



Pemodelan Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kasus Tuberkulosis Anak di Provinsi Jawa Timur, Indonesia Menggunakan Regresi Poisson Tergeneralisasi

Putroue Keumala Intan ^{1*}, Siti Baitul Rohila ², Luluk Hermawati ³,
Moh. Hafiyusholeh ⁴, Rukman Abdullah ⁵, Abdul Rahman ⁶, Muhamad Frendy
Setyawan ⁷

^{1,2,4} Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, Indonesia

³ Departemen Biologi Medik, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

⁵ Departemen Pendidikan Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

⁶ Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Indonesia

⁷ Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Indonesia.

*Penulis Korespondensi : putroue@uinsa.ac.id

Abstract. Childhood tuberculosis (TB) remains a major public health problem in Indonesia, particularly in East Java Province. This study aimed to identify factors associated with childhood TB cases to support effective disease prevention and control. Since the number of TB cases represents count data that may exhibit overdispersion, Generalized Poisson Regression (GPR) was employed as an appropriate analytical approach. This ecological study used secondary data from 38 districts and municipalities in East Java Province, Indonesia, in 2024, obtained from the East Java Provincial Health Office. Multicollinearity was assessed using the Variance Inflation Factor (VIF). Because overdispersion was detected in the Poisson regression model, the analysis was subsequently performed using Generalized Poisson Regression. The final GPR model included the percentage of the population reporting health complaints, the average number of cigarettes smoked per week, the percentage of households with access to improved sanitation, the percentage of households with access to safe drinking water, the number of healthcare workers, and the number of healthcare facilities as explanatory variables. Model evaluation yielded an Akaike Information Criterion (AIC) value of 457.46 and an Adjusted R^2 value of 0.9813, indicating that the model explained 98.13% of the variation in childhood TB cases. These findings demonstrate that Generalized Poisson Regression is an appropriate method for modeling overdispersed childhood TB count data and provides useful evidence to strengthen tuberculosis surveillance and support targeted public health interventions for childhood TB control in East Java Province.

Keywords: Childhood Tuberculosis; Count Data; East Java; Generalized Poisson Regression; Overdispersion.

Abstrak. Tuberkulosis (TB) pada anak masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang utama di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berhubungan dengan kasus TB pada anak guna mendukung upaya pencegahan dan pengendalian penyakit secara efektif. Karena jumlah kasus TB merupakan data cacah (count data) yang berpotensi mengalami overdispersi, Regresi Poisson Tergeneralisasi (Generalized Poisson Regression/GPR) digunakan sebagai pendekatan analisis yang sesuai. Penelitian ekologi ini menggunakan data sekunder dari 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur, Indonesia, tahun 2024 yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. Pengujian multikolinearitas dilakukan menggunakan Variance Inflation Factor (VIF), dan karena model Regresi Poisson menunjukkan adanya overdispersi, analisis selanjutnya dilakukan menggunakan Regresi Poisson Tergeneralisasi. Model GPR akhir mencakup persentase penduduk yang mengalami keluhan kesehatan, rata-rata jumlah rokok yang dihisap per minggu, persentase rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak, persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum aman, jumlah tenaga kesehatan, dan jumlah fasilitas pelayanan kesehatan sebagai variabel penjelas. Evaluasi model menghasilkan nilai Akaike Information Criterion (AIC) sebesar 457,46 dan Adjusted R^2 sebesar 0,9813, yang menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan 98,13% variasi jumlah kasus TB pada anak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Regresi Poisson Tergeneralisasi merupakan metode yang tepat untuk memodelkan data cacah kasus TB pada anak yang mengalami overdispersi serta dapat memberikan bukti ilmiah yang mendukung penguatan surveilans tuberkulosis dan penyusunan intervensi kesehatan masyarakat yang lebih terarah dalam pengendalian TB pada anak di Provinsi Jawa Timur.

Kata Kunci: Data Cacah; Jawa Timur; Overdispersi; Regresi Poisson Tergeneralisasi; Tuberkulosis Anak.

1. LATAR BELAKANG

Tuberkulosis (TB) masih menjadi salah satu penyakit infeksi penyebab kematian tertinggi di dunia dan terus menjadi tantangan utama kesehatan masyarakat, terutama di negara berpendapatan rendah dan menengah. Menurut Global Tuberculosis Report 2024, diperkirakan terdapat 10,6 juta kasus TB baru di seluruh dunia dengan sekitar 1,3 juta kematian, termasuk sekitar 167.000 kematian pada anak (World Health Organization, 2024). Indonesia menempati peringkat kedua sebagai negara dengan beban TB tertinggi di dunia setelah India, dengan lebih dari satu juta kasus baru yang dilaporkan setiap tahunnya (Faisal et al., 2024). Meskipun program pengendalian TB nasional telah dilaksanakan, pencapaian target eliminasi TB masih menghadapi berbagai tantangan akibat keterlambatan diagnosis, belum optimalnya penemuan kasus, serta hambatan dalam akses pengobatan (Kementerian Kesehatan RI, 2024; Wahyuningsih et al., 2025).

