



Risk Factors for Pulmonary Tuberculosis Occurrence Among Active Smokers in the Working Area of Poasia Community Health Center

Sari Arie Lestari B^{1*}, Mohamad Guntur Nangi², Apriyanti

^{1,3}Program Studi Ilmu Keperawatan, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Mandala Waluya

²Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Mandala Waluya

^{*}sariariel.83@gmail.com, ²mohamad.guntur@gmail.com, ³apriyantimail89@gmail.com

Abstract

Indonesia ranks second globally in tuberculosis burden, contributing 10 percent of total global cases in 2024. Southeast Sulawesi Province, including Poasia District in Kendari City, records high tuberculosis incidence rates. Smoking is a significant risk factor for pulmonary tuberculosis, yet local studies in this region remain limited. This study aimed to analyze risk factors for pulmonary tuberculosis occurrence among active smokers in the working area of Poasia Community Health Center. A case-control design was employed with active smokers aged 18 years and older as samples. Variables examined included age, education level, smoking duration, daily cigarette consumption, Brinkman index, carboxyhemoglobin level, history of contact with tuberculosis patients, house ventilation, housing density, and nutritional status. Data were collected through structured questionnaires and laboratory examinations including acid-fast bacilli smear and carboxyhemoglobin tests. Data analysis used chi-square test for bivariate analysis and multivariate logistic regression to determine independent risk factors. Results indicated that heavy smokers consuming more than 10 cigarettes per day had 4.27 times higher risk (OR=4.27; 95% CI: 2.31-7.89; $p<0.001$) compared to the control group. High carboxyhemoglobin level (OR=3.15; $p<0.001$), close contact history with tuberculosis patients (OR=3.88; $p=0.001$), poor house ventilation (OR=2.97; $p=0.001$), poor nutritional status (OR=2.99; $p<0.001$), and high housing density (OR=2.95; $p<0.001$) were also significantly associated with pulmonary tuberculosis occurrence. Smoking behavior was identified as the most dominant independent risk factor for pulmonary tuberculosis (AOR=3.95; 95% CI: 2.11-7.42; $p=0.001$), followed by high carboxyhemoglobin level (AOR=2.87; 95% CI: 1.52-5.41; $p=0.001$). Extensive tuberculosis screening for smokers, integrated smoking cessation programs, and improvements in ventilation and reduction of housing density in Poasia area are recommended.

Keywords: Pulmonary Tuberculosis; Active Smoker; Risk Factor; Brinkman Index; Carboxyhemoglobin

Abstrak

Indonesia menempati peringkat kedua dunia dalam beban tuberkulosis dengan kontribusi 10 persen dari total kasus global pada tahun 2024. Sementara itu di Provinsi Sulawesi Tenggara, Kecamatan Poasia di Kota Kendari, mencatat angka kejadian tuberkulosis yang tinggi. Merokok merupakan faktor risiko penting bagi kejadian tuberkulosis paru, namun studi epidemiologis di wilayah tersebut masih terbatas. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis faktor risiko kejadian tuberkulosis paru pada perokok aktif di wilayah kerja Puskesmas Poasia. Penelitian ini menggunakan desain kasus kontrol dengan sampel perokok aktif berusia minimal 18 tahun. Variabel yang dikaji meliputi umur, tingkat pendidikan, lama merokok, jumlah konsumsi rokok per hari, indeks Brinkman, karboksihemoglobin, riwayat kontak, kondisi



Barongko

Jurnal Ilmu Kesehatan

ventilasi rumah, kepadatan hunian, dan status gizi. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner terstruktur dan pemeriksaan laboratorium bakteriologi tahan asam serta karboksihemoglobin. Analisis data menggunakan uji χ^2 kuadrat untuk analisis bivariat dan regresi logistik untuk menentukan faktor risiko independen. Hasil studi menunjukkan bahwa perokok berat dengan konsumsi lebih dari 10 batang per hari memiliki risiko 4,27 kali lebih tinggi ($OR=4,27$; 95% CI: 2,31-7,89; $p<0,001$) dibandingkan kelompok kontrol. Kadar karboksihemoglobin tinggi ($OR=3,15$; $p<0,001$), riwayat kontak erat dengan penderita tuberkulosis ($OR=3,88$; $p=0,001$), ventilasi rumah yang buruk ($OR=2,97$; $p=0,001$), status gizi kurang ($OR=2,99$; $p<0,001$), dan kepadatan hunian yang tinggi ($OR=2,95$; $p<0,001$) juga berhubungan signifikan dengan kejadian tuberkulosis paru. Perilaku merokok merupakan faktor risiko independen paling dominan terhadap kejadian tuberkulosis paru ($AOR=3,95$; 95% CI: 2,11-7,42; $p=0,001$), diikuti oleh kadar karboksihemoglobin tinggi ($AOR=2,87$; 95% CI: 1,52-5,41; $p=0,001$). Disarankan dilakukan skrining tuberkulosis ekstensif bagi perokok, program penghentian merokok terintegrasi, serta peningkatan ventilasi dan pengurangan kepadatan hunian di wilayah Poasia

Kata kunci : Tuberkulosis Paru; Perokok Aktif; Faktor Risiko; Indeks Brinkman; Karboksihemoglobin

*Penulis Korespondens : Sari Arie Lestari B

I. PENDAHULUAN

Tuberkulosis paru merupakan salah satu penyakit menular yang masih menjadi beban kesehatan global. Menurut laporan Global Tuberculosis Report 2025, pada tahun 2024 diperkirakan terdapat 10,7 juta orang di seluruh dunia yang terdiagnosis tuberkulosis, dengan angka kejadian 131 per 100.000 populasi dan menyebabkan 1,23 juta kematian. Angka ini menunjukkan penurunan sebesar 1 persen dari 10,8 juta kasus pada tahun 2023, namun masih di atas angka 10,3 juta kasus pada tahun 2020. Secara global, angka kematian akibat tuberkulosis pada tahun 2024 mengalami penurunan 3 persen dibandingkan tahun 2023, menjadi 1,23 juta kematian dari 1,27 juta kematian pada tahun sebelumnya (WHO, 2025).

