

Faktor Risiko dan Pola Klaster Spasial Kejadian Tuberkulosis Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng, Kabupaten Banyumas

Alfiansyah Wibisono Putra¹, Siti Nurhayati², Aisyah Apriliciliana Aryani^{*2}, Jajang Dede Mulyani³, Vina Dinata Kamila Aryani⁴

¹PT Tatamulia Nusantara Indah, Perusahaan Konstruksi dan Rekayasa, Jakarta Barat 11410

²Jurusan Kesehatan Masyarakat, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto 53122

³Jurusan Pendidikan Jasmani, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto 53122

⁴Jurusan D3 Teknologi Pangan, Politeknik Negeri Lampung, 35141

*Corresponding Author e-mail: aisyah.apriliciliana@unsoed.ac.id

Received: 22 Oktober 2025 | Revised: 24 Desember 2025 | Accepted: 8 Januari 2026

ABSTRAK

Tuberkulosis merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* yang dapat menyerang paru-paru maupun organ lain. Kasus tuberkulosis di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng mengalami peningkatan pada tahun 2023 dengan jumlah kasus tertinggi di Desa Beji sebanyak 27 kasus dan Desa Karangnangka sebanyak 11 kasus. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor risiko dan pola sebaran spasial kejadian tuberkulosis di wilayah tersebut. Penelitian menggunakan metode kuantitatif analitik dengan desain kasus kontrol. Populasi kasus adalah seluruh penderita tuberkulosis di Desa Beji dan Desa Karangnangka tahun 2023, sedangkan populasi kontrol adalah masyarakat yang tidak menderita tuberkulosis. Sampel terdiri atas 35 kasus yang diambil secara total sampling dan 35 kontrol dengan *purposive sampling*. Data dikumpulkan melalui wawancara menggunakan kuesioner, pengukuran lingkungan fisik kamar tidur, dan pengambilan titik koordinat rumah penderita. Analisis data dilakukan menggunakan SPSS, ArcGIS, dan SaTScan melalui analisis univariat, bivariat, multivariat, serta analisis spasial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel yang berhubungan signifikan dengan kejadian tuberkulosis adalah kontak erat ($p=0,032$; $OR=4,423$). Analisis spasial menunjukkan pola sebaran kasus tuberkulosis yang berkelompok dengan dua klaster sekunder. Kesimpulannya, kontak erat menjadi faktor dominan yang meningkatkan risiko kejadian tuberkulosis dan pola sebaran kasus menunjukkan distribusi berkelompok.

Kata Kunci: tuberkulosis, kontak erat, analisis spasial, faktor risiko

ABSTRACT

Tuberculosis is an infectious disease caused by *Mycobacterium tuberculosis* that can affect the lungs or other organs. The number of tuberculosis cases in the working area of Kedungbanteng Public Health Center increased in 2023, with the highest cases found in Beji Village (27 cases) and Karangnangka Village (11 cases). This study aimed to analyze the risk factors and spatial distribution patterns of tuberculosis incidence in the area. This was a quantitative analytic study with a case-control design. The case population included all tuberculosis patients in Beji and Karangnangka Villages in 2023, while the control population consisted of residents without tuberculosis. The samples included 35 cases selected through total sampling and 35 controls using purposive sampling. Data were collected through interviews using questionnaires, measurements of bedroom physical conditions, and recording of household geographic coordinates. Data analysis was performed using SPSS, ArcGIS, and SaTScan through univariate, bivariate, multivariate, and spatial analyses. The results showed that the variable significantly associated with tuberculosis incidence was close contact ($p=0.032$; $OR=4.423$). Spatial analysis indicated a clustered distribution pattern of tuberculosis cases with two secondary clusters. In conclusion, close contact is the dominant factor that increases the risk of tuberculosis, and the distribution pattern of cases shows a clustered tendency.

Keywords: tuberculosis, close contact, spatial analysis, risk factors

PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TBC) masih menjadi permasalahan kesehatan masyarakat global yang signifikan. Penyakit menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* ini terutama menyerang paru-paru dan dapat ditularkan melalui percikan droplet. World Health Organization (2023) melaporkan bahwa Indonesia menempati urutan kedua dengan beban TBC tertinggi di dunia setelah India (World Health Organization, 2023). Di Kabupaten Banyumas, kasus TBC menunjukkan peningkatan setiap tahun, termasuk di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng. Pada tahun 2023, Desa Beji mencatat 27 kasus dan Desa Karangnangka 11 kasus, menjadikannya wilayah dengan jumlah kasus tertinggi.