Tuberkulosis pada anak memerlukan perhatian khusus karena anak lebih rentan mengalami TB aktif akibat sistem imun yang belum berkembang secara sempurna (Irmawati et al., 2025). Selain itu, diagnosis TB pada anak jauh lebih sulit dibandingkan pada orang dewasa karena manifestasi klinisnya sering kali tidak spesifik dan konfirmasi bakteriologis sulit diperoleh (Triasih et al., 2025). Akibatnya, banyak kasus TB anak tidak terdiagnosis, yang mencerminkan masih berlangsungnya penularan dari penderita TB dewasa yang infeksius di lingkungan rumah tangga maupun masyarakat (World Health Organization, 2022; World Health Organization, 2024). Karena sebagian besar kasus TB anak berasal dari kontak erat dengan pasien TB dewasa yang infeksius, kejadian TB pada anak juga mencerminkan efektivitas program pencegahan TB, investigasi kontak, dan pengendalian penyakit (Supriyanti et al., 2024). Secara global, TB anak menyumbang sekitar 10–15% dari seluruh kasus TB yang dilaporkan (WHO, 2024). Di Indonesia, TB anak masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang penting karena cakupan penemuan kasus masih berada di bawah tingkat yang diharapkan, sehingga mengindikasikan bahwa sebagian besar anak yang terdampak kemungkinan belum memperoleh diagnosis dan pengobatan secara tepat waktu (Puspita et al., 2026).

Tuberkulosis pada anak secara luas diakui sebagai sentinel event yang mencerminkan masih berlangsungnya penularan *Mycobacterium tuberculosis* di suatu komunitas (World Health Organization, 2022; World Health Organization, 2024). Berbeda dengan orang dewasa, anak yang menderita TB umumnya mengalami penyakit dengan jumlah basil yang sedikit

(paucibacillary disease) sehingga relatif jarang menjadi sumber penularan karena kemampuannya menghasilkan aerosol infeksius lebih rendah (World Health Organization, 2022; Triasih et al., 2025). Sebaliknya, sebagian besar kasus TB pada anak merupakan akibat kontak erat dengan pasien TB dewasa yang infeksius, terutama di lingkungan rumah tangga (Setyoningrum et al., 2024; World Health Organization, 2024). Oleh karena itu, kejadian TB pada anak menunjukkan masih adanya kelemahan dalam deteksi dini, investigasi kontak, dan intervensi pencegahan pada pasien TB dewasa yang infeksius (An et al., 2023; World Health Organization, 2024). Penguatan surveilans TB anak tidak hanya meningkatkan penemuan kasus pada anak, tetapi juga menjadi indikator penting dalam mengevaluasi efektivitas program pengendalian TB (World Health Organization, 2024).

Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu wilayah dengan beban TB tertinggi di Indonesia karena memiliki jumlah penduduk yang besar dan jumlah kasus yang tinggi. Data Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur menunjukkan bahwa jumlah kasus TB meningkat dari 87.048 kasus pada tahun 2023 menjadi 89.217 kasus pada tahun 2024. Pada periode yang sama, tercatat sebanyak 11.456 kasus TB anak atau sekitar 12,8% dari seluruh kasus TB di provinsi tersebut (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2024). Namun demikian, distribusi kasus TB anak sangat bervariasi antar kabupaten/kota. Kota Surabaya mencatat jumlah kasus TB anak tertinggi, diikuti oleh Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Jember, sedangkan Kota Batu melaporkan jumlah kasus yang jauh lebih rendah (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2024). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa wilayah perkotaan dengan kepadatan penduduk tinggi seperti Surabaya, Malang, dan Sidoarjo cenderung memiliki beban TB yang lebih besar (Maharani, 2025). Selain itu, investigasi kontak TB pada anak usia di bawah lima tahun di beberapa kabupaten masih belum dilaksanakan secara optimal sehingga berpotensi meningkatkan penularan di tingkat rumah tangga (Da et al., 2023). Perbedaan geografis tersebut mengindikasikan bahwa karakteristik demografi, lingkungan, dan pelayanan kesehatan dapat berkontribusi terhadap variasi kejadian TB anak di Jawa Timur.

Kejadian TB pada anak dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan. Paparan terhadap pasien TB dewasa di dalam rumah, status gizi yang buruk, serta tidak adanya bekas imunisasi *Bacillus Calmette–Guérin* (BCG) telah diidentifikasi sebagai faktor risiko penting terjadinya TB aktif pada anak (Setyoningrum et al., 2024; Trollfors et al., 2021). Pemenuhan gizi bayi yang optimal, termasuk pemberian air susu ibu (ASI) eksklusif, berperan dalam perkembangan sistem imun dan dapat memengaruhi kerentanan anak terhadap penyakit infeksi pada masa awal kehidupan (Zulfa et al., 2025). Selain itu, faktor lingkungan dan kesehatan masyarakat seperti kepadatan penduduk, perilaku merokok, sanitasi, akses terhadap air minum

aman, serta ketersediaan tenaga kesehatan dan fasilitas pelayanan kesehatan juga dapat memengaruhi penularan TB maupun penemuan kasus (Mohidem et al., 2021; An et al., 2023; Oktavia et al., 2026; Adiguno, 2022). Pemahaman mengenai pengaruh faktor-faktor tersebut secara bersamaan sangat penting dalam penyusunan strategi pencegahan dan pengendalian TB yang lebih efektif, khususnya di wilayah dengan beban TB tinggi seperti Jawa Timur.