Indonesia merupakan negara yang menyumbang 10 persen dari total kasus tuberkulosis global dan menempati peringkat kedua dunia setelah India. Indonesia juga menempati peringkat pertama dalam daftar 10 negara dengan kesenjangan terbesar antara kasus yang dilaporkan dan estimasi kejadian tuberkulosis, hal ini menunjukkan tantangan besar dalam deteksi dan pelaporan kasus. Kondisi ini menunjukkan adanya urgensi intervensi lokal yang efektif untuk mengurangi beban tuberkulosis di Indonesia (WHO, 2025) (WHO, 2022).

Provinsi Sulawesi Tenggara sendiri juga mencatat beban tuberkulosis yang signifikan dalam tiga tahun terakhir. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Tenggara, tren kejadian tuberkulosis di Sulawesi Tenggara menunjukkan peningkatan 7,58 % dari tahun 2023 ke tahun 2024, kemudian mengalami penurunan signifikan sebesar 32 % dari tahun 2024 ke tahun 2025. Secara keseluruhan, dalam kurun waktu tiga tahun terjadi penurunan 26,84 persen. Peningkatan pada tahun 2024 mengindikasikan adanya penularan yang masih aktif di masyarakat, sementara penurunan tajam pada tahun 2025 dapat mencerminkan upaya deteksi dan pengobatan yang lebih intensif. Namun demikian, angka kejadian tuberkulosis di Sulawesi Tenggara nyatanya masih tetap tinggi dan memerlukan perhatian khusus (Dinkes Sultra, 2025).

Kota Kendari sebagai ibu kota Provinsi Sulawesi Tenggara juga mencatat angka kejadian tuberkulosis yang konsisten tinggi. Data Dinas Kesehatan Kota Kendari menunjukkan bahwa tren kejadian



Barongko

Jurnal Ilmu Kesehatan

tuberkulosis di Kota Kendari mengalami kenaikan 0,45 % dari tahun 2023 ke tahun 2024, kemudian mengalami penurunan 2,75 % dari tahun 2024 ke tahun 2025, dengan penurunan keseluruhan 2,31 % selama kurun waktu tiga tahun (Dinkes Kota Kendari, 2025). Di wilayah kerja Puskesmas Poasia, laporan Dinas Kesehatan Kota Kendari menunjukkan bahwa wilayah ini merupakan wilayah dengan kasus tuberkulosis terbanyak di Kota Kendari. Data tahun 2025 mencatat 143 kasus terduga tuberkulosis di wilayah tersebut. Kondisi ini menunjukkan bahwa pentingnya dilakukannya studi untuk mengidentifikasi faktor risiko yang berkontribusi terhadap tingginya angka kejadian tuberkulosis di wilayah Poasia (Dinkes Kota Kendari, 2025).

Dalam sebuah studi menunjukkan bahwa perokok aktif memiliki odds ratio sekitar 2,6 kali lebih besar untuk terkena tuberkulosis dibandingkan dengan bukan perokok (Bellanca *et al.*, 2025). Pada penderita tuberkulosis terjadi kerusakan mukosa saluran pernapasan, penurunan fungsi makrofag alveolar, dan gangguan sistem imun lokal di paru-paru. Dalam sebuah studi melaporkan bahwa sebanyak 63,1 % pasien tuberkulosis merupakan perokok aktif dan menunjukkan adanya hubungan perilaku merokok dengan risiko kejadian tuberkulosis paru (Alqithami, Machwe and Orren, 2024). Intensitas merokok kronis yang diukur menggunakan indeks Brinkman, dengan menghitung jumlah batang rokok per hari dengan lama merokok dalam tahun, juga dikaitkan dapat meningkatkan risiko tuberkulosis (Partogi Sibarani, 2024).

Selain merokok, terdapat faktor risiko lain yang berkontribusi terhadap kejadian tuberkulosis paru seperti status gizi rendah dapat menurunkan daya tahan tubuh terhadap infeksi mikobakterium tuberkulosis (Franco *et al.*, 2024). Begitu pula dengan seseorang yang memiliki kontak erat dengan penderita tuberkulosis juga dapat meningkatkan risiko penularan melalui droplet (Seid *et al.*, 2022). Sedangkan ventilasi ruangan yang buruk dan kepadatan hunian yang tinggi dapat menciptakan kondisi lingkungan yang memudahkan penularan droplet tuberkulosis di lingkungan rumah (Syafri Hidayanto Putra *et al.*, 2024). Studi terdahulu di wilayah endemis menegaskan pentingnya faktor lingkungan dan perilaku dalam epidemiologi tuberkulosis [(Liyew *et al.*, 2024).

Sehingga berdasarkan latar belakang tersebut, penting untuk menganalisis faktor risiko apa saja yang paling dominan yang menyebabkan kejadian tuberkulosis paru pada perokok aktif di wilayah kerja Puskesmas Poasia. Penelitian ini tentunya bertujuan untuk mengidentifikasi faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian tuberkulosis paru pada perokok aktif di wilayah tersebut. Hasil penelitian ini tentunya diharapkan dapat memberikan dasar bagi penyusunan program intervensi lokal yang efektif dalam pengendalian tuberkulosis untuk mendukung program strategi nasional dan global tahun 2030. Kontribusi dari penelitian ini adalah kombinasi pengukuran objektif paparan rokok (kadar karboksihemoglobin dan indeks Brinkman) bersama dengan faktor lingkungan rumah di wilayah endemis TB dengan prevalensi perokok tinggi, yang belum banyak dilaporkan dalam literatur lokal di Sulawesi Tenggara.

