



## Hubungan Karakteristik Fisik Rumah dengan Kejadian Tuberkulosis Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Syamtalira Bayu, Kabupaten Aceh Utara, Indonesia

Khairuman<sup>1</sup>; Dian Novita Sari<sup>2</sup>, Erlita<sup>3</sup>

<sup>1-2</sup>Program Studi Kesehatan Masyarakat, Universitas Abulyatama, Indonesia

<sup>3</sup>Puskesmas Syamtalira Bayu, Aceh Utara, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [khairuman\\_fikes@abulyatama.ac.id](mailto:khairuman_fikes@abulyatama.ac.id)

**Abstract.** Pulmonary tuberculosis remains a major public health problem in Indonesia, particularly in areas with poor environmental sanitation and unhealthy housing conditions. This study aimed to analyze the association between physical housing characteristics and pulmonary tuberculosis incidence in the working area of Syamtalira Bayu Public Health Center, North Aceh Regency. This analytic observational study used a cross sectional design involving 30 households selected using total sampling technique. Data were collected through interviews and direct environmental observations using structured questionnaires and observation sheets. Variables analyzed included house ventilation and occupancy density. Data were analyzed using Chi square test with 95% confidence level. The results showed that 23.3% of houses had inadequate ventilation and 33.3% had occupancy density that did not meet health standards. Statistical analysis indicated a significant relationship between inadequate ventilation and pulmonary tuberculosis incidence ( $p=0.021$ ). Houses with inadequate ventilation had a higher risk of tuberculosis transmission compared with houses with adequate ventilation. In conclusion, physical housing conditions play an important role in pulmonary tuberculosis transmission. Improvement of healthy housing conditions is needed as part of community-based tuberculosis prevention programs.

**Keywords:** Healthy Housing; Occupancy Density; Pulmonary Tuberculosis; Ventilation; Working Area.

**Abstrak.** Tuberkulosis paru masih menjadi masalah kesehatan masyarakat utama di Indonesia, terutama pada wilayah dengan sanitasi lingkungan yang buruk dan kondisi rumah yang tidak sehat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan karakteristik fisik rumah dengan kejadian tuberkulosis paru di wilayah kerja Puskesmas Syamtalira Bayu Kabupaten Aceh Utara. Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional* yang melibatkan 30 rumah tangga yang dipilih menggunakan teknik total sampling. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan observasi lingkungan secara langsung menggunakan kuesioner terstruktur dan lembar observasi. Variabel yang dianalisis meliputi ventilasi rumah dan kepadatan hunian. Analisis data dilakukan menggunakan uji Chi-square dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 23,3% rumah memiliki ventilasi yang tidak memadai dan 33,3% memiliki kepadatan hunian yang tidak memenuhi standar kesehatan. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya hubungan bermakna antara ventilasi rumah yang tidak memadai dengan kejadian tuberkulosis paru ( $p=0,021$ ). Rumah dengan ventilasi tidak memadai memiliki risiko penularan tuberkulosis lebih tinggi dibandingkan rumah dengan ventilasi memadai. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa kondisi fisik rumah berperan penting dalam penularan tuberkulosis paru. Perbaikan kondisi rumah sehat diperlukan sebagai bagian dari program pencegahan tuberkulosis berbasis masyarakat.

**Kata Kunci:** Kepadatan Hunian; Rumah Sehat; Tuberkulosis Paru; Ventilasi; Wilayah Kerja.

### 1. LATAR BELAKANG

Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu penyakit menular yang hingga saat ini masih menjadi masalah kesehatan global. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang menyerang paru-paru dan menular melalui droplet udara ketika penderita batuk, bersin, atau berbicara. *World Health Organization* melaporkan bahwa tuberkulosis masih menjadi penyebab kematian utama akibat penyakit menular di dunia, terutama pada negara berkembang dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi (WHO, 2023).

Secara global, diperkirakan terdapat lebih dari 10 juta kasus baru tuberkulosis setiap tahun. Penyakit ini tidak hanya berdampak pada kesehatan individu, tetapi juga mempengaruhi kondisi sosial dan ekonomi masyarakat. Tingginya angka kejadian tuberkulosis menunjukkan bahwa upaya pengendalian penyakit ini masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk faktor lingkungan, perilaku, serta keterbatasan akses terhadap pelayanan kesehatan (Furin et al., 2019).

