yang merupakan salah satu antioksidan utama di ruang alveolar (Wigger et al., 2022). Alkohol dapat menyebabkan disfungsi mitokondria yang mengganggu produksi ATP dan berkontribusi terhadap penurunan sintesis GSH. Selain itu, alkohol dapat mengurangi ketersediaan NADPH yang diperlukan untuk mempertahankan GSH dalam bentuk tereduksi, sekaligus meningkatkan pembentukan *reactive oxygen species* (ROS) yang dapat mengoksidasi GSH sehingga semakin menguras cadangan antioksidan paru.

Peningkatan stres oksidatif tersebut dapat mengganggu mekanisme pertahanan imun bawaan paru, termasuk fungsi sel-sel imun yang berperan dalam mengendalikan *Mycobacterium tuberculosis*. Kondisi ini menjadi semakin penting karena infeksi *M. tuberculosis* sendiri dapat meningkatkan stres oksidatif dan menguras cadangan antioksidan paru. Dengan demikian, penipisan GSH akibat konsumsi alkohol dapat menciptakan lingkungan paru yang kurang efektif dalam menghadapi stres oksidatif dan mempertahankan respons imun terhadap *M. tuberculosis*, sehingga berpotensi mendukung persistensi dan perkembangan infeksi serta memperburuk kondisi klinis pasien TB (Wigger et al., 2022).

Selain mekanisme biologis tersebut, luaran pengobatan yang kurang baik pada pasien TB dengan konsumsi alkohol juga dapat dipengaruhi oleh faktor perilaku dan sosial, termasuk gangguan kepatuhan terhadap pengobatan. Hal ini sejalan dengan temuan Weiangkham et al. (2022) yang menunjukkan peningkatan risiko *relapse* dan mortalitas pada pasien TB yang mengonsumsi alkohol, serta Heshmati et al. (2025) yang menemukan peningkatan risiko kegagalan pengobatan sekitar dua kali lipat (OR 2,05; 95% CI 1,65–2,55). Dengan demikian, konsumsi alkohol berpotensi memperburuk luaran TB melalui interaksi antara gangguan imunitas dan stres oksidatif di paru dengan faktor perilaku yang dapat menghambat keberhasilan pengobatan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil telaah literatur, konsumsi alkohol merupakan faktor risiko yang dapat meningkatkan kejadian tuberkulosis sekaligus

memperburuk luaran pengobatan. Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa individu dengan riwayat konsumsi alkohol memiliki risiko lebih tinggi mengalami kegagalan pengobatan, kekambuhan (*relapse*), mortalitas, bahkan tuberkulosis resistan obat. Mekanisme yang mendasari hubungan tersebut meliputi gangguan respons imun, peningkatan stres oksidatif, penurunan kadar glutathione (GSH), serta disfungsi makrofag dan limfosit yang mempermudah pertumbuhan *Mycobacterium tuberculosis*. Oleh karena itu, pengendalian konsumsi alkohol perlu menjadi bagian dari strategi pencegahan dan pengelolaan tuberkulosis. Upaya skrining kebiasaan konsumsi alkohol, edukasi, serta intervensi terhadap *alcohol use disorder* diharapkan dapat meningkatkan keberhasilan pengobatan dan mendukung pengendalian tuberkulosis secara menyeluruh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Bengkulu atas dukungan dalam penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- Aristiana, C. D., & Wartono, M. (2018). Faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian multi drug resistance tuberkulosis (MDR-TB). *Jurnal Biomedika Dan Kesehatan*, 1(1), 65–74.
<https://doi.org/10.18051/JBiomedKes.2018.v1.65-74>
- Heshmati, B., Omidi, S., & Mohammadi, Y. (2025). Impact of alcohol consumption, substance use, and smoking on treatment outcomes in tuberculosis: A systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 14, 139.
<https://doi.org/10.1186/s13643-025-02888y>
- Imam, F. R. S., Umboh, J. M. L., & Tuda, J. S. B. (2023). Faktor-faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian multidrug-resistant tuberculosis (TB-MDR) di kota ternate, maluku utara. *E-CliniC*, 11(3), 260–268.
<https://doi.org/10.35790/ecl.v11i3.44459>
- Imtiaz, S., Shield, K. D., Roerecke, M., Samokhvalov, A. V., Lönnroth, K., & Rehm, J. (2017). Alcohol consumption as a risk factor for tuberculosis: meta-analyses and burden of disease. *European Respiratory Journal*, 50(1), 1700216.