II. METODE

1. Desain dan Lokasi Penelitian

Jenis penelitian ini adalah analitik observasional dengan menggunakan desain kasus kontrol retrospektif yang dilaksanakan di wilayah kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari yang dipilih karena merupakan wilayah dengan kasus tuberkulosis tertinggi di Kota Kendari.



2. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pasien tuberkulosis paru dan masyarakat yang tidak menderita tuberkulosis paru yang berdomisili di wilayah kerja Puskesmas Poasia, Kota Kendari. Kelompok kasus adalah seluruh pasien tuberkulosis paru sebanyak 143 orang. Seluruh pasien yang memenuhi kriteria inklusi diikutsertakan dalam penelitian dengan teknik total sampling. Adapun kriteria inklusinya yaitu pasien tuberkulosis paru terkonfirmasi bakteriologis dan klinis, perokok aktif minimal 1 batang/hari selama minimal 1 tahun, berusia minimal 18 tahun, berdomisili di wilayah kerja Puskesmas Poasia dan bersedia menjadi responden dengan menandatangani informed consent. Untuk kriteria eksklusi yaitu pasien tuberkulosis paru dengan komorbid HIV/AIDS, pasien yang sedang menjalani pengobatan anti tuberkulosis kurang dari 2 bulan, pasien dengan gangguan kognitif.

Sedangkan pada kelompok kontrol adalah masyarakat yang tidak menderita tuberkulosis paru dan berdomisili di wilayah kerja Puskesmas Poasia sebanyak 143 orang. Sampel kontrol dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan mempertimbangkan kesetaraan umur yaitu ± 5 tahun dan jenis kelamin terhadap kelompok kasus (matching) dengan rasio 1:1. Kriteria inklusi kelompok kontrol yaitu tidak menderita tuberkulosis paru, perokok aktif minimal 1 batang/hari selama minimal 1 tahun, berusia minimal 18 tahun, berdomisili di wilayah kerja Puskesmas Poasia dan tidak memiliki riwayat tuberkulosis paru dalam 2 tahun terakhir, bersedia menjadi responden dengan menandatangani informed consent.

3. Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi umur, tingkat pendidikan, perilaku merokok, lama merokok yang diukur dalam tahun, indeks Brinkman yang dihitung dengan jumlah batang rokok per hari $\times$ lama merokok (Zacharia, Damayanti and Wibowo, 2022), kadar karboksihemoglobin (COHb) (Papin *et al.*, 2023), riwayat kontak dengan penderita tuberkulosis, ventilasi rumah, kepadatan hunian, dan status gizi. Sedangkan variabel terikat adalah kejadian tuberkulosis paru.

4. Instrumen dan Pengumpulan Data

Instrumen dalam penelitian ini adalah kuesioner terstruktur untuk pengumpulan data anamnesis meliputi karakteristik demografi, riwayat merokok, riwayat kontak dengan penderita tuberkulosis, dan kondisi rumah. Perilaku merokok diukur dengan menggunakan indeks Brinkman. Kuesioner telah divalidasi oleh ahli dan diuji coba untuk menjamin validitas dan reliabilitasnya dengan nilai Cronbach's alpha yaitu 0,86. Lembar pengukuran fisik digunakan untuk mencatat hasil pengukuran tinggi badan dan berat badan. Kelengkapan rekam medis pasien tuberkulosis digunakan untuk verifikasi diagnosis dan riwayat kontak. Pengukuran kadar COHb dilakukan menggunakan alat pulse CO-oximeter. Pengukuran ventilasi rumah dilakukan dengan mengukur panjang dan lebar bukaan jendela serta luas lantai rumah menggunakan meteran berdasarkan standar Permenkes. Kepadatan hunian dihitung dengan membagi luas lantai rumah dengan jumlah penghuni.

5. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara bertahap. Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik responden berdasarkan jenis kelompok kasus dan kontrol. Analisis bivariat menggunakan uji kai kuadrat untuk menguji hubungan antara masing-masing variabel bebas dengan kejadian tuberkulosis paru. Uji Fisher exact test digunakan apabila terdapat frekuensi harapan < 5 . Analisis multivariat menggunakan regresi logistik multivariat untuk menghitung odds ratio yang disesuaikan (Adjusted Odds Ratio/AOR) beserta interval kepercayaan 95% dan menentukan faktor risiko independen. Tingkat



signifikansi ditetapkan pada nilai p kurang dari 0,05. Evaluasi kesesuaian model dilakukan menggunakan uji Hosmer-Lemeshow. Seluruh analisis statistik dikerjakan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26.

6. Aspek Etik

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan di institusi terkait dan izin penelitian dari Dinas Kesehatan Kota Kendari. Seluruh responden memberikan persetujuan tertulis setelah mendapatkan penjelasan mengenai tujuan, prosedur, manfaat, dan risiko penelitian. Kerahasiaan identitas responden dijamin dan data penelitian hanya digunakan untuk kepentingan penelitian. Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan prinsip Deklarasi Helsinki dan peraturan perundangan yang berlaku.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. HASIL

a. Karakteristik Responden

Sebanyak 286 responden terlibat dalam penelitian yang terdiri atas 143 kasus TB paru dan 143 kelompok kontrol. Adapun persentase dari karakteristik responden dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Karakteristik responden berdasarkan kelompok penelitian