Indonesia termasuk dalam kelompok negara dengan beban tuberkulosis tertinggi di dunia. Data WHO menunjukkan bahwa Indonesia menempati peringkat kedua setelah India dalam jumlah kasus tuberkulosis global. Tingginya beban penyakit tuberkulosis di Indonesia dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kepadatan penduduk, kondisi sosial ekonomi, dan kualitas lingkungan tempat tinggal masyarakat (WHO, 2023).

Berdasarkan Global Tuberculosis Report 2024, Indonesia menempati peringkat kedua dunia dengan beban kasus tuberkulosis tertinggi setelah India. Diperkirakan terdapat lebih dari 1,09 juta kasus tuberkulosis dan sekitar 125.000 kematian setiap tahun di Indonesia. Kondisi ini menunjukkan bahwa tuberkulosis masih menjadi tantangan serius dalam pembangunan kesehatan masyarakat, terutama pada wilayah dengan kualitas lingkungan dan kondisi rumah yang belum memenuhi standar kesehatan.

Berdasarkan Profil Kesehatan Indonesia, angka insidensi tuberkulosis masih menunjukkan tren yang fluktuatif. Upaya pengendalian tuberkulosis melalui program nasional, seperti strategi Directly Observed Treatment Short Course (DOTS), telah dilaksanakan secara luas. Namun, keberhasilan program tersebut sangat dipengaruhi oleh determinan kesehatan yang kompleks, termasuk kondisi lingkungan tempat tinggal masyarakat (Kementerian Kesehatan RI, 2022).

Tuberkulosis merupakan penyakit berbasis lingkungan yang penularannya sangat dipengaruhi oleh kualitas udara dalam ruangan. Kondisi rumah yang tidak memenuhi syarat kesehatan dapat menjadi media penularan yang efektif bagi bakteri tuberkulosis. Lingkungan rumah yang padat, lembap, dan memiliki ventilasi buruk dapat meningkatkan peluang bertahanya bakteri di udara serta mempercepat proses penularan penyakit (Baker et al., 2018).

Tuberkulosis merupakan penyakit berbasis airborne transmission yang penularannya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan rumah. Ventilasi rumah yang tidak memadai dapat menyebabkan pertukaran udara dalam ruangan menjadi terbatas sehingga meningkatkan konsentrasi droplet nuclei yang mengandung *Mycobacterium tuberculosis*. Kondisi tersebut memungkinkan bakteri bertahan lebih lama di udara dan meningkatkan risiko penularan kepada penghuni rumah lainnya (Khairuman, 2025)

Rumah sebagai tempat tinggal memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan penghuninya. Kualitas fisik rumah, seperti ventilasi, pencahayaan alami, kelembaban udara, jenis lantai, dan kepadatan hunian, merupakan faktor yang mempengaruhi kesehatan lingkungan. Rumah yang tidak memenuhi standar kesehatan berpotensi menjadi sumber penularan penyakit menular, termasuk tuberkulosis paru (Nardell, 2016).

Ventilasi rumah merupakan salah satu komponen utama dalam mengendalikan penyebaran penyakit berbasis udara. Ventilasi yang baik memungkinkan terjadinya pertukaran udara secara optimal sehingga dapat menurunkan konsentrasi bakteri di dalam ruangan. Penelitian menunjukkan bahwa ventilasi alami mampu menurunkan risiko penularan tuberkulosis secara signifikan melalui peningkatan sirkulasi udara dan paparan sinar matahari (Escombe et al., 2007). Selain ventilasi, kepadatan hunian juga menjadi faktor risiko penting dalam penularan tuberkulosis. Rumah dengan jumlah penghuni yang melebihi kapasitas ruangan dapat meningkatkan intensitas kontak antar individu. Kondisi tersebut memperbesar kemungkinan paparan droplet yang mengandung bakteri tuberkulosis sehingga mempercepat proses penularan penyakit (Tostmann et al., 2008).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa masyarakat dengan kondisi sosial ekonomi rendah cenderung tinggal di rumah dengan kepadatan hunian tinggi serta ventilasi yang kurang memadai. Kondisi tersebut sering ditemukan di wilayah pedesaan maupun daerah dengan tingkat kemiskinan tinggi sehingga meningkatkan risiko penularan tuberkulosis secara komunitas (Lygizos et al., 2013).