Berbagai penelitian terkini telah mengidentifikasi sejumlah faktor yang berperan terhadap penularan TBC, antara lain usia, jenis kelamin, pekerjaan, pendidikan, kondisi lingkungan, kepadatan hunian, dan kontak erat dengan penderita (Firmansyah & Kurnia, 2025; Fitrianti, Wahyudi & Murni, 2022). Analisis spasial pada tingkat lokal di Banyumas menunjukkan kluster hotspot TBC yang signifikan berkaitan dengan kepadatan penduduk dan kondisi hunian (Fitrianti et al., 2022). Namun, sebagian besar penelitian lokal belum memadukan analisis multivariat dengan pemetaan spasial pada level desa, sehingga keterbatasan dalam menggali variabel risiko dominan secara komprehensif tetap ada.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian tuberkulosis paru serta menggambarkan pola sebaran spasial kasus TBC di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng, Kabupaten Banyumas. Kebaruan ilmiah dari penelitian ini terletak pada kombinasi analisis statistik multivariat dengan pendekatan spasial yang memberikan pemahaman lebih mendalam tentang distribusi risiko TBC di tingkat desa.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif analitik dengan desain kasus kontrol. Penelitian dilakukan di Desa Beji dan Desa Karangnangka yang termasuk dalam wilayah kerja Puskesmas Kedungbanteng, Kabupaten Banyumas. Populasi kasus adalah seluruh individu yang terdiagnosis tuberkulosis paru pada tahun 2023, sedangkan populasi kontrol adalah masyarakat yang tidak menderita tuberkulosis dan tinggal di wilayah yang sama. Sampel penelitian terdiri atas 35 kasus yang diambil dengan total sampling dan 35 kontrol yang dipilih dengan *purposive sampling* berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Pemilihan kelompok kontrol dilakukan dengan teknik matching berdasarkan usia (± 5 tahun) untuk mengurangi pengaruh faktor perancu usia terhadap kejadian tuberkulosis.

Kriteria inklusi kasus adalah individu yang terdiagnosis tuberkulosis paru oleh tenaga kesehatan (dokter/petugas TB) dan tercatat dalam register TB Puskesmas Kedungbanteng tahun 2023 serta berdomisili dan tinggal tetap di Desa Beji atau Desa Karangnangka selama minimal 6 bulan terakhir.

Kriteria eksklusi kasus adalah responden dengan kondisi tidak mampu diwawancarai (misalnya gangguan komunikasi berat atau kondisi kesehatan sangat lemah) dan tidak memiliki pendamping yang dapat memberikan informasi. Adapun untuk kelompok kontrol, kriteria inklusinya yaitu masyarakat yang tidak menderita Tuberkulosis Paru, dibuktikan dengan tidak tercatat sebagai pasien TB di Puskesmas Kedungbanteng tahun 2023 serta berdomisili dan tinggal tetap di Desa Beji atau Desa Karangnangka selama minimal 6 bulan terakhir. Kriteria eksklusinya yaitu pernah didiagnosis TB Paru atau sedang dalam pengobatan TB sebelumnya.

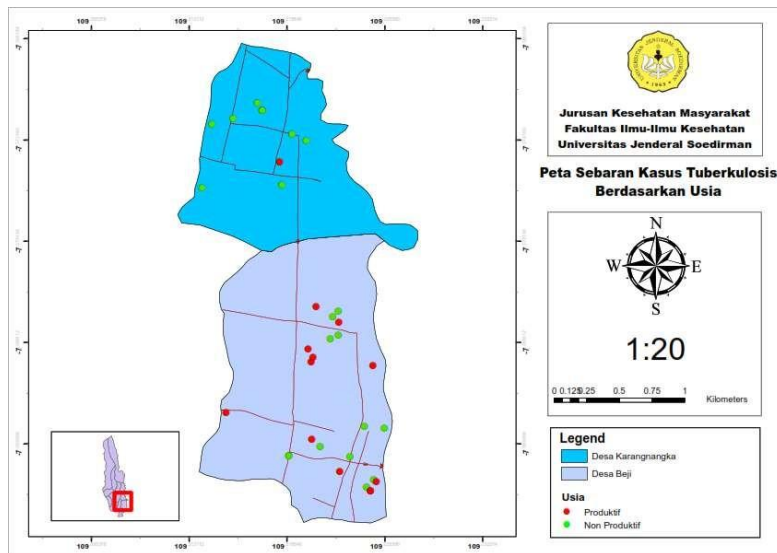
Bahan dan instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kuesioner terstruktur untuk mengumpulkan data karakteristik individu (usia, jenis kelamin, pendidikan, pekerjaan, perilaku merokok, dan riwayat kontak erat), serta alat ukur lingkungan seperti termometer ruangan, higrometer, meteran, dan *Global Positioning System* (GPS) untuk mengukur luas ventilasi, jenis lantai, kepadatan hunian, dan koordinat rumah responden. Penilaian kelayakan kondisi lingkungan fisik rumah dikategorikan memenuhi syarat atau tidak memenuhi syarat berdasarkan standar kesehatan lingkungan rumah menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/Menkes/Per/V/2011.