- <https://doi.org/10.1183/13993003.00216-2017>
- Kan, C. K., Ragan, E. J., Sarkar, S., Knudsen, S., Forsyth, M., Muthuraj, M., Vinod, K., Jenkins, H. E., Horsburgh, C. R., Salgame, P., Roy, G., Ellner, J. J., Jacobson, K. R., Sahu, S., & Hochberg, N. S. (2020). Alcohol use and tuberculosis clinical presentation at the time of diagnosis in puducherry and Tamil Nadu, India. *PLOS ONE*, 15(12), e0240595.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240595>
- Ministry of Health Republic of Indonesia. (2025). Indonesia's Movement to End TB. *Ministry of Health Republic of Indonesia*.
<https://kemkes.go.id/eng/indonesias-movement-to-end-tb>
- Mohammadnabi, N., Shamseddin, J., Emadi, M., Bodaghi, A. B., Varseh, M., Shariati, A., Rezaei, M., Dastranj, M., & Farahani, A. (2024). *Mycobacterium tuberculosis*: the mechanism of pathogenicity, immune responses, and diagnostic challenges. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 38(23), e25122.
<https://doi.org/10.1002/jcla.25122>
- Nanavare, R. T., Bhui, N. K., & Nhavakar, A. (2023). Alcohol and tuberculosis: a comprehensive public health perspective and case series study at a tertiary care hospital. *Journal of Medical Science And Clinical Research*, 11(8), 37–45.
<https://doi.org/10.18535/jmscr/v11i8.05>
- Pai, M., Behr, M. A., Dowdy, D., Dheda, K., Divangahi, M., Boehme, C. C., Ginsberg, A., Swaminathan, S., Spigelman, M., Getahun, H., Menzies, D., & Ravigliione, M. (2016). Tuberculosis. *Nature Reviews Disease Primers*, 2(1), 16076.
<https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.76>
- Silva, D. R., Muñoz-Torrico, M., Duarte, R., Galvão, T., Bonini, E. H., Arbex, F. F., Arbex, M. A., Augusto, V. M., Rabahi, M. F., & Mello, F. C. D. Q. (2018). Risk factors for tuberculosis: diabetes, smoking, alcohol use, and the use of other drugs. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 44(2), 145–152.
<https://doi.org/10.1590/s1806-37562017000000443>
- Simou, E., Britton, J., & Leonardi-Bee, J. (2018). Alcohol consumption and risk of tuberculosis: a systematic review and meta-analysis. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 22(11), 1277–1285.
<https://doi.org/10.5588/ijtld.18.0092>
- Weiangkham, D., Umnuyapornlert, A., Saokaew, S., Prommongkol, S., & Ponmark, J. (2022). Effect of alcohol consumption on relapse outcomes among tuberculosis patients: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 10, 962809.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.962809>
- World Health Organization. (2015). *The End TB Strategy*. World Health Organization.
<https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HTM-TB-2015.19>
- World Health Organization. (2019). *Global Tuberculosis Report 2019*. World Health Organization.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241565714>
- World Health Organization. (2021). *Global Tuberculosis Report 2021*. World Health Organization.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240037021>
- World Health Organization. (2025). *Global Tuberculosis Report 2025*. World Health Organization.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240116924>
- Wigger, G. W., Bouton, T. C., Jacobson, K. R., Auld, S. C., Yeligar, S. M., & Staitieh, B. S. (2022). The impact of alcohol use disorder on tuberculosis: a review of the epidemiology and potential immunologic mechanisms. *Frontiers in Immunology*, 13, 864817.
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.864817>