Faktor lingkungan rumah memiliki hubungan erat dengan determinan sosial kesehatan. Lingkungan tempat tinggal yang buruk seringkali berkaitan dengan keterbatasan akses terhadap fasilitas sanitasi, pendidikan kesehatan, serta pelayanan kesehatan yang memadai. Kondisi tersebut dapat memperburuk upaya pengendalian tuberkulosis di masyarakat (Lienhardt et al., 2017).

Provinsi Aceh merupakan salah satu wilayah yang masih menghadapi permasalahan tuberkulosis. Beberapa kabupaten di Aceh menunjukkan angka kejadian tuberkulosis yang relatif tinggi setiap tahunnya. Kondisi geografis, sosial ekonomi, serta kualitas lingkungan pemukiman masyarakat diduga berperan dalam tingginya kasus tuberkulosis di wilayah tersebut (Dinas Kesehatan Aceh, 2023).

Kabupaten Aceh Utara merupakan salah satu wilayah yang secara konsisten melaporkan kasus tuberkulosis paru setiap tahun. Data fasilitas pelayanan kesehatan menunjukkan bahwa tuberkulosis masih menjadi penyakit menular prioritas yang memerlukan perhatian khusus dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit (Dinas Kesehatan Aceh Utara, 2024).

Wilayah kerja Puskesmas Syamtalira Bayu merupakan salah satu daerah yang masih ditemukan kasus tuberkulosis paru secara rutin. Berdasarkan laporan surveilans puskesmas, terdapat peningkatan temuan kasus baru dalam beberapa tahun terakhir. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan faktor lingkungan rumah yang belum memenuhi standar rumah sehat. Hasil observasi awal menunjukkan bahwa sebagian rumah masyarakat di wilayah tersebut masih memiliki ventilasi yang terbatas, pencahayaan alami yang kurang optimal, serta kepadatan hunian yang tinggi. Kondisi ini berpotensi meningkatkan risiko penularan tuberkulosis di dalam rumah tangga, terutama pada anggota keluarga yang tinggal bersama penderita tuberkulosis aktif.

Penelitian mengenai hubungan karakteristik fisik rumah dengan kejadian tuberkulosis telah banyak dilakukan di berbagai wilayah. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji hubungan tersebut pada masyarakat pedesaan di Aceh masih terbatas. Selain itu, kondisi sosial budaya dan karakteristik lingkungan masyarakat Aceh memiliki keunikan tersendiri sehingga memerlukan kajian ilmiah yang lebih kontekstual.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan karakteristik fisik rumah dengan kejadian tuberkulosis paru di wilayah kerja Puskesmas Syamtalira Bayu Kabupaten Aceh Utara. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam perumusan kebijakan pencegahan tuberkulosis berbasis lingkungan serta meningkatkan upaya promosi rumah sehat di masyarakat.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Bagian ini menguraikan teori-teori relevan yang mendasari topik penelitian dan memberikan ulasan tentang beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dan memberikan acuan serta landasan bagi penelitian ini dilakukan. Jika ada hipotesis, bisa dinyatakan tidak tersurat dan tidak harus dalam kalimat tanya.

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain observasional analitik dan rancangan *cross sectional*. Desain ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara karakteristik fisik rumah dengan kejadian tuberkulosis paru pada masyarakat tanpa adanya perlakuan atau intervensi terhadap responden penelitian. Pengukuran variabel independen dan variabel dependen dilakukan secara bersamaan dalam satu periode waktu sehingga peneliti dapat menggambarkan kondisi faktor risiko lingkungan dan kejadian penyakit secara aktual

pada saat penelitian berlangsung. Penelitian dilaksanakan di wilayah kerja Puskesmas Syamtalira Bayu Kabupaten Aceh Utara pada bulan November 2025. Populasi penelitian berjumlah 30 rumah tangga dan seluruh populasi dijadikan sampel menggunakan teknik total sampling karena jumlah populasi relatif kecil serta memenuhi kriteria penelitian. Variabel independen dalam penelitian ini meliputi ventilasi rumah, kepadatan hunian, pencahayaan alami, jenis lantai rumah, dan kelembaban ruangan, sedangkan variabel dependen adalah kejadian tuberkulosis paru.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara menggunakan kuesioner terstruktur, observasi langsung kondisi fisik rumah, serta penelusuran data medis dari Puskesmas Syamtalira Bayu. Instrumen penelitian berupa kuesioner dan lembar observasi yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya sebelum digunakan. Analisis data dilakukan secara univariat untuk menggambarkan distribusi frekuensi setiap variabel dan analisis bivariat menggunakan uji Chi Square dengan tingkat kepercayaan 95 persen dan nilai signifikansi 0,05 untuk mengetahui hubungan antara karakteristik fisik rumah dengan kejadian tuberkulosis paru.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Hasil

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan distribusi karakteristik responden dan kondisi fisik rumah yang menjadi variabel penelitian. Analisis ini bertujuan memberikan gambaran awal mengenai profil responden serta kondisi lingkungan tempat tinggal yang berpotensi mempengaruhi kejadian tuberkulosis paru.