Dari sudut pandang statistik, jumlah kasus TB pada anak merupakan data cacah (count data), sehingga Regresi Poisson merupakan metode analisis yang umum digunakan (Widyaningsih & Budiawan, 2023; Wibawa et al., 2023). Akan tetapi, Regresi Poisson mengasumsikan adanya equidispersion, yaitu kondisi ketika nilai varians sama dengan nilai rata-rata (Alvionita, 2022). Dalam praktiknya, data surveilans kesehatan sering kali mengalami overdispersi, yaitu kondisi ketika varians lebih besar daripada rata-rata, sehingga penggunaan Regresi Poisson konvensional dapat menghasilkan simpangan baku yang lebih kecil dari semestinya dan menyebabkan inferensi statistik menjadi kurang akurat (Muhibah, 2020; Aminullah & Purhadi, 2020). Oleh karena itu, pemilihan model statistik yang tepat sangat diperlukan untuk memperoleh estimasi yang andal mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian TB pada anak (Putri, 2024). Regresi Poisson Tergeneralisasi (Generalized Poisson Regression/GPR) dikembangkan sebagai alternatif karena mampu mengakomodasi overdispersi melalui struktur varians yang lebih fleksibel pada data cacah (Desiana & Melaniani, 2022; Al Haris & Arum, 2022).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menunjukkan keunggulan GPR dibandingkan Regresi Poisson konvensional. GPR terbukti memberikan performa model yang lebih baik pada penelitian mengenai kejadian demam berdarah dengue (Lembang et al., 2019), kasus tuberkulosis di Jawa Timur (Wulandari & Salamah, 2022), data pengangguran (Ihsan et al., 2020), serta berbagai data cacah lain yang mengalami overdispersi (Allo et al., 2019). Namun demikian, penelitian yang secara khusus mengkaji faktor-faktor yang berhubungan dengan kasus TB anak pada tingkat kabupaten/kota menggunakan data surveilans terbaru di Provinsi Jawa Timur masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada kasus TB secara umum atau penyakit lain, bukan secara spesifik pada TB anak.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan faktor-faktor yang berhubungan dengan kasus tuberkulosis anak di Provinsi Jawa Timur menggunakan Regresi Poisson Tergeneralisasi. Dengan mengintegrasikan faktor-faktor risiko epidemiologi dan pendekatan pemodelan statistik yang sesuai, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih akurat mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian TB pada anak serta menghasilkan bukti ilmiah yang mendukung penguatan surveilans,

pencegahan, dan strategi pengendalian TB yang lebih efektif di wilayah dengan beban TB tinggi.

2. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan desain penelitian kuantitatif dengan pendekatan ekologi (ecological study) menggunakan data sekunder yang dikumpulkan dari 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur, Indonesia, pada tahun 2024. Data diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur melalui publikasi Statistik Kesehatan Jawa Timur Tahun 2024. Unit analisis dalam penelitian ini adalah kabupaten/kota.

Variabel Penelitian

Variabel dependen dalam penelitian ini adalah jumlah kasus tuberkulosis (TB) pada anak yang dilaporkan di setiap kabupaten/kota. Delapan variabel independen dimasukkan ke dalam analisis berdasarkan kajian pustaka dan ketersediaan data, yaitu: (1) persentase kasus TB yang ditemukan dan diobati (X_1), (2) persentase penduduk yang mengalami keluhan kesehatan (X_2), (3) rata-rata jumlah rokok yang dihisap per minggu (X_3), (4) kepadatan penduduk (X_4), (5) persentase rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak (X_5), (6) persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum aman (X_6), (7) jumlah tenaga kesehatan (X_7), dan (8) jumlah fasilitas pelayanan kesehatan (X_8).

Tabel 1. Variabel Penelitian.

Variabel	Deskripsi	Satuan
Y	Jumlah kasus tuberkulosis (TB) pada anak	Kasus
X_1	Persentase kasus TB yang ditemukan dan diobati	%
X_2	Persentase penduduk yang mengalami keluhan kesehatan	%
X_3	Rata-rata jumlah rokok yang dihisap per minggu	Batang/minggu
X_4	Kepadatan penduduk	Jiwa/km ²
X_5	Persentase rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak	%
X_6	Persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum aman	%
X_7	Jumlah tenaga kesehatan	Orang
X_8	Jumlah fasilitas pelayanan kesehatan	Fasilitas

Analisis Statistik

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap awal diawali dengan analisis statistik deskriptif untuk menggambarkan karakteristik variabel dependen dan variabel independen. Selanjutnya, dibuat scatter plot untuk mengeksplorasi hubungan awal antara jumlah kasus TB pada anak dengan masing-masing variabel prediktor. Multikolinearitas antarvariabel independen diuji menggunakan Variance Inflation Factor (VIF). Variabel dengan nilai VIF lebih dari 10 dianggap mengalami multikolinearitas yang tinggi sehingga dikeluarkan

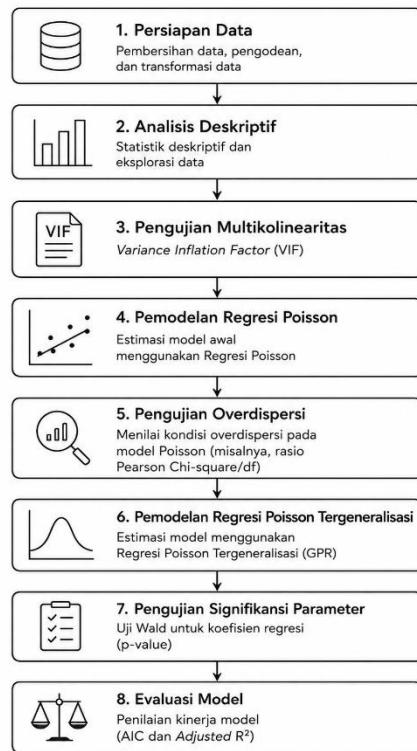
dari analisis berikutnya hingga seluruh variabel yang tersisa memenuhi asumsi bebas multikolinearitas.