Sumber data terdiri dari data primer yang diperoleh melalui wawancara langsung dan pengukuran kondisi lingkungan rumah, serta data sekunder yang diambil dari register pasien tuberkulosis dan laporan tahunan Puskesmas Kedungbanteng. Pengumpulan data dilakukan oleh enumerator terlatih dengan kunjungan rumah untuk melakukan wawancara dan pengukuran kondisi fisik lingkungan.

Analisis data dilakukan dalam beberapa tahap. Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan distribusi frekuensi setiap variabel. Analisis bivariat dilakukan menggunakan uji *Chi-Square* untuk mengetahui hubungan antara variabel independen dan kejadian tuberkulosis. Variabel dengan nilai $p \leq 0,25$ dilanjutkan ke analisis multivariat menggunakan regresi logistik model enter untuk mengidentifikasi faktor dominan. Selain itu, dilakukan analisis spasial menggunakan perangkat lunak ArcGIS dan SaTScan untuk memetakan pola sebaran kasus dan mengidentifikasi kluster kejadian tuberkulosis. Analisis kluster spasial dilakukan menggunakan model Bernoulli pada SaTScan, dengan data diklasifikasikan ke dalam kelompok kasus dan kontrol. Pemindaian kluster dilakukan menggunakan circular spatial scanning window, dengan radius maksimum sebesar 50% dari populasi berisiko, untuk mengidentifikasi kluster primer dan sekunder. Keluaran utama yang digunakan dalam analisis ini meliputi *Log Likelihood Ratio* (LLR), *Relative Risk* (RR), dan nilai p , yang diperoleh melalui uji signifikansi Monte Carlo *simulation*, guna menentukan kluster yang bermakna secara statistik.