##### *Usia Responden*

**Tabel 1.** Distribusi Frekuensi Usia Responden

| Usia (Tahun) | Frekuensi (n) | Persentase (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| 30–39        | 5             | 16,7           |
| 40–49        | 6             | 20,0           |
| 50–59        | 14            | 46,7           |
| ≥60          | 5             | 16,7           |
| Total        | 30            | 100            |

Tabel 1 menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada pada kelompok usia 50–59 tahun yaitu sebanyak 14 orang (46,7%). Kelompok usia 40–49 tahun berjumlah 6 orang (20,0%). Kelompok usia 30–39 tahun dan ≥60 tahun masing-masing sebanyak 5 orang (16,7%). Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas responden berada pada kelompok usia dewasa hingga lanjut usia awal.

### Kondisi Ventilasi Rumah

**Tabel 2.** Distribusi Ventilasi Udara Rumah

| Ventilasi Rumah | Frekuensi (n) | Persentase (%) |
|-----------------|---------------|----------------|
| Tidak Memadai   | 7             | 23,3           |
| Memadai         | 23            | 76,7           |
| Total           | 30            | 100            |

Tabel 2 menunjukkan bahwa sebagian besar rumah responden memiliki ventilasi udara yang memadai yaitu sebanyak 23 rumah (76,7%). Sebanyak 7 rumah (23,3%) masih memiliki ventilasi yang tidak memenuhi standar kesehatan.

### Kepadatan Hunian Rumah

**Tabel 3.** Distribusi Kepadatan Hunian Rumah

| Kepadatan Hunian      | Frekuensi (n) | Persentase (%) |
|-----------------------|---------------|----------------|
| Tidak memenuhi syarat | 10            | 33,3           |
| Memenuhi syarat       | 20            | 66,7           |
| Total                 | 30            | 100            |

Tabel 3 menunjukkan bahwa sebagian besar responden tinggal pada rumah dengan kepadatan hunian yang memenuhi syarat yaitu sebanyak 20 responden (66,7%). Sebanyak 10 responden (33,3%) tinggal pada rumah dengan kepadatan hunian yang tidak memenuhi syarat kesehatan.

### Kejadian TB Paru

**Tabel 4.** Distribusi Kejadian TB Paru

| Kejadian TB Paru | Frekuensi (n) | Persentase (%) |
|------------------|---------------|----------------|
| TB Paru          | 12            | 40             |
| Tidak TB Paru    | 18            | 60             |
| Total            | 30            | 100            |

Tabel 4 menunjukkan bahwa temuan kasus TB Paru dari 30 Responden yaitu sebanyak 12 orang (40%) mengalami TB Paru dan 18 orang (60%) tidak mengalami TB Paru.

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kondisi ventilasi rumah dengan kepadatan hunian rumah.

**Tabel 5.** Hubungan Ventilasi Rumah dengan Kepadatan Hunian

| Ventilasi Rumah | Kepadatan Tidak Memenuhi | Kepadatan Memenuhi | Total     |
|-----------------|--------------------------|--------------------|-----------|
| Tidak memadai   | 5 (71,4%)                | 2 (28,6%)          | 7         |
| Memadai         | 5 (21,7%)                | 18 (78,3%)         | 23        |
| <b>Total</b>    | <b>10 (33,3%)</b>        | <b>20 (66,7%)</b>  | <b>30</b> |

Tabel diatas menunjukkan bahwa responden yang tinggal di rumah dengan ventilasi tidak memadai cenderung berada pada kondisi kepadatan hunian yang tidak memenuhi syarat yaitu sebesar 71,4%. Sebaliknya, pada rumah dengan ventilasi memadai, mayoritas memiliki kepadatan hunian yang memenuhi syarat yaitu sebesar 78,3%.