Karena variabel dependen berupa data cacah (count data), analisis awal dilakukan menggunakan Regresi Poisson untuk memodelkan hubungan antara jumlah kasus TB pada anak dengan variabel-variabel penjelas. Signifikansi parameter diuji menggunakan uji Wald pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Selanjutnya, asumsi equidispersion pada model Regresi Poisson dievaluasi menggunakan rasio Deviance terhadap derajat bebas (degrees of freedom) dan Pearson Chi-square terhadap derajat bebas. Nilai rasio yang mendekati satu menunjukkan kondisi equidispersion, sedangkan nilai lebih besar dari satu menunjukkan adanya overdispersi dan nilai kurang dari satu menunjukkan underdispersi.

Apabila terdeteksi overdispersi, analisis dilanjutkan menggunakan Regresi Poisson Tergeneralisasi (Generalized Poisson Regression/GPR). Estimasi parameter dilakukan menggunakan metode Maximum Likelihood Estimation (MLE), kemudian dilanjutkan dengan pengujian signifikansi parameter untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berhubungan dengan kasus TB pada anak. Kinerja model dievaluasi menggunakan Akaike Information Criterion (AIC) dan Adjusted R^2 . Model dengan nilai AIC yang lebih kecil dianggap memiliki tingkat kecocokan (goodness-of-fit) yang lebih baik, sedangkan nilai Adjusted R^2 digunakan untuk menilai proporsi variasi jumlah kasus TB pada anak yang dapat dijelaskan oleh model.

Alur Penelitian

Tahapan analisis penelitian meliputi persiapan data, analisis deskriptif, pengujian multikolinearitas, pemodelan menggunakan Regresi Poisson, pengujian overdispersi, pemodelan menggunakan Regresi Poisson Tergeneralisasi (GPR), pengujian signifikansi parameter, serta evaluasi model. Kerangka analisis penelitian secara lengkap disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik Deskriptif

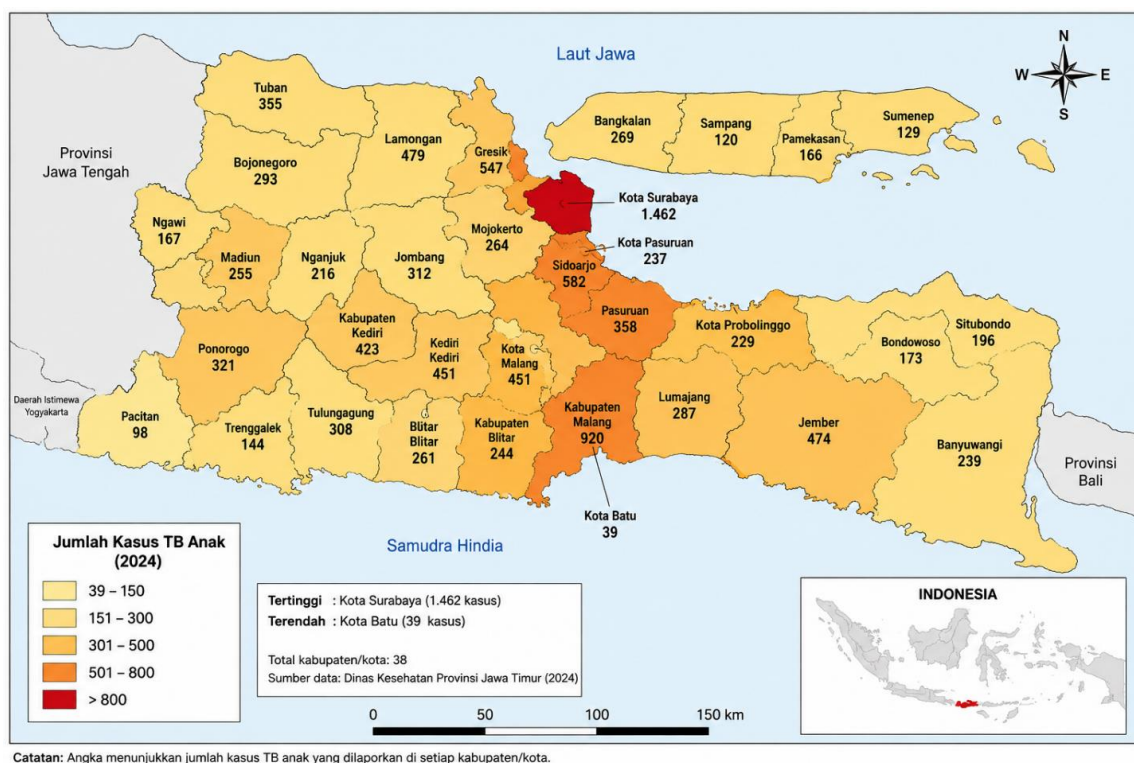
Tabel 2 menyajikan statistik deskriptif kasus tuberkulosis (TB) pada anak dan variabel-variabel penjelas pada 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Rata-rata jumlah kasus TB pada anak adalah 284,80 kasus (SD = 255,60), dengan rentang antara 39 kasus di Kota Batu hingga 1.462 kasus di Kota Surabaya. Hasil ini menunjukkan adanya heterogenitas yang cukup besar dalam distribusi kasus TB pada anak di seluruh wilayah Provinsi Jawa Timur. Variasi yang cukup besar juga terlihat pada variabel-variabel penjelas, terutama yang berkaitan dengan sumber daya kesehatan dan indikator lingkungan, yang mengindikasikan adanya perbedaan karakteristik demografi, kapasitas pelayanan kesehatan, serta kondisi lingkungan antar kabupaten/kota.