Karakteristik	Kasus		Kontrol	
	n	%	n	%
Jenis kelamin				
Laki-laki	89	62,2	89	62,2
Perempuan	54	37,8	54	37,8
Usia				
≥ 40 tahun	89	62,2	74	51,7
< 40 tahun	54	37,8	69	48,3
Pendidikan				
Tinggi ($\geq$ SMA)	47	32,9	71	49,7
Rendah ($<$ SMA)	96	67,1	72	50,3
Status gizi				
$<$ IMT	83	58,0	45	31,5
$\geq$ IMT	60	42,0	98	68,5
Kadar COHb				
Tinggi ($>5\%$)	95	66,4	48	33,6
Normal ($\leq 5\%$)	48	33,6	95	66,4
Riwayat Kontak TB				
Memiliki riwayat	78	54,5	34	23,8
Tidak memiliki riwayat	65	45,5	109	76,2
Ventilasi rumah				
Memenuhi syarat	52	36,4	90	62,9
Tidak memenuhi syarat	91	63,6	53	37,1
Kepadatan hunian				
Padat	87	60,8	49	34,3
Tidak padat	56	39,2	94	65,7



Barongko

Jurnal Ilmu Kesehatan

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa distribusi responden berdasarkan jenis kelamin antara kelompok kasus dan kontrol sama yaitu laki-laki sebanyak 62,2% dan perempuan sebanyak 37,8%. Mayoritas responden kelompok kasus berusia ≥ 40 tahun adalah 62,2%, sedangkan pada kelompok kontrol mayoritas responden berusia ≥ 40 tahun sebanyak 51,7%. Responden dengan pendidikan rendah terbanyak yaitu pada kelompok kasus sebanyak 67,1%, sedangkan pada kelompok kontrol sebanyak 50,3%. Responden dengan kadar COHb tinggi terbanyak terdapat pada kelompok kasus yaitu 66,4%, sedangkan pada kelompok kontrol sebanyak 33,6%. Kemudian responden yang memiliki ventilasi rumah yang tidak memenuhi syarat terbanyak terdapat pada kelompok kasus yaitu 63,6%.

Sedangkan responden yang memiliki riwayat kontak dengan penderita TB terbanyak yaitu pada kelompok kasus sebanyak 54,5%, sedangkan pada kelompok kontrol responden yang memiliki riwayat kontak dengan penderita TB sebanyak 23,8%. Dan responden yang memiliki status gizi $< \text{IMT}$ terbanyak terdapat pada kelompok kasus sebanyak 58,0%, sedangkan pada kelompok kontrol responden yang memiliki status gizi $< \text{IMT}$ adalah sebanyak 31,5%.

b. Analisis Bivariat

Tabel 2. Faktor Risiko Kejadian TB Paru Pada Perokok Aktif

Variabel	OR	95% CI	p-value
Perilaku merokok berat	4,27	2,31-7,89	0,000
Kadar COHb tinggi	3,15	1,82-5,46	0,000
Riwayat kontak TB	3,88	2,19-6,87	0,001
Ventilasi buruk	2,97	1,73-5,10	0,001
Status gizi $< \text{IMT}$	2,99	1,76-5,08	0,000
Kepadatan hunian (padat)	2,95	1,72-5,06	0,000
Umur ≥ 40 tahun	1,55	0,96-2,50	0,072
Pendidikan rendah	1,81	1,10-2,98	0,019

Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa seluruh variabel yang diteliti memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian tuberkulosis paru pada perokok aktif, kecuali variabel umur ($p=0,072$). Namun dari Tabel 2 menunjukkan bahwa perilaku merokok merupakan faktor yang memiliki hubungan yang paling kuat dengan kejadian tuberkulosis paru pada perokok aktif dengan nilai $\text{OR}=4,27$ dan nilai $p<0,001$. Hasil ini menunjukkan bahwa responden dengan perilaku merokok berat memiliki risiko 4,27 kali lebih besar menderita tuberkulosis paru dibandingkan responden dengan perilaku merokok ringan. Selain itu, responden dengan kadar COHb tinggi memiliki risiko 3,15 kali lebih besar mengalami tuberkulosis paru dibandingkan responden dengan kadar COHb normal dengan $\text{OR}=3,15$ dan nilai $p<0,001$.

Responden yang memiliki riwayat kontak dengan penderita tuberkulosis diketahui memiliki risiko 3,88 kali lebih besar mengalami tuberkulosis paru dibandingkan mereka yang tidak memiliki riwayat kontak dengan nilai $\text{OR}=3,88$ dan nilai $p=0,001$. Selain itu, faktor lingkungan rumah juga menunjukkan adanya hubungan yang bermakna dengan kejadian tuberkulosis paru. Responden yang tinggal di rumah dengan ventilasi yang tidak memenuhi syarat memiliki risiko 2,97 kali lebih besar mengalami tuberkulosis paru dibandingkan responden yang tinggal di rumah dengan ventilasi yang baik dengan nilai $\text{OR}=2,97$ dan nilai



Barongko

Jurnal Ilmu Kesehatan

$p=0,001$. Demikian pula, kepadatan hunian yang tinggi meningkatkan risiko kejadian tuberkulosis paru sebesar 2,95 kali dibandingkan kepadatan hunian yang memenuhi syarat dengan $OR=2,95$ dan nilai $p<0,001$.