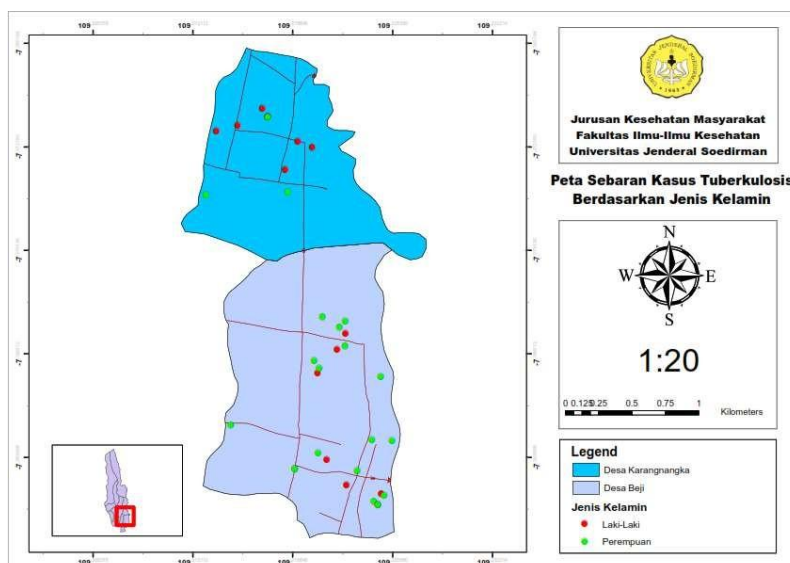
HASIL

Analisis Spasial Kejadian Tuberkulosis



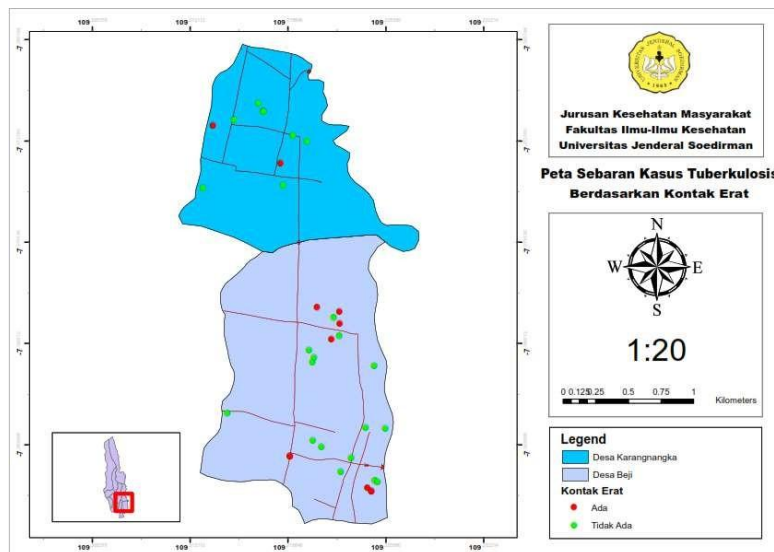
Gambar 1. Sebaran Kasus Tuberkulosis Paru Menurut Kelompok Usia di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng, Kabupaten Banyumas

Gambar 1 memetakan kasus TB Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng berdasarkan usia. Diketahui bahwa sebagian besar penderita tuberkulosis berusia tidak produktif (<15 tahun atau >55 tahun) yaitu sebanyak 22 kasus (62,9%) dan penderita dengan usia produktif (15-55 tahun) sebanyak 13 kasus (37,1%). Desa dengan penderita tuberkulosis berusia produktif terbanyak adalah Desa Beji dengan kasus sebanyak 12 kasus.



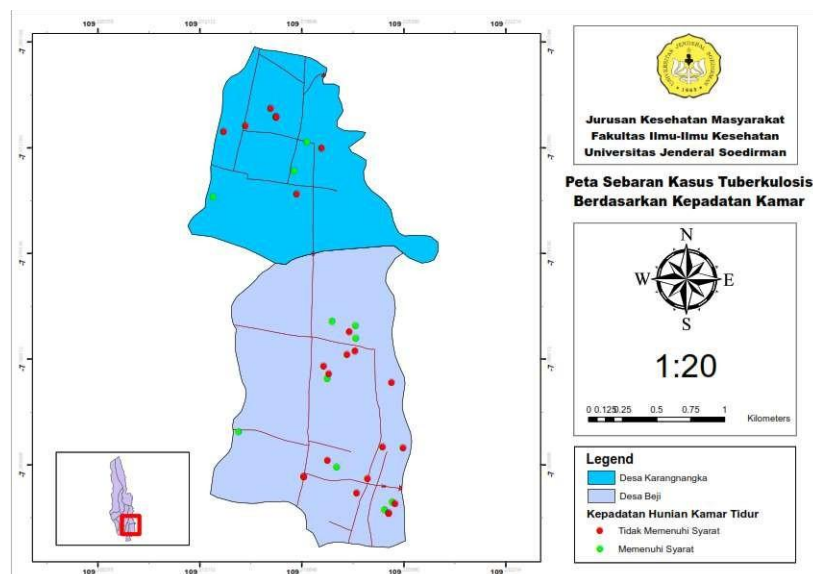
Gambar 2. Sebaran Kasus Tuberkulosis Paru Menurut Kelompok Jenis Kelamin di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng, Kabupaten Banyumas

Gambar 2 memetakan kasus TB Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng berdasarkan jenis kelamin. Diketahui bahwa lebih banyak penderita adalah perempuan yaitu sebanyak 20 kasus (57,1%) dan penderita tuberkulosis berjenis kelamin laki-laki sebanyak 15 kasus (42,9%). Desa dengan jumlah penderita tuberkulosis berjenis kelamin perempuan adalah Desa Beji sebanyak 17 kasus.



Gambar 3. Sebaran Kasus Tuberkulosis Paru Menurut Kelompok Kontak Erat di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng, Kabupaten Banyumas

Gambar 3 memetakan kasus TB Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng berdasarkan kontak erat. Diketahui bahwa lebih banyak penderita tidak terdapat kontak erat yaitu sebanyak 24 kasus (68,6%) dan penderita tuberkulosis yang terdapat kontak erat sebanyak 11 kasus (31,4%). Desa dengan jumlah penderita tuberkulosis yang tidak terdapat kontak erat adalah Desa Beji sebanyak 15 kasus.