Tabel 2. Statistik deskriptif variabel penelitian pada 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur, Indonesia.

Variabel	Rata-rata	Median	SD	Minimum	Maksimum
Kasus TB anak (Y)	284,80	219,50	255,60	39	1.462
Kasus TB yang ditemukan dan diobati (X_1)	17.739,00	14.914,50	16.662,37	3.256	105.003
Persentase penduduk yang mengalami keluhan kesehatan (%) (X_2)	29,19	28,78	5,26	15,88	39,36
Rata-rata jumlah rokok yang dihisap per minggu (X_3)	78,75	77,41	14,88	56,26	119,73

Kepadatan penduduk (jiwa/km ²) (X ₄)	1.100,40	1.108,20	686,90	137,40	2.922,00
Rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak (%) (X ₅)	17.962,30	7.021,00	26.566,20	0,00	138.903,00
Rumah tangga dengan akses terhadap air minum aman (%) (X ₆)	80,71	78,50	68,51	1,00	360,00
Jumlah tenaga kesehatan (X ₇)	861,50	39,00	4.827,00	6	29.797
Jumlah fasilitas pelayanan kesehatan (X ₈)	1.305,00	1.267,00	757,00	204	3.133

Hasil statistik deskriptif menunjukkan adanya variasi yang cukup besar antar kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Kepadatan penduduk, perilaku merokok, cakupan sanitasi, akses terhadap air minum aman, serta ketersediaan sumber daya pelayanan kesehatan menunjukkan perbedaan yang cukup mencolok di seluruh wilayah penelitian. Heterogenitas tersebut mengindikasikan bahwa kejadian TB pada anak kemungkinan dipengaruhi oleh berbagai faktor kontekstual, sehingga diperlukan analisis statistik lebih lanjut untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berhubungan dengan jumlah kasus TB pada anak. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai penyebaran kasus TB pada anak, distribusi spasial kasus yang dilaporkan di seluruh Provinsi Jawa Timur disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi spasial kasus tuberkulosis (TB) pada anak yang dilaporkan di kabupaten/kota Provinsi Jawa Timur, Indonesia.

Gambar 2 menunjukkan adanya variasi spasial yang cukup besar dalam jumlah kasus TB pada anak di 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Kota Surabaya mencatat jumlah kasus TB pada anak tertinggi, yaitu sebanyak 1.462 kasus, sedangkan Kota Batu melaporkan jumlah

kasus terendah, yaitu 39 kasus. Beberapa kabupaten/kota dengan jumlah penduduk yang relatif besar juga menunjukkan jumlah kasus TB pada anak yang lebih tinggi, sedangkan wilayah dengan jumlah penduduk yang lebih kecil cenderung melaporkan kasus yang lebih sedikit. Temuan ini menunjukkan bahwa beban TB pada anak belum terdistribusi secara merata di seluruh Provinsi Jawa Timur.

Variasi geografis yang diamati sejalan dengan laporan World Health Organization (2024), yang menyatakan bahwa distribusi TB pada anak di negara-negara dengan beban TB tinggi masih menunjukkan ketimpangan akibat perbedaan dinamika penularan, akses terhadap pelayanan kesehatan, serta sistem penemuan kasus. Demikian pula, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2024) melaporkan adanya variasi yang cukup besar dalam angka notifikasi TB antarprovinsi, yang mencerminkan perbedaan infrastruktur pelayanan kesehatan dan kapasitas surveilans. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa kabupaten/kota dengan kepadatan penduduk yang tinggi di Provinsi Jawa Timur umumnya memiliki beban TB yang lebih besar dibandingkan wilayah dengan kepadatan penduduk yang lebih rendah (Maharani, 2025). Selain itu, penguatan pelayanan kesehatan dan pelaksanaan penemuan kasus secara aktif (*active case finding*) berperan penting dalam meningkatkan deteksi TB pada anak (Da et al., 2023).

Variasi yang cukup besar baik pada variabel respons maupun variabel penjelas menunjukkan bahwa analisis deskriptif saja belum mampu menjelaskan perbedaan jumlah kasus TB pada anak antar kabupaten/kota. Oleh karena itu, dilakukan analisis statistik lanjutan menggunakan model regresi yang dirancang khusus untuk data cacah (*count data*) guna mengevaluasi hubungan antara jumlah kasus TB pada anak dengan variabel-variabel penjelas.

Pengujian Multikolinearitas

Sebelum dilakukan estimasi model, multikolinearitas antarvariabel penjelas diuji menggunakan Variance Inflation Factor (VIF). Multikolinearitas terjadi ketika dua atau lebih variabel penjelas memiliki korelasi yang tinggi sehingga dapat menyebabkan estimasi koefisien menjadi tidak stabil, meningkatkan nilai simpangan baku (*standard error*), serta menurunkan kemampuan interpretasi model regresi (Kutner et al., 2005; Montgomery et al., 2021). Pada penelitian ini, variabel dengan nilai VIF lebih dari 10 dianggap mengalami multikolinearitas yang tinggi sehingga dikeluarkan secara bertahap dari model.

Hasil pengujian awal menunjukkan bahwa empat variabel penjelas (X_1 , X_4 , X_7 , dan X_8) memiliki nilai VIF melebihi batas yang direkomendasikan, sehingga mengindikasikan adanya multikolinearitas yang kuat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan eliminasi variabel secara bertahap berdasarkan nilai VIF tertinggi. Variabel X_1 dikeluarkan pada iterasi

pertama karena memiliki nilai VIF terbesar, kemudian diikuti oleh variabel X₄ pada iterasi kedua setelah nilai VIF-nya masih berada di atas batas yang dapat diterima.