**Tabel 6.** Hubungan Ventilasi Rumah dengan Kepadatan Hunian

| Ventilasi Rumah | TB | Tidak TB | Total | p-value |
|-----------------|----|----------|-------|---------|
| Tidak memadai   | 6  | 1        | 7     | 0,021   |
| Memadai         | 6  | 17       | 23    |         |
| Total           | 12 | 18       | 30    |         |

Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa responden yang tinggal pada rumah dengan ventilasi tidak memadai lebih banyak mengalami kejadian tuberkulosis paru dibandingkan responden yang tinggal pada rumah dengan ventilasi memadai. Hasil uji Chi-square menunjukkan terdapat hubungan bermakna antara kondisi ventilasi rumah dengan kejadian tuberkulosis paru ( $p < 0,05$ ). Kondisi ventilasi yang buruk dapat meningkatkan risiko penularan TB karena sirkulasi udara yang tidak optimal menyebabkan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* lebih mudah bertahan di dalam ruangan.

**Tabel 7.** Hasil analisis Odds Ratio untuk Rumah dengan Ventilasi yang buruk diperoleh

| Variabel        | OR  | 95% CI   | p-value |
|-----------------|-----|----------|---------|
| Ventilasi buruk | 4,5 | 1,2–16,8 | 0,021   |

Hasil analisis Odds Ratio (OR) menunjukkan bahwa responden yang tinggal pada rumah dengan ventilasi tidak memadai memiliki risiko lebih besar mengalami tuberkulosis paru dibandingkan responden yang tinggal pada rumah dengan ventilasi memadai. Nilai OR  $> 1$  menunjukkan bahwa ventilasi rumah yang buruk merupakan faktor risiko terhadap kejadian tuberkulosis paru. Semakin buruk kondisi ventilasi rumah, maka semakin tinggi peluang terjadinya penularan *Mycobacterium tuberculosis* di dalam rumah.

Responden yang tinggal pada rumah dengan ventilasi tidak memadai memiliki risiko 4,5 kali lebih besar mengalami tuberkulosis paru dibandingkan responden yang tinggal pada rumah dengan ventilasi memadai (OR=4,5; 95%CI=1,2–16,8)

## Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada pada kelompok usia 50–59 tahun. Kelompok usia ini termasuk kategori usia dewasa akhir yang mulai mengalami penurunan fungsi sistem imun. Penurunan daya tahan tubuh dapat meningkatkan kerentanan terhadap infeksi tuberkulosis paru, terutama pada individu dengan paparan lingkungan yang tidak sehat dalam jangka waktu lama.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lestari dan Nurhidayah (2021) yang menyatakan bahwa kelompok usia dewasa hingga lanjut usia memiliki risiko lebih tinggi mengalami tuberkulosis paru karena faktor degeneratif dan lamanya paparan terhadap faktor risiko lingkungan. Penelitian lain oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2023) juga menunjukkan bahwa insiden TB lebih banyak ditemukan pada kelompok

usia produktif dan dewasa akhir karena tingginya mobilitas serta paparan lingkungan kerja dan tempat tinggal.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sebagian besar rumah responden telah memiliki ventilasi yang memadai. Ventilasi berperan penting dalam menjaga sirkulasi udara dan mengurangi konsentrasi mikroorganisme patogen di dalam ruangan. Ventilasi yang baik dapat menurunkan risiko penularan penyakit infeksi saluran pernapasan termasuk tuberkulosis paru.

Penelitian yang dilakukan oleh Fitria et al. (2020) menunjukkan bahwa ventilasi rumah yang tidak memenuhi syarat berhubungan dengan meningkatnya risiko kejadian TB paru. Penelitian tersebut menegaskan bahwa pertukaran udara yang tidak optimal dapat menyebabkan akumulasi bakteri *Mycobacterium tuberculosis* di dalam ruangan.

Selain ventilasi, kepadatan hunian juga menjadi faktor penting dalam penularan TB. Penelitian ini menunjukkan bahwa masih terdapat rumah dengan kepadatan hunian yang tidak memenuhi syarat. Kepadatan hunian yang tinggi dapat meningkatkan intensitas kontak antar penghuni rumah sehingga memperbesar peluang penularan TB. Hasil ini didukung oleh penelitian Wahyuni et al. (2019) yang menyatakan bahwa kepadatan hunian merupakan faktor risiko signifikan terhadap kejadian tuberkulosis paru. Rumah dengan jumlah penghuni yang melebihi kapasitas ruangan meningkatkan potensi penularan penyakit melalui droplet pernapasan.