Gambar 4. Sebaran Kasus Tuberkulosis Paru Menurut Kepadatan Kamar Hunian di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng, Kabupaten Banyumas

Gambar 4 memetakan kasus TB Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng berdasarkan kepadatan kamar hunian. Diketahui bahwa lebih banyak penderita memiliki kepadatan kamar tidur yang tidak memenuhi syarat yaitu sebanyak 24 kasus (68,6%) dan penderita tuberkulosis dengan kepadatan kamar tidur yang memenuhi syarat sebanyak 11 kasus (31,4%). Desa dengan jumlah penderita tuberkulosis yang memiliki kepadatan kamar tidur yang tidak memenuhi syarat adalah Desa Beji sebanyak 16 kasus.

Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Kejadian Tuberkulosis

Tabel 1 menunjukkan hubungan variable usia, jenis kelamin, kontak erat, dan kepadatan kamar tidur dengan kejadian TB Paru. Variabel yang memiliki hubungan bermakna dengan TB Paru adalah kontak erat. Orang yang memiliki riwayat kontak erat dengan penderita TB Paru berisiko lebih tinggi 4,423 kali dibandingkan dengan orang yang tidak memiliki riwayat kontak orang dengan penderita TB Paru. Dalam penelitian ini, dari 15 orang yang memiliki kontak erat dengan penderita TB Paru, 31,4% diantaranya terkonfirmasi menderita TB Paru.

Tabel 1. Faktor yang Berpengaruh pada Kejadian Tuberkulosis Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungbanteng, Kabupaten Banyumas

Variabel	Frekuensi (%)		p-value	OR	95% CI	
	Kasus n=35	Kontrol n=35			Lower	Upper
Usia						
Produktif (15-55 tahun)	13 (37,1)	20 (57,1)				
Non produktif (<15 tahun >55 tahun)	22 (62,9)	15 (42,9)	0,063	0,368	0,129	1,054
Jenis Kelamin						
Laki-laki	15 (42,9)	10 (28,6)				
Perempuan	20 (57,1)	25 (71,4)	0,259	1,879	0,629	5,614
Kontak Erat						
Ada	11 (31,4)	4 (11,4)				
Tidak Ada	24 (68,6)	31 (88,6)	0,032*	4,423	1,137	17,211
Kepadatan Kamar Tidur						
Tidak memenuhi syarat (<8m ² /2 orang)	24 (68,6)	19 (54,3)				
Memenuhi syarat (≥8m ² /2 orang)	11 (31,4)	16 (45,7)	0,174	2,111	0,719	6,192

PEMBAHASAN

Analisis Spasial Kejadian Tuberkulosis

Hasil analisis spasial menggunakan ArcGIS dan SaTScan menunjukkan bahwa distribusi kasus tuberkulosis di wilayah kerja Puskesmas Kedungbanteng memiliki pola berkelompok (*clustered*), dengan teridentifikasi dua klaster sekunder. Pola berkelompok ini mengindikasikan adanya area dengan tingkat risiko penularan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah sekitarnya. Klaster kasus sebagian

besar terkonsentrasi di Desa Beji dan Desa Karangnangka, dua desa dengan kepadatan penduduk yang relatif tinggi dan kondisi lingkungan yang heterogen.

Fenomena kluster spasial ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa kluster hotspot TBC di Banyumas berkaitan erat dengan kepadatan hunian dan kondisi ventilasi rumah. Lingkungan dengan sirkulasi udara buruk dan kepadatan penghuni tinggi meningkatkan kemungkinan paparan droplet infeksius dari penderita TBC (Dewani, Anandari & Rahardjo, 2025). Hasil ini juga konsisten dengan penelitian yang dilakukan di Jawa Tengah yang menemukan konsentrasi kasus TBC di wilayah dengan akses pelayanan kesehatan terbatas dan tingkat mobilitas penduduk tinggi (Girsang, Halim & Nasution, 2023).

Selain itu, distribusi kasus berdasarkan usia menunjukkan dominasi kelompok usia non-produktif (<15 tahun atau >55 tahun), yang menggambarkan kerentanan imunologis terhadap infeksi TBC. Sementara itu, distribusi berdasarkan jenis kelamin menunjukkan bahwa perempuan lebih banyak menderita TBC dibanding laki-laki, berbeda dengan pola nasional yang biasanya didominasi laki-laki (Kementerian Kesehatan, 2023). Perbedaan ini dapat disebabkan oleh peran domestik perempuan yang lebih sering berada di lingkungan rumah, meningkatkan peluang paparan terhadap anggota keluarga yang terinfeksi.

Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Kejadian Tuberkulosis

Hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa kontak erat merupakan faktor risiko yang berhubungan signifikan dengan kejadian TBC ($p = 0,032$; $OR = 4,423$). Artinya, individu yang memiliki riwayat kontak erat dengan penderita TBC berisiko sekitar 4 kali lebih tinggi untuk tertular dibandingkan individu yang tidak memiliki kontak erat. Temuan ini memperkuat teori penularan TBC melalui udara yang menyatakan bahwa paparan berulang terhadap droplet mengandung *Mycobacterium tuberculosis* dari pasien aktif meningkatkan risiko infeksi, terutama pada kondisi ventilasi buruk dan kepadatan tinggi (World Health Organization, 2023).

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa kontak erat merupakan faktor paling dominan terhadap kejadian TBC di berbagai wilayah Indonesia (Firmansyah & Kurnia, 2025; Fitrianti et al., 2022). Penularan umumnya terjadi di dalam rumah (*household contact*) dengan lama paparan tinggi, misalnya antara anggota keluarga yang tinggal bersama pasien TBC tanpa ventilasi memadai.

Meskipun variabel kepadatan kamar tidur dan usia tidak menunjukkan hubungan yang signifikan secara statistik, kecenderungan arah hubungan ($OR > 1$) mengindikasikan potensi kontribusi terhadap peningkatan risiko. Hal ini mendukung hasil penelitian yang dilakukan oleh Indrawati tahun 2022 yang menyatakan bahwa faktor lingkungan fisik seperti kepadatan kamar tidur dan pencahayaan alami

berperan sebagai faktor risiko tidak langsung terhadap penularan TBC (Nuraini, Suhartono & Raharjo, 2022).

Faktor Risiko yang Tidak Berhubungan dengan Kejadian Tuberkulosis

Meskipun hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa variabel usia tidak berhubungan secara signifikan dengan kejadian tuberkulosis paru ($p = 0,063$), temuan ini menunjukkan adanya kecenderungan risiko yang secara teoritis tetap relevan untuk dibahas. Pada penelitian ini, sebagian besar kasus tuberkulosis ditemukan pada kelompok usia non-produktif (<15 tahun dan >55 tahun), yaitu sebesar 62,9%. Nilai odds ratio yang diperoleh ($OR = 0,368$) mengindikasikan adanya perbedaan distribusi risiko kejadian tuberkulosis berdasarkan kelompok usia, meskipun belum mencapai tingkat signifikansi statistik.

Secara teoritis, kelompok usia non-produktif, khususnya anak-anak dan lanjut usia, memiliki kerentanan imunologis yang lebih tinggi terhadap infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Pada anak-anak, sistem imun yang belum matang meningkatkan risiko progresi infeksi laten menjadi penyakit aktif, sedangkan pada lansia, penurunan fungsi sistem kekebalan tubuh (*immunosenescence*) berperan dalam meningkatkan kerentanan terhadap infeksi tuberkulosis. Temuan ini sejalan dengan laporan WHO dan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa usia ekstrem merupakan kelompok rentan terhadap kejadian tuberkulosis paru.

Tidak signifikannya hubungan usia dalam penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh ukuran sampel yang relatif kecil serta penerapan teknik matching usia pada pemilihan kelompok kontrol, yang secara metodologis bertujuan untuk mengendalikan efek perancu usia. Dengan adanya *matching*, variasi risiko akibat usia menjadi lebih homogen antara kelompok kasus dan kontrol, sehingga hubungan statistiknya menjadi tidak menonjol. Oleh karena itu, meskipun secara statistik tidak bermakna, usia tetap merupakan faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam upaya pencegahan dan pengendalian tuberkulosis, khususnya pada kelompok usia rentan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kepadatan kamar tidur tidak berhubungan secara signifikan dengan kejadian tuberkulosis paru ($p = 0,174$). Namun demikian, nilai odds ratio sebesar 2,111 menunjukkan bahwa responden yang tinggal di kamar tidur dengan kepadatan tidak memenuhi syarat memiliki risiko lebih dari dua kali lipat untuk mengalami tuberkulosis dibandingkan dengan mereka yang tinggal di kamar tidur dengan kepadatan memenuhi syarat. Temuan ini menunjukkan adanya kecenderungan hubungan yang bermakna secara epidemiologis, meskipun belum signifikan secara statistik.