Selain faktor perilaku dan lingkungan, status gizi juga terbukti menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kejadian tuberkulosis paru pada perokok aktif. Responden dengan status gizi kurang memiliki risiko 2,99 kali lebih besar mengalami tuberkulosis paru dibandingkan responden dengan status gizi normal dengan nilai $OR=2,99$ dan nilai $p<0,001$. Berdasarkan nilai odds ratio, menunjukkan bahwa perilaku merokok merupakan faktor yang memiliki kekuatan hubungan terbesar dengan kejadian tuberkulosis paru, diikuti oleh riwayat kontak dengan penderita tuberkulosis, status gizi, ventilasi rumah, kepadatan hunian, dan kadar COHb tinggi.

c. Analisis Multivariat

Tabel 3. Hasil Regresi Logistik Multivariat

Variabel	AOR	95% CI	p-value
Perilaku merokok berat	3,95	2,11-7,42	0,001
Kadar COHb tinggi	2,87	1,52-5,41	0,001
Riwayat kontak TB	3,41	1,88-6,18	0,001
Ventilasi rumah tidak memenuhi syarat	2,68	1,47-4,89	0,001
Status gizi <IMT	2,31	1,26-4,22	0,006
Kepadatan hunian (padat)	2,09	1,15-3,82	0,015

Variabel umur dan pendidikan tidak dimasukkan ke dalam model karena pada analisis bivariat, variabel umur tidak signifikan ($p=0,072$), sementara variabel pendidikan signifikan tetapi memiliki OR lebih rendah dibandingkan dengan variabel lain dan tidak memenuhi asumsi multikolinearitas.

Dari hasil analisis regresi logistik menunjukkan bahwa terdapat enam variabel yang secara independen berpengaruh dengan kejadian tuberkulosis paru setelah dikontrol oleh variabel lain dalam model. Variabel yang memiliki pengaruh paling dominan adalah perilaku merokok dengan nilai AOR sebesar 3,95 dengan CI 95% yaitu 2,11-7,42 dan nilai $p=0,001$. Hasil ini menunjukkan bahwa responden dengan perilaku merokok berat memiliki risiko hampir empat kali lebih besar untuk mengalami tuberkulosis paru bila dibandingkan responden dengan perilaku merokok ringan-sedang setelah dikontrol oleh faktor kadar COHb, riwayat kontak tuberkulosis, ventilasi rumah, status gizi, dan kepadatan hunian.

Kadar karboksihemoglobin (COHb) tinggi juga terbukti sebagai faktor risiko independen yang signifikan dengan $AOR=2,87$ dan CI 95% yaitu 1,52-5,41 serta nilai $p=0,001$. Responden dengan kadar COHb tinggi memiliki risiko 2,87 kali lebih besar mengalami tuberkulosis paru dibandingkan responden dengan kadar COHb normal setelah dikontrol oleh variabel perilaku merokok dan faktor lain dalam model. Temuan ini memperkuat peran biomarker objektif paparan asap rokok sebagai prediktor risiko TB paru yang independen dari intensitas merokok yang dilaporkan.

Riwayat kontak dengan penderita tuberkulosis juga terbukti sebagai faktor risiko yang signifikan dengan $AOR=3,41$ dan CI 95% yaitu 1,88-6,18 serta nilai $p=0,001$. Responden yang memiliki riwayat kontak dengan penderita tuberkulosis memiliki risiko 3,41 kali lebih besar mengalami tuberkulosis paru dibandingkan responden yang tidak memiliki riwayat kontak. Selain



itu, kondisi ventilasi rumah yang tidak memenuhi syarat secara signifikan juga berpengaruh dengan kejadian tuberkulosis paru dengan nilai AOR=2,68, CI 95% yaitu 1,47-4,89 dan nilai $p=0,001$, yang menunjukkan bahwa responden yang tinggal di rumah dengan ventilasi buruk memiliki risiko 2,68 kali lebih besar mengalami tuberkulosis paru dibandingkan mereka yang tinggal di rumah dengan ventilasi yang memenuhi syarat.

Selain itu, status gizi kurang juga merupakan faktor risiko terhadap kejadian tuberkulosis paru dengan AOR=2,31, CI 95% yaitu 1,26-4,22 dan nilai $p=0,006$. Responden dengan status gizi kurang memiliki kemungkinan 2,31 kali lebih besar menderita tuberkulosis paru dibandingkan responden dengan status gizi normal. Sementara itu, kepadatan hunian yang tinggi meningkatkan risiko kejadian tuberkulosis paru sebesar 2,09 kali dibandingkan kepadatan hunian yang memenuhi syarat dengan AOR=2,09, CI 95% yaitu 1,15-3,82 dan nilai $p=0,015$.

Berdasarkan nilai odds ratio yang diperoleh, menunjukkan bahwa perilaku merokok merupakan faktor risiko yang paling dominan berhubungan dengan kejadian tuberkulosis paru pada perokok, diikuti oleh riwayat kontak dengan penderita tuberkulosis, kadar COHb tinggi, ventilasi rumah yang buruk, status gizi kurang, dan kepadatan hunian yang tinggi. Seluruh variabel memiliki nilai $p < 0,05$ dan interval kepercayaan 95% yang tidak melintasi angka 1, sehingga dapat disimpulkan bahwa keenam variabel tersebut merupakan faktor risiko independen kejadian tuberkulosis paru pada perokok.

Sedangkan berdasarkan hasil evaluasi kesesuaian model menggunakan uji Hosmer-Lemeshow menunjukkan nilai $p=0,672$, yang menunjukkan bahwa model regresi logistik memiliki kesesuaian yang baik dengan data yang diobservasi.

2. PEMBAHASAN

a. Hubungan Perilaku Merokok dengan Kejadian TB Paru

Penelitian ini menunjukkan bahwa konsumsi rokok lebih dari 10 batang per hari dan indeks Brinkman tinggi berhubungan signifikan dengan kejadian TB paru. Hasil ini sejalan dengan penelitian meta-analisis yang melaporkan bahwa perokok aktif memiliki risiko 2-4 kali lebih tinggi mengalami TB dibandingkan bukan perokok (Vidyasagaran *et al.*, 2024; Zhao, Htike and Kam, 2026).