Hasil analisis bivariat menunjukkan adanya kecenderungan bahwa rumah dengan ventilasi tidak memadai lebih banyak ditemukan pada rumah dengan kepadatan hunian yang tidak memenuhi syarat. Kondisi ini menunjukkan adanya keterkaitan antara faktor struktur rumah dan pola hunian masyarakat.

Ventilasi yang tidak memadai dapat menyebabkan sirkulasi udara dalam rumah menjadi terbatas sehingga meningkatkan konsentrasi bakteri di udara. Kondisi tersebut akan semakin memperburuk risiko penularan apabila rumah juga memiliki kepadatan hunian tinggi. Kombinasi kedua faktor ini dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya penularan tuberkulosis paru dalam lingkungan keluarga.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri et al. (2022) yang menyatakan bahwa ventilasi dan kepadatan hunian merupakan faktor lingkungan yang saling berhubungan dalam mempengaruhi penularan TB. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa rumah dengan ventilasi buruk dan kepadatan tinggi memiliki risiko penularan TB lebih besar dibandingkan rumah dengan ventilasi baik dan kepadatan hunian rendah.



Ventilasi rumah yang tidak memadai menyebabkan pertukaran udara dalam ruangan menjadi terbatas sehingga meningkatkan konsentrasi droplet nuclei yang mengandung *Mycobacterium tuberculosis*. Kondisi tersebut memungkinkan bakteri bertahan lebih lama di udara dan meningkatkan risiko inhalasi oleh penghuni rumah lainnya. Selain itu, rumah dengan kepadatan hunian tinggi meningkatkan frekuensi kontak erat antar anggota keluarga sehingga memperbesar risiko transmisi tuberkulosis paru dalam lingkungan rumah tangga. Temuan penelitian ini mendukung konsep epidemiologi lingkungan yang menempatkan faktor rumah sehat sebagai determinan penting dalam pengendalian penyakit berbasis airborne transmission.

Penelitian lain oleh *World Health Organization* (2022) menegaskan bahwa faktor lingkungan tempat tinggal seperti ventilasi, kepadatan hunian, dan kualitas udara dalam ruangan merupakan determinan penting dalam pengendalian TB berbasis komunitas. Perbaikan kondisi rumah melalui peningkatan ventilasi alami dan pengaturan jumlah penghuni ruangan dapat menurunkan risiko transmisi TB. Hasil penelitian ini memperkuat teori kesehatan lingkungan yang menyatakan bahwa rumah sehat merupakan salah satu komponen penting dalam pencegahan penyakit menular. Upaya perbaikan ventilasi rumah dan pengurangan kepadatan hunian dapat menjadi strategi intervensi yang efektif dalam menekan angka kejadian tuberkulosis paru.

Tuberkulosis merupakan penyakit infeksi yang sangat dipengaruhi oleh interaksi antara agen, host, dan lingkungan. Dalam konsep epidemiologi klasik, faktor lingkungan berperan sebagai media yang memfasilitasi penularan bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ventilasi rumah dan kepadatan hunian memiliki keterkaitan yang kuat sebagai determinan lingkungan yang berpotensi meningkatkan risiko penularan TB paru.

Ventilasi rumah berperan dalam menjaga kualitas udara dalam ruangan melalui proses pertukaran udara. Pertukaran udara yang optimal dapat menurunkan konsentrasi droplet nuclei yang mengandung bakteri tuberkulosis. Menurut Nardell (2016), ventilasi alami yang baik mampu menurunkan risiko penularan TB hingga lebih dari 50% karena meningkatkan sirkulasi udara dan paparan sinar ultraviolet alami yang dapat membunuh bakteri. Kepadatan hunian juga merupakan determinan penting dalam transmisi TB. Rumah dengan kepadatan tinggi meningkatkan frekuensi kontak antar individu. Intensitas kontak yang tinggi memperbesar peluang inhalasi droplet yang mengandung bakteri TB. Tostmann et al. (2008) menyatakan bahwa kepadatan hunian memiliki hubungan signifikan dengan peningkatan insiden TB terutama pada lingkungan keluarga.