Secara teori, kepadatan hunian merupakan faktor lingkungan yang berperan penting dalam penularan tuberkulosis, terutama melalui peningkatan intensitas dan durasi paparan droplet infeksius di dalam ruangan tertutup. Kamar tidur dengan luas yang tidak memenuhi standar kesehatan memungkinkan

terjadinya sirkulasi udara yang buruk, meningkatkan konsentrasi bakteri di udara, serta memperbesar peluang penularan antar penghuni. Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa kepadatan kamar tidur berhubungan dengan peningkatan risiko tuberkulosis, terutama pada lingkungan rumah tangga dengan ventilasi yang tidak memadai.

Tidak ditemukannya hubungan yang signifikan secara statistik dalam penelitian ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain jumlah sampel yang terbatas, variasi kondisi fisik rumah yang relatif homogen antar responden, serta adanya pengaruh faktor risiko lain yang lebih dominan, seperti kontak erat dengan penderita tuberkulosis. Dalam konteks ini, kepadatan kamar tidur dapat berperan sebagai faktor risiko tidak langsung yang memperkuat efek penularan, khususnya ketika dikombinasikan dengan riwayat kontak erat dan kondisi ventilasi yang buruk.

Dengan demikian, meskipun tidak menunjukkan hubungan bermakna secara statistik, kepadatan kamar tidur tetap perlu diperhatikan dalam upaya pengendalian tuberkulosis berbasis lingkungan, terutama melalui intervensi perbaikan kondisi hunian dan edukasi masyarakat mengenai pentingnya ventilasi dan ruang tidur yang sehat.

Integrasi Analisis Statistik dan Spasial

Kombinasi hasil analisis statistik dan spasial memberikan gambaran komprehensif bahwa penularan TBC di Kedungbanteng bersifat lokal dan terfokus pada area dengan riwayat kontak erat tinggi. Identifikasi dua klaster sekunder mengindikasikan kemungkinan adanya rantai penularan aktif dalam komunitas. Oleh karena itu, pendekatan pengendalian TBC di wilayah ini sebaiknya difokuskan pada intervensi berbasis lokasi (*spatial-targeted intervention*), seperti pelacakan kontak aktif, skrining rumah tangga di area klaster, serta edukasi ventilasi sehat bagi masyarakat.

Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi analisis spasial dengan pendekatan epidemiologis klasik dapat meningkatkan efektivitas surveilans TBC dan membantu tenaga kesehatan dalam menentukan prioritas wilayah intervensi.

Keterbatasan Penelitian

Meskipun penelitian ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai faktor risiko dan pola sebaran spasial kejadian tuberkulosis di wilayah kerja Puskesmas Kedungbanteng, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, informasi mengenai riwayat kontak erat diperoleh melalui wawancara langsung dengan responden, sehingga memungkinkan terjadinya bias recall, terutama pada responden yang mengalami kesulitan mengingat durasi dan intensitas kontak dengan penderita tuberkulosis. Kondisi ini berpotensi memengaruhi akurasi data paparan yang dikumpulkan.

Kedua, desain penelitian kasus kontrol yang digunakan dalam studi ini hanya mampu mengidentifikasi hubungan asosiasi antara faktor risiko dan kejadian tuberkulosis, sehingga tidak dapat memastikan

hubungan kausal secara langsung. Oleh karena itu, hasil penelitian ini perlu diinterpretasikan secara hati-hati dan dipandang sebagai dasar untuk penelitian lanjutan dengan desain longitudinal.

Ketiga, ukuran sampel yang relatif kecil ($n = 70$) dapat membatasi kekuatan statistik penelitian dalam mendeteksi hubungan yang signifikan, khususnya pada variabel yang secara teoritis berperan dalam penularan tuberkulosis tetapi tidak menunjukkan signifikansi secara statistik. Kondisi ini memungkinkan terjadinya *type II error*, di mana hubungan yang sebenarnya ada tidak terdeteksi secara statistik.

Selain itu, penelitian ini belum mempertimbangkan faktor komorbiditas, seperti diabetes melitus, infeksi HIV, maupun status imun responden, yang telah diketahui berperan penting dalam meningkatkan kerentanan terhadap infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Tidak dimasukkannya variabel-variabel tersebut dapat memengaruhi estimasi risiko dan interpretasi hasil analisis multivariat.