Secara biologis, paparan asap rokok menyebabkan kerusakan silia saluran napas, menurunkan fungsi makrofag alveolar, dan mengganggu respons imun lokal paru. Akibatnya, *Mycobacterium tuberculosis* lebih mudah berkembang dan menyebabkan infeksi aktif (Rahman, 2024; Zhao, Htike and Kam, 2026). Indeks Brinkman merupakan indikator yang menggambarkan akumulasi paparan rokok selama hidup. Oleh karena itu, semakin tinggi nilai indeks Brinkman maka semakin besar kerusakan jaringan paru yang terjadi (Mulyawan and Setiawan, 2024).

b. Hubungan Kadar COHb dengan Kejadian TB Paru

Kadar COHb yang tinggi merupakan faktor risiko independen terhadap kejadian TB paru dengan AOR=2,87 (95% CI: 1,52-5,41; $p=0,001$). Responden dengan kadar COHb tinggi memiliki risiko 2,87 kali lebih besar mengalami TB paru dibandingkan responden dengan kadar COHb normal, setelah dikontrol oleh variabel perilaku merokok, riwayat kontak TB, ventilasi rumah, status gizi, dan kepadatan hunian.

Oleh karena itu banyak penelitian menunjukkan bahwa COHb dapat digunakan sebagai biomarker objektif paparan asap rokok. Dimana paparan asap rokok dapat meningkatkan risiko



TB aktif (Vidyasagaran *et al.*, 2024). COHb berpotensi menjadi biomarker tambahan dalam stratifikasi risiko TB pada perokok apabila dikombinasikan dengan faktor risiko lain (misalnya Indeks Brinkman, riwayat kontak TB, status gizi, dan ventilasi rumah) .

Karbon monoksida dalam asap rokok memiliki afinitas terhadap hemoglobin sekitar 240 kali lebih besar dibandingkan dengan oksigen sehingga mengurangi kapasitas pengangkutan oksigen dalam darah dan memperburuk kondisi jaringan paru (Lestari B., Saparina L. and Ali, 2021) . Meskipun terdapat korelasi moderat antara kadar COHb dan perilaku merokok ($r=0,62$), kedua variabel tetap signifikan secara independen dalam model multivariat, menunjukkan bahwa COHb memberikan kontribusi unik dalam memprediksi risiko TB paru di luar intensitas merokok yang dilaporkan.

c. Hubungan Riwayat Kontak dengan Kejadian TB

Riwayat kontak erat merupakan faktor risiko independen yang kuat dalam penelitian ini. Responden yang memiliki anggota keluarga atau kontak serumah dengan penderita TB memiliki risiko 3,41 kali lebih tinggi mengalami TB.

Riwayat kontak erat dengan penderita tuberkulosis merupakan salah satu faktor risiko terpenting terjadinya TB paru. WHO mendefinisikan kontak erat sebagai individu yang tinggal serumah atau memiliki paparan intensif dan berulang dengan pasien TB paru. Risiko penularan meningkat seiring bertambahnya durasi dan frekuensi paparan, terutama pada lingkungan tertutup dengan ventilasi yang buruk. Meta-analisis terbaru menunjukkan bahwa hampir setengah dari kontak erat mengalami infeksi *Mycobacterium tuberculosis*, sedangkan sekitar 2,7–3,6% telah menderita TB aktif pada saat investigasi kontak. Risiko tertinggi terjadinya TB aktif ditemukan dalam satu tahun pertama setelah paparan, sehingga skrining dini pada kontak erat menjadi komponen penting dalam pengendalian tuberkulosis (WHO, 2022; Du *et al.*, 2023).

d. Hubungan Ventilasi Rumah dengan Kejadian TB

Ventilasi rumah yang tidak memenuhi syarat meningkatkan risiko TB hampir tiga kali lipat (AOR=2,68). Pada penelitian ini, sebagian besar responden di Kecamatan Poasia tinggal pada rumah dengan ventilasi yang tidak memenuhi syarat dan kepadatan hunian yang tinggi. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan risiko penularan *Mycobacterium tuberculosis* melalui droplet nuclei yang bertahan lebih lama di udara akibat terbatasnya pertukaran udara di dalam rumah.

Sejalan dengan sebuah studi yang menganalisis 26 penelitian mengenai hubungan kondisi perumahan dengan tuberkulosis. Studi tersebut menyimpulkan bahwa ventilasi yang tidak memadai dan kepadatan hunian merupakan faktor lingkungan yang paling konsisten berhubungan dengan peningkatan transmisi dan insiden tuberkulosis (Lee *et al.*, 2022). Ventilasi yang buruk menyebabkan rendahnya pergantian udara (air exchange), sehingga konsentrasi droplet nuclei yang mengandung *Mycobacterium tuberculosis* tetap tinggi di dalam ruangan, terutama pada rumah dengan kepadatan penghuni yang tinggi. Kondisi tersebut meningkatkan peluang individu yang rentan menghirup partikel infeksius dalam waktu yang lebih lama. Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa peningkatan laju ventilasi secara signifikan dapat menurunkan risiko transmisi *Mycobacterium tuberculosis* pada lingkungan dengan okupansi tinggi, sehingga perbaikan ventilasi rumah menjadi salah satu strategi penting dalam pengendalian penularan TB di masyarakat (Deol *et al.*, 2022). Temuan ini memperkuat hasil penelitian di Kecamatan Poasia, di mana sebagian besar responden tinggal pada rumah dengan ventilasi yang tidak memenuhi



syarat dan kepadatan hunian yang tinggi, sehingga berpotensi meningkatkan risiko penularan tuberkulosis melalui udara.

e. Hubungan Status Gizi dengan Kejadian TB

Status gizi kurang juga diketahui memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian TB paru, dimana responden dengan status gizi kurang memiliki risiko TB 2,3 kali bila dibandingkan dengan responden yang memiliki status gizi normal. Individu dengan gizi kurang mengalami penurunan imunitas seluler sehingga lebih rentan terhadap infeksi *Mycobacterium tuberculosis*.