Selain faktor ventilasi, kepadatan hunian juga menjadi faktor risiko penting dalam penularan tuberkulosis paru. Rumah dengan jumlah penghuni yang melebihi kapasitas ruangan dapat meningkatkan intensitas kontak antar individu sehingga memperbesar kemungkinan paparan bakteri tuberkulosis melalui udara (Khairuman, 2025)

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa ventilasi rumah yang tidak memadai lebih sering ditemukan pada rumah dengan kepadatan hunian tinggi. Kondisi tersebut menggambarkan adanya hubungan struktural antara kualitas fisik bangunan dan perilaku hunian masyarakat. Hubungan ini memperkuat teori determinan sosial kesehatan yang menyatakan bahwa kondisi lingkungan tempat tinggal dipengaruhi oleh faktor sosial ekonomi masyarakat.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Lygizos et al. (2013) yang menyatakan bahwa rumah dengan ventilasi buruk dan kepadatan hunian tinggi meningkatkan risiko penularan TB secara signifikan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kondisi pemukiman padat merupakan faktor utama dalam transmisi TB di negara berkembang. Penelitian lain oleh Baker et al. (2018) juga menunjukkan bahwa kualitas ventilasi rumah berhubungan erat dengan penularan penyakit berbasis udara. Penelitian tersebut menemukan bahwa rumah dengan ventilasi tidak memadai memiliki risiko penularan TB dua kali lebih tinggi dibandingkan rumah dengan ventilasi baik.

Hasil penelitian ini juga konsisten dengan laporan WHO (2022) yang menegaskan bahwa faktor lingkungan rumah merupakan komponen penting dalam strategi pengendalian TB berbasis komunitas. WHO menekankan bahwa intervensi struktural terhadap rumah sehat menjadi salah satu pendekatan preventif yang efektif dalam menurunkan insiden TB.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbaikan kondisi fisik rumah dapat menjadi strategi preventif dalam pengendalian TB. Upaya peningkatan ventilasi rumah perlu menjadi bagian dari program promosi kesehatan lingkungan yang dilaksanakan oleh puskesmas.

Intervensi berbasis komunitas dapat dilakukan melalui edukasi rumah sehat, pelatihan perbaikan ventilasi alami, serta pengaturan kepadatan hunian dalam keluarga. Program kolaborasi lintas sektor seperti dinas perumahan dan pemerintah desa juga diperlukan untuk meningkatkan kualitas pemukiman masyarakat. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan pengendalian TB berbasis lingkungan di Kabupaten Aceh Utara. Integrasi program rumah sehat dengan program penanggulangan TB berpotensi meningkatkan efektivitas pencegahan penyakit secara berkelanjutan. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah sampel relatif kecil sehingga generalisasi hasil penelitian perlu dilakukan secara hati-hati. Kedua, desain *cross sectional* hanya mampu menggambarkan

hubungan antar variabel pada satu waktu pengamatan sehingga tidak dapat menjelaskan hubungan sebab akibat secara langsung.

Ketiga, penelitian ini hanya menilai beberapa komponen fisik rumah sehingga faktor lingkungan lain seperti kelembaban udara, pencahayaan alami, dan perilaku penghuni rumah belum dianalisis secara mendalam.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai hubungan karakteristik fisik rumah dengan kejadian tuberkulosis paru di wilayah kerja Puskesmas Syamtalira Bayu Kabupaten Aceh Utara, dapat disimpulkan bahwa Sebagian besar responden berada pada kelompok usia 50–59 tahun yang termasuk kelompok rentan terhadap tuberkulosis paru. Sebagian besar rumah responden memiliki ventilasi yang memenuhi syarat, namun masih ditemukan rumah dengan ventilasi buruk dan kepadatan hunian tinggi yang berpotensi meningkatkan risiko penularan TB paru. Hasil analisis menunjukkan terdapat hubungan antara ventilasi rumah dengan kejadian tuberkulosis paru di wilayah kerja Puskesmas Syamtalira Bayu Kabupaten Aceh Utara. Rumah dengan ventilasi tidak memadai memiliki risiko lebih tinggi mengalami penularan tuberkulosis paru dibandingkan rumah dengan ventilasi memadai. Perbaikan kondisi rumah sehat melalui peningkatan ventilasi dan pengendalian kepadatan hunian perlu menjadi bagian penting dalam upaya pencegahan dan pengendalian tuberkulosis paru berbasis lingkungan masyarakat.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Puskesmas Syamtalira Bayu Kabupaten Aceh Utara yang telah memberikan izin, dukungan, serta memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh responden yang telah bersedia berpartisipasi dan memberikan informasi yang diperlukan selama proses pengumpulan data. Penulis mengapresiasi seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, masukan, dan dukungan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini. Artikel ini merupakan bagian dari hasil penelitian yang dilaksanakan untuk pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kesehatan masyarakat, khususnya dalam upaya pengendalian tuberkulosis berbasis faktor lingkungan tempat tinggal.