Tabel 3. Hasil Akhir Pengujian Multikolinearitas

Variabel	VIF
X2	1.17
X3	1.35
X5	4.08
X6	1.40
X7	2.73
X8	1.91

Setelah dilakukan proses seleksi variabel secara bertahap, seluruh variabel penjelas yang tersisa memiliki nilai VIF kurang dari 10, yang menunjukkan bahwa masalah multikolinearitas telah berhasil diatasi. Oleh karena itu, model akhir mempertahankan enam variabel penjelas, yaitu X₂, X₃, X₅, X₆, X₇, dan X₈, untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan Regresi Poisson dan Regresi Poisson Tergeneralisasi (Generalized Poisson Regression/GPR). Penanganan multikolinearitas sebelum proses pemodelan regresi merupakan langkah penting karena korelasi yang tinggi antarvariabel penjelas dapat menghasilkan koefisien regresi yang tidak stabil serta menurunkan keandalan inferensi statistik (Kutner et al., 2005; James et al., 2021). Dengan mengeliminasi variabel yang menunjukkan multikolinearitas tinggi, model regresi yang dihasilkan memberikan estimasi parameter yang lebih stabil dan meningkatkan interpretasi hubungan antara variabel penjelas dengan kasus tuberkulosis pada anak.

Regresi Poisson dan Pengujian Overdispersi

Karena variabel respons berupa jumlah kasus tuberkulosis (TB) pada anak merupakan data cacah (count data), dan hasil uji Goodness-of-Fit menggunakan statistik Pearson Chi-Square menghasilkan nilai p-value sebesar 0,127 ($> 0,05$), maka analisis awal dilakukan menggunakan Regresi Poisson untuk memodelkan hubungan antara jumlah kasus TB pada anak dengan variabel-variabel penjelas. Regresi Poisson merupakan metode yang banyak digunakan untuk menganalisis data cacah karena mengasumsikan bahwa variabel respons mengikuti distribusi Poisson dan memodelkan nilai harapan jumlah kejadian sebagai fungsi log-linear dari variabel penjelas (Widyaningsih & Budiawan, 2023; Wibawa et al., 2023). Berdasarkan hasil estimasi koefisien regresi, model Regresi Poisson yang diperoleh dinyatakan sebagai berikut:

$$\log(\mu_i) = -4,741364 - 0,001627X_2 - 0,006285X_3 - 0,000005X_5 \\ + 0,0000842X_6 + 0,0000143X_7 + 0,035998X_8 \quad (1)$$

μ_i : nilai harapan jumlah kasus TB anak pada kabupaten/kota ke- i
 X_2 : persentase penduduk yang mengalami keluhan kesehatan (%)
 X_3 : rata-rata jumlah rokok yang dihisap per minggu (batang/minggu)
 X_5 : persentase rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak (%)
 X_6 : persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum aman (%)
 X_7 : jumlah tenaga kesehatan (orang)
 X_8 : jumlah fasilitas pelayanan kesehatan (fasilitas)

Gambar 3. Hasil Estimasi Koefisien Regresi.

Koefisien regresi yang dihasilkan menunjukkan arah hubungan antara masing-masing variabel penjelas dengan jumlah kasus TB pada anak yang diharapkan. Koefisien bernilai positif menunjukkan bahwa peningkatan nilai variabel penjelas akan meningkatkan jumlah kasus TB pada anak yang diperkirakan, sedangkan koefisien bernilai negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan, dengan asumsi variabel lainnya tetap konstan.

Salah satu asumsi utama dalam Regresi Poisson adalah equidispersion, yaitu kondisi ketika varians variabel respons sama dengan nilai rata-ratanya (Alvionita, 2022). Pelanggaran terhadap asumsi ini dapat menyebabkan estimasi simpangan baku menjadi bias sehingga inferensi statistik menjadi kurang andal. Oleh karena itu, karakteristik dispersi data perlu dievaluasi sebelum hasil model regresi diinterpretasikan (Muhibah, 2020; Aminullah & Purhadi, 2020).

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa varians jumlah kasus TB pada anak sebesar 65.351,2 jauh lebih besar dibandingkan nilai rata-ratanya, yaitu 284,8, yang mengindikasikan adanya potensi overdispersi. Temuan tersebut selanjutnya dikonfirmasi menggunakan statistik deviance, yang menghasilkan rasio deviance terhadap derajat bebas (*deviance/degree of freedom*) sebesar 40,66, jauh lebih besar daripada nilai yang diharapkan, yaitu satu.

Adanya overdispersi menunjukkan bahwa model Regresi Poisson mengestimasi variabilitas data lebih rendah daripada kondisi sebenarnya sehingga melanggar asumsi equidispersion. Dalam kondisi demikian, model Regresi Poisson konvensional berpotensi menghasilkan estimasi simpangan baku yang terlalu kecil dan pengujian signifikansi yang menyesatkan (Desiana & Melaniani, 2022). Oleh karena itu, Regresi Poisson dinilai kurang sesuai untuk menganalisis data pada penelitian ini, sehingga analisis selanjutnya dilakukan menggunakan Regresi Poisson Tergeneralisasi (Generalized Poisson Regression/GPR) yang lebih sesuai untuk memodelkan data cacah yang mengalami overdispersi (Aminullah & Purhadi, 2020; Wulandari & Salamah, 2022).