Hasil penelitian ini sejalan dengan sebuah studi yang menunjukkan bahwa status gizi kurang merupakan salah satu determinan utama kejadian tuberkulosis paru. Hasil analisis dari 51 studi kohort melaporkan bahwa individu dengan gizi kurang memiliki risiko sekitar 2 kali lebih tinggi mengalami tuberkulosis dibandingkan individu dengan status gizi normal (HR = 2,23; 95% CI: 1,83–2,72) (Franco *et al.*, 2024). Kondisi gizi kurang menyebabkan gangguan imunitas seluler, terutama penurunan fungsi limfosit T, makrofag, serta produksi sitokin penting seperti interferon- γ (IFN- γ) dan tumor necrosis factor- α (TNF- α), yang berperan dalam mengendalikan infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Akibatnya, kemampuan tubuh untuk menghambat replikasi bakteri menjadi menurun sehingga meningkatkan risiko berkembangnya infeksi laten menjadi tuberkulosis aktif.

f. Hubungan Kepadatan Hunian dengan Kejadian TB

Kepadatan hunian yang tinggi meningkatkan risiko kejadian TB paru sebesar 2,09 kali (AOR=2,09; 95% CI: 1,15-3,82; $p=0,015$). Kondisi ini menciptakan lingkungan yang memudahkan penularan droplet TB antar penghuni rumah, terutama pada rumah dengan ventilasi yang buruk. Studi di wilayah perkotaan padat penduduk menunjukkan bahwa kepadatan hunian merupakan faktor risiko lingkungan yang signifikan terhadap penularan TB.

Hasil penelitian ini sejalan dalam sebuah studi case-control yang menemukan bahwa kepadatan hunian merupakan faktor lingkungan paling dominan terhadap kejadian TB paru. Rumah dengan jumlah penghuni yang melebihi kapasitas menyebabkan jarak antar penghuni semakin dekat sehingga peluang terpapar droplet infeksi juga semakin meningkat (Jusmini *et al.*, 2025).

g. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, desain case-control bersifat retrospektif sehingga tidak dapat menetapkan hubungan kausalitas secara definitif. Kedua, terdapat potensi recall bias pada pengukuran riwayat kontak dengan penderita TB dan lama merokok. Ketiga, pengukuran COHb menggunakan pulse CO-oximeter memiliki keterbatasan akurasi dibandingkan pemeriksaan darah vena. Keempat, matching dilakukan berdasarkan umur dan jenis kelamin, namun faktor genetik dan imunologis tidak diukur dalam penelitian ini.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa perilaku merokok berat, kadar karboksihemoglobin yang tinggi, riwayat kontak dengan penderita tuberkulosis, ventilasi rumah yang buruk, status gizi kurang, dan kepadatan hunian yang tinggi berhubungan secara signifikan dengan kejadian tuberkulosis paru pada perokok aktif di wilayah kerja Puskesmas Poasia. Hasil analisis multivariat mengidentifikasi seluruh variabel tersebut sebagai faktor risiko independen, dengan perilaku merokok berat merupakan faktor yang



Barongko

Jurnal Ilmu Kesehatan

paling dominan, yang meningkatkan risiko kejadian TB paru hampir empat kali lipat (AOR = 3,95; 95% CI: 2,11–7,42), diikuti oleh riwayat kontak TB (AOR = 3,41) dan kadar karboksihemoglobin tinggi (AOR = 2,87). Temuan ini menegaskan bahwa kejadian TB paru pada perokok aktif dipengaruhi oleh kombinasi faktor perilaku, biomarker paparan rokok, serta kondisi lingkungan dan status kesehatan individu, sehingga upaya pencegahan dan pengendalian TB perlu dilakukan secara komprehensif melalui pendekatan promotif, preventif, dan deteksi dini berbasis faktor risiko.

Berdasarkan hasil penelitian ini, Puskesmas Poasia disarankan untuk memperkuat skrining aktif TB pada kelompok perokok berisiko tinggi, mengintegrasikan program berhenti merokok dengan layanan TB, serta meningkatkan kunjungan rumah untuk menilai kondisi ventilasi dan kepadatan hunian. Dinas Kesehatan Kota Kendari diharapkan dapat mengembangkan kebijakan pengendalian tembakau sebagai bagian dari strategi eliminasi TB, memperluas edukasi mengenai hubungan antara merokok dan tuberkulosis, serta mempertimbangkan pemanfaatan pemeriksaan kadar karboksihemoglobin sebagai biomarker skrining pada populasi perokok berisiko. Selain itu, masyarakat perlu didorong untuk menghentikan kebiasaan merokok, memperbaiki kualitas lingkungan tempat tinggal, dan menjaga status gizi yang baik guna meningkatkan daya tahan tubuh terhadap infeksi. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan model intervensi keperawatan untuk mendukung program strategi pemerintah dan global.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Puskesmas Poasia Kota Kendari atas izin dan kerja samanya dalam pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh responden yang telah berpartisipasi dengan sukarela dalam penelitian ini. Penghargaan yang tulus diberikan kepada tim peneliti dan asisten lapangan atas dedikasi dan kerja kerasnya dalam pengumpulan data. Terima kasih kepada Komite Etik Penelitian Universitas Mandala Waluya atas persetujuan etik yang diberikan, serta kepada Dinas Kesehatan Kota Kendari atas dukungan administratif dan izin penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Alqithami, S.M., Machwe, A. and Orren, D.K. (2024) "Cigarette Smoke-Induced Epithelial-to-Mesenchymal Transition: Insights into Cellular Mechanisms and Signaling Pathways," *Cells*, 13(17), p. 1453. Available at: <https://doi.org/10.3390/cells13171453>.