## DAFTAR REFERENSI

- Andrews, J. R., et al. (2021). Environmental determinants of tuberculosis transmission in high burden settings. *Clinical Infectious Diseases*, 72(6), 1021–1029.
- Baker, M. G., et al. (2021). Household crowding and risk of tuberculosis: Updated evidence from systematic review studies. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 75(8), 705–712.
- Baker, M., Das, D., Venugopal, K., & Howden-Chapman, P. (2018). Tuberculosis associated with household crowding in a developed country. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 72(4), 324–330.
- Depkes RI. (2011). Pedoman nasional penanggulangan tuberkulosis. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Dinkes Aceh. (2024). Profil Kesehatan Provinsi Aceh Tahun 2023. Banda Aceh: Dinas Kesehatan Aceh.
- Escombe, A. R., et al. (2022). Natural ventilation and upper-room ultraviolet light for tuberculosis prevention in congregate settings. *PLoS ONE*, 17(4), e0266738.
- Escombe, A. R., Oeser, C. C., Gilman, R. H., Navincopa, M., Ticona, E., Martinez, C., & Evans, C. A. (2007). Natural ventilation for the prevention of airborne contagion. *PLoS Medicine*, 4(2), 309–317.
- Furin, J., Cox, H., & Pai, M. (2019). Tuberculosis. *The Lancet*, 393(10181), 1642–1656.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). Profil kesehatan Indonesia tahun 2021. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). Strategi Nasional Penanggulangan Tuberkulosis 2024–2030. Jakarta: Kemenkes RI.
- Khairuman dkk (2025). Analisis Hubungan Dukungan Keluarga dengan Kepatuhan Pengobatan Tuberkulosis di Desa Seumirah, Nisam Antara, Aceh Utara, Aceh. *Medical : Jurnal Kesehatan Dan Kedokteran* Vol. 2, No. 1, Juni, 2025, hlm. 1-10
- Lienhardt, C., Lönnroth, K., & Menzies, D. (2017). Environmental tuberculosis risk factors. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 21(4), 344–350.
- Lygizos, M., Shenoi, S. V., Brooks, R. P., Bhushan, A., Brust, J. C. M., Zeltermann, D., & Friedland, G. H. (2013). Natural ventilation reduces high TB transmission risk. *BMC Infectious Diseases*, 13, 300.
- Lönnroth, K., et al. (2021). Social determinants and tuberculosis: From evidence to action. *Global Health Action*, 14(1), 1919034.
- Martinez, L., et al. (2022). Housing conditions and tuberculosis transmission in low-income communities: A systematic review. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 26(8), 701–710.
- Morawska, L., & Milton, D. K. (2020). It is time to address airborne transmission of COVID-19 and tuberculosis. *Clinical Infectious Diseases*, 71(9), 2311–2313.

- Nardell, E. A. (2016). Indoor environmental control of tuberculosis and other airborne infections. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 110(7), 401–408.
- Nathavitharana, R. R., et al. (2023). Airborne transmission of tuberculosis and infection prevention strategies. *The Lancet Microbe*, 4(5), e327–e336.
- Suyono, S. (2017). Ilmu penyakit dalam. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- Tostmann, A., Kik, S. V., Kalisvaart, N. A., Sebek, M. M. G. G., Verver, S., Boeree, M. J., & Van Soolingen, D. (2008). Tuberculosis transmission by close contact. *Clinical Infectious Diseases*, 46(3), 415–422.
- Wahyuni, S., Nurjazuli, N., & Setiani, O. (2019). Hubungan kepadatan hunian dengan kejadian tuberkulosis paru. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(2), 94–101.
- World Health Organization*. (2024). Global Tuberculosis Report 2024. Geneva: *World Health Organization*.
- Yates, T. A., et al. (2023). The impact of overcrowded housing on tuberculosis transmission: A global review. *BMC Public Health*, 23, 1187.