Model Regresi Poisson Tergeneralisasi

Hasil pengujian overdispersi pada model Regresi Poisson menghasilkan nilai deviance sebesar 40,66 (>1), yang menunjukkan bahwa asumsi equidispersion tidak terpenuhi. Oleh karena itu, hubungan antara jumlah kasus tuberkulosis (TB) pada anak dengan variabel-variabel penjelas dianalisis menggunakan Regresi Poisson Tergeneralisasi (Generalized Poisson Regression/GPR). GPR merupakan pengembangan dari Regresi Poisson konvensional yang mampu mengakomodasi overdispersi pada data cacah (count data), sehingga menghasilkan estimasi parameter dan inferensi statistik yang lebih andal dibandingkan Regresi Poisson standar ketika varians melebihi nilai rata-rata (Consul & Famoye, 1992; Famoye, 1993). Model akhir terdiri atas enam variabel penjelas yang telah memenuhi asumsi multikolinearitas, yaitu persentase penduduk yang mengalami keluhan kesehatan (X_2), rata-rata jumlah rokok yang dihisap per minggu (X_3), persentase rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak (X_5), persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum aman (X_6), jumlah tenaga kesehatan (X_7), dan jumlah fasilitas pelayanan kesehatan (X_8).

Model Regresi Poisson Tergeneralisasi yang diperoleh dinyatakan sebagai berikut:

$$\mu_i = \exp(3,176088 - 0,008458X_2 - 0,002504X_3 + 0,000004X_5 - 0,000271X_6 + 0,000007X_7 + 0,034497X_8). \quad (1)$$

μ_i	: nilai harapan jumlah kasus tuberkulosis (TB) anak pada kabupaten/kota ke-i
X_2	: persentase penduduk yang mengalami keluhan kesehatan (%)
X_3	: rata-rata jumlah rokok yang dihisap per minggu (batang/minggu)
X_5	: persentase rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak (%)
X_6	: persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum aman (%)
X_7	: jumlah tenaga kesehatan (orang)
X_8	: jumlah fasilitas pelayanan kesehatan (fasilitas)

Gambar 4. Model Regresi Poisson.

Koefisien regresi yang diestimasi menggambarkan arah hubungan antara masing-masing variabel penjelas dengan jumlah kasus TB pada anak yang diharapkan. Koefisien negatif diperoleh pada variabel persentase penduduk yang mengalami keluhan kesehatan (X_2), rata-rata jumlah rokok yang dihisap per minggu (X_3), dan persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum aman (X_6), yang menunjukkan hubungan berlawanan arah dengan jumlah kasus TB pada anak, dengan asumsi variabel lain tetap konstan. Sebaliknya, persentase rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak (X_5), jumlah tenaga kesehatan (X_7), dan jumlah fasilitas pelayanan kesehatan (X_8) memiliki koefisien positif, yang mengindikasikan hubungan searah dengan jumlah kasus TB pada anak yang dilaporkan.

Koefisien regresi yang disajikan pada bagian ini hanya menunjukkan besarnya pengaruh dan arah hubungan antarvariabel, namun belum menunjukkan apakah hubungan tersebut signifikan secara statistik. Menurut Hilbe (2014), interpretasi koefisien pada generalized linear model harus selalu disertai dengan pengujian signifikansi untuk memastikan bahwa hubungan yang diamati benar-benar bermakna secara statistik. Oleh karena itu, dilakukan pengujian lebih lanjut menggunakan uji Wald untuk mengidentifikasi variabel-variabel penjelas yang berhubungan secara signifikan dengan jumlah kasus TB pada anak.

Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kasus Tuberkulosis Anak

Signifikansi model Regresi Poisson Tergeneralisasi (GPR) dievaluasi menggunakan uji Likelihood Ratio dan uji Wald. Hasil uji Likelihood Ratio menunjukkan bahwa seluruh variabel penjelas secara simultan berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus tuberkulosis (TB) pada anak ($G = 52,72$; $p < 0,001$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa model GPR yang dibangun mampu menjelaskan variasi jumlah kasus TB pada anak di berbagai kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur dengan baik.

Selanjutnya, dilakukan uji Wald untuk mengevaluasi kontribusi masing-masing variabel penjelas secara parsial. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hanya jumlah fasilitas pelayanan kesehatan (X_8) yang berhubungan secara signifikan dengan jumlah kasus TB pada anak ($p < 0,001$). Sementara itu, persentase penduduk yang mengalami keluhan kesehatan (X_2), rata-rata jumlah rokok yang dihisap per minggu (X_3), persentase rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak (X_5), persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum aman (X_6), serta jumlah tenaga kesehatan (X_7) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan secara statistik pada taraf signifikansi 5%.

Koefisien regresi positif pada variabel jumlah fasilitas pelayanan kesehatan ($\beta = 0,004497$) menunjukkan bahwa setiap penambahan satu fasilitas pelayanan kesehatan berhubungan dengan peningkatan sekitar 0,45% pada jumlah kasus TB anak yang diperkirakan, dengan asumsi variabel penjelas lainnya tetap konstan. Temuan ini tidak dapat diartikan bahwa penambahan fasilitas pelayanan kesehatan menyebabkan peningkatan kejadian TB pada anak. Sebaliknya, hasil tersebut mengindikasikan bahwa kabupaten/kota dengan jumlah fasilitas pelayanan kesehatan yang lebih banyak cenderung memiliki sistem surveilans yang lebih baik, kapasitas diagnosis yang lebih memadai, serta akses pelayanan kesehatan yang lebih luas sehingga mampu mendeteksi dan melaporkan kasus TB pada anak secara lebih efektif. Temuan serupa dilaporkan oleh Da et al. (2023), yang menekankan bahwa penguatan penemuan kasus TB melalui pelayanan kesehatan merupakan langkah penting untuk meningkatkan surveilans TB pada anak, terutama di wilayah dengan beban TB tinggi. Demikian pula, World Health

Organization (2024) menyatakan bahwa underdiagnosis masih menjadi salah satu tantangan utama dalam pengendalian TB pada anak, khususnya di negara berpendapatan rendah dan menengah, sehingga peningkatan akses terhadap layanan diagnostik sangat penting untuk meningkatkan penemuan kasus.