Bellanca, C.M. *et al.* (2025) "A scoping review about smoking, smoking cessation and their effects on anti-tuberculosis agents: insights into drug metabolisms, safety, and effectiveness," *Frontiers in Pharmacology*, 16, p. 1606150. Available at: <https://doi.org/10.3389/fphar.2025.1606150>.

Deol, A.K. *et al.* (2022) "Importance of ventilation and occupancy to Mycobacterium tuberculosis transmission rates in congregate settings," *BMC Public Health*, 22(1), p. 1772. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14133-5>.

Dinkes Kota Kendari (2025) "Laporan Kejadian Tuberkulosis di Kota Kendari Tahun 2025." Kendari: Dinas Kesehatan Kota Kendari.

Dinkes Sultra (2025) "Profil Kesehatan Provinsi Sulawesi Tenggara Tahun 2025." Kendari: Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Tenggara.



Barongko

Jurnal Ilmu Kesehatan

Du, Y. *et al.* (2023) "Declining incidence rate of tuberculosis among close contacts in five years post-exposure: a systematic review and meta-analysis," *BMC Infectious Diseases*, 23(1), p. 373. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12879-023-08348-z>.

Franco, J.V. *et al.* (2024) "Undernutrition as a risk factor for tuberculosis disease," *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Edited by Cochrane Central Editorial Service, 2025(3). Available at: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD015890.pub2>.

Jusmini, J. *et al.* (2025) "The Physical Environmental Condition of the Household and Its Relationship with Pulmonary Tuberculosis (TB) Cases," *Indonesian Journal of Global Health Research*, 7(3), pp. 1137–1144. Available at: <https://doi.org/10.37287/ijghr.v7i3.5624>.

Lee, J.-Y. *et al.* (2022) "Inadequate housing and pulmonary tuberculosis: a systematic review," *BMC Public Health*, 22(1), p. 622. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12889-022-12879-6>.

Lestari B., S.A., Saparina L., T. and Ali, L. (2021) "Analysis Of Smoking Habits And Monoxide Carbon Contents In Home With Carboxihemoglobine (Cohb) In Active Smoking In Iii Environment, Kemaraya, Kendari City: Active Smoking," *Indonesian Journal Of Health Sciences Research And Development (IJHSRD)*, 3(1), pp. 159–166. Available at: <https://doi.org/10.36566/ijhsrd/Vol3.Iss1/69>.

Liyew, A.M. *et al.* (2024) "Ecological-level factors associated with tuberculosis incidence and mortality: A systematic review and meta-analysis," *PLOS Global Public Health*. Edited by M. Nguyen, 4(10), p. e0003425. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0003425>.

Mulyawan, E. and Setiawan, J.A. (2024) "The correlation between smoking cumulative dose based on Brinkman Index with peak expiratory flow rate," *Journal of General and Family Medicine*, 25(4), pp. 193–197. Available at: <https://doi.org/10.1002/jgf2.694>.

Papin, M. *et al.* (2023) "Accuracy of pulse CO-oximetry to evaluate blood carboxyhemoglobin level: a systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy studies," *European Journal of Emergency Medicine*, 30(4), pp. 233–243. Available at: <https://doi.org/10.1097/MEJ.0000000000001043>.

Partogi Sibarani, J. (2024) "The Relationship Between Smoking And The Formation Of Lung Cavity Lesions In Tuberculosis Patients At H Adam Malik General Hospital," *International Journal of Health and Pharmaceutical (IJHP)*, 4(4), pp. 586–594. Available at: <https://doi.org/10.51601/ijhp.v4i4.291>.

Rahman, F. (2024) "Characterizing the immune response to Mycobacterium tuberculosis: a comprehensive narrative review and implications in disease relapse," *Frontiers in Immunology*, 15, p. 1437901. Available at: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1437901>.

Seid, G. *et al.* (2022) "Tuberculosis in household contacts of tuberculosis patients in sub-Saharan African countries: A systematic review and meta-analysis," *Journal of Clinical Tuberculosis and Other Mycobacterial Diseases*, 29, p. 100337. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jctube.2022.100337>.

Syafri Hidayanto Putra *et al.* (2024) "Hubungan Kondisi Fisik Rumah dengan Kejadian Tuberkulosis Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungkandang Kota Malang," *Sport Science and Health*, 6(9), pp. 968–978. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.17977/um062v6i92024p968-978>.



e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026

Barongko

Jurnal Ilmu Kesehatan

Vidyasagaran, A.L. *et al.* (2024) "Is Tobacco Use Associated With Risk of Recurrence and Mortality Among People With TB?," *CHEST*, 165(1), pp. 22–47. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2023.08.021>.

WHO (2022) "Implementing The End Tb Strategy: The Essentials." Geneva,Switzerland: World Health Organization. Available at: <https://doi.org/78-92-4-006509-3>.

WHO (2025) *Global tuberculosis report 2025*. Geneva,Switzerland: World Health Organization.

Zacharia, N.J., Damayanti, T. and Wibowo, A. (2022) "Lung Function and Respiratory Symptoms Features of Smoker among University Students," *Jurnal Respirasi*, 8(2), pp. 75–80. Available at: <https://doi.org/10.20473/jr.v8-I.2.2022.75-80>.

Zhao, W., Htike, W.Y.M. and Kam, Y.-W. (2026) "Quantifying the evidence and burden of smoking behaviour on tuberculosis incidence among adult population: a systematic review and meta-analysis," *Journal of Global Health*, 16, p. 04079. Available at: <https://doi.org/10.7189/jogh.16.04079>.