Dari sisi analisis spasial, data lokasi yang digunakan dalam penelitian ini hanya merepresentasikan lokasi tempat tinggal responden, sehingga belum mencerminkan lokasi aktivitas harian responden, seperti tempat kerja, sekolah, atau area sosial lainnya. Keterbatasan ini dapat menyebabkan potensi *spatial misclassification*, mengingat paparan penularan tuberkulosis tidak hanya terjadi di lingkungan rumah, tetapi juga di lokasi aktivitas sehari-hari.

Meskipun demikian, keterbatasan-keterbatasan tersebut tidak mengurangi nilai temuan utama penelitian ini, melainkan menjadi dasar penting bagi pengembangan penelitian selanjutnya dengan cakupan sampel yang lebih besar, penambahan variabel komorbid, serta pendekatan spasial yang mempertimbangkan mobilitas dan lokasi aktivitas individu.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kejadian tuberkulosis paru di wilayah kerja Puskesmas Kedungbanteng memiliki pola sebaran spasial yang berkelompok (*clustered*) dengan dua klaster sekunder yang terkonsentrasi di Desa Beji dan Desa Karangnangka. Pola ini mengindikasikan adanya area dengan risiko penularan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah sekitarnya.

Analisis faktor risiko menunjukkan bahwa kontak erat dengan penderita tuberkulosis merupakan faktor yang berhubungan signifikan dengan kejadian tuberkulosis ($p = 0,032$; OR = 4,423), sehingga individu yang memiliki riwayat kontak erat memiliki peluang sekitar empat kali lebih besar untuk tertular. Faktor lain seperti usia dan kepadatan kamar tidur belum menunjukkan hubungan yang bermakna secara statistik, namun tetap berpotensi berkontribusi terhadap peningkatan risiko penularan berdasarkan kecenderungan hasil dan dukungan teori.

Integrasi hasil analisis statistik dan spasial menegaskan bahwa penularan tuberkulosis di wilayah ini bersifat lokal dan terfokus pada area dengan riwayat kontak erat yang tinggi. Oleh karena itu, implikasi kebijakan dari penelitian ini menekankan perlunya pelacakan kontak yang lebih intensif dan sistematis di wilayah klaster, disertai dengan skrining aktif terhadap anggota keluarga dan kontak serumah penderita. Selain itu, upaya pengendalian tuberkulosis perlu diperkuat melalui edukasi masyarakat mengenai pentingnya ventilasi rumah yang sehat, kepadatan hunian yang sesuai standar, serta perilaku pencegahan penularan di lingkungan rumah tangga, khususnya pada wilayah dengan risiko tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dewani, CM, Anandari, D & Rahardjo, S. 2025. Analisis Faktor Risiko dan Pemetaan Kasus Tuberkulosis Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Baturraden I Kabupaten Banyumas. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 23(3):223–228. doi.org/10.14710/MKMI.23.3.223-228.
2. Firmansyah, YW & Kurnia, SC. 2025. Pemetaan Penyakit Tuberkulosis di Wilayah Kerja Puskesmas Cipatat: Sebuah Pemodelan Spasial. *Jurnal Ekologi, Masyarakat dan Sains*. 6(1):44–50. doi.org/10.55448/DWSSG189.
3. Fitrianti, T, Wahyudi, A & Murni, NS. 2022. Analisis Determinan Kejadian Tuberkulosis Paru. *Jurnal 'Aisyiyah Medika*. 7(1). doi.org/10.36729/JAM.V7I1.782.
4. Girsang, YF, Halim, R & Nasution, HS. 2023. Pemetaan dan Faktor Risiko Tuberkulosis di Wilayah Kerja Puskesmas Putri Ayu Tahun 2022. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Mulawarman (JKMM)*. 5(2):01. doi.org/10.30872/jkmm.v5i2.11552.
5. Kementerian Kesehatan. 2023. *Profil Kesehatan Indonesia 2023*.
6. Nuraini, N, Suhartono, S & Raharjo, M. 2022. Hubungan Faktor Lingkungan Fisik Dalam Rumah dan Perilaku Kesehatan dengan Kejadian TB Paru di Purwokerto Selatan Banyumas. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 21(2):210–218. doi.org/10.14710/jkli.21.2.210-218.
7. World Health Organization. 2023. *Global Tuberculosis Report 2023*.