Tidak ditemukannya hubungan yang signifikan secara statistik pada variabel penjelas lainnya tidak serta-merta menunjukkan bahwa faktor-faktor tersebut tidak berkaitan dengan TB pada anak. Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa paparan asap rokok, buruknya kondisi sanitasi lingkungan, keterbatasan akses terhadap air minum aman, serta rendahnya ketersediaan sumber daya pelayanan kesehatan merupakan determinan penting dalam penularan dan perkembangan penyakit tuberkulosis (Mohidem et al., 2021; An et al., 2023; Oktavia et al., 2026). Namun demikian, penelitian ini menggunakan desain ekologi dengan data agregat pada tingkat kabupaten/kota, bukan data individu. Oleh karena itu, indikator kontekstual yang digunakan belum sepenuhnya mampu menggambarkan faktor risiko pada tingkat individu, seperti riwayat kontak serumah dengan pasien TB infeksius, status gizi, status imunisasi *Bacillus Calmette–Guérin* (BCG), maupun kondisi sosial ekonomi, yang telah terbukti berhubungan dengan kejadian TB pada anak dalam berbagai penelitian sebelumnya (Triasih et al., 2025; Supriyanti et al., 2024).

Penjelasan lain yang mungkin adalah bahwa kabupaten/kota dengan jumlah tenaga kesehatan yang lebih banyak dan cakupan sanitasi yang lebih baik umumnya juga memiliki sistem surveilans penyakit yang lebih komprehensif, sehingga kontribusi independen variabel-variabel tersebut menjadi berkurang setelah dilakukan penyesuaian dalam model multivariat. Selain itu, TB pada anak merupakan penyakit multifaktorial yang dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor demografi, lingkungan, biologis, dan pelayanan kesehatan secara bersamaan. Oleh karena itu, signifikansi statistik juga dapat dipengaruhi oleh jumlah unit observasi yang relatif terbatas (38 kabupaten/kota) serta karakteristik data yang bersifat ekologi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Regresi Poisson Tergeneralisasi merupakan metode yang sesuai untuk memodelkan data cacah kasus TB pada anak yang mengalami overdispersi sekaligus mengidentifikasi faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian penyakit. Dari perspektif kesehatan masyarakat, temuan ini menegaskan pentingnya penguatan infrastruktur pelayanan kesehatan dan sistem surveilans guna meningkatkan deteksi serta pelaporan kasus TB pada anak. Peningkatan akses terhadap fasilitas pelayanan kesehatan, khususnya di kabupaten/kota yang masih memiliki keterbatasan layanan, berpotensi mendukung diagnosis yang lebih dini, pengobatan yang lebih tepat waktu, dan pada akhirnya meningkatkan keberhasilan pengendalian tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Regresi Poisson Tergeneralisasi (Generalized Poisson Regression/GPR) merupakan metode yang tepat untuk memodelkan kasus tuberkulosis (TB) pada anak di Provinsi Jawa Timur karena variabel respons berupa data cacah (count data) mengalami overdispersi, sehingga Regresi Poisson konvensional tidak sesuai digunakan. Model GPR akhir terdiri atas enam variabel penjelas, yaitu persentase penduduk yang mengalami keluhan kesehatan, rata-rata jumlah rokok yang dihisap per minggu, persentase rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak, persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum aman, jumlah tenaga kesehatan, dan jumlah fasilitas pelayanan kesehatan.

Evaluasi model menghasilkan nilai Akaike Information Criterion (AIC) sebesar 457,46 dan nilai Adjusted R^2 sebesar 0,9813, yang menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan sekitar 98,13% variasi jumlah kasus TB pada anak di kabupaten/kota Provinsi Jawa Timur. Temuan ini menunjukkan bahwa Regresi Poisson Tergeneralisasi merupakan pendekatan yang andal untuk menganalisis data cacah yang mengalami overdispersi serta dapat dimanfaatkan untuk mendukung sistem surveilans berbasis bukti dan pengambilan keputusan dalam upaya pengendalian tuberkulosis pada anak.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memasukkan faktor-faktor pada tingkat individu maupun rumah tangga, seperti status gizi, riwayat kontak serumah dengan pasien TB, kondisi sosial ekonomi, serta status imunisasi Bacillus Calmette–Guérin (BCG), sehingga dapat diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian tuberkulosis pada anak.

DAFTAR REFERENSI

- Adiguno, F. (2022). Faktor-faktor yang berhubungan dengan capaian case detection rate (CDR) tuberkulosis di Puskesmas Wira Bangun Kecamatan Sampang Pematang Kabupaten Mesuji (Master's thesis). Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Tanjungkarang.
- Al Haris, M., & Arum, P. R. (2022). Negative binomial regression and generalized Poisson regression models on the number of traffic accidents in Central Java. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 16(2), 471–482.
- Allo, C. B. G., Otok, B. W., & Purhadi. (2019). Estimation parameter of generalized Poisson regression model using generalized method of moments and its application. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 546, Article 052050.
- Alvionita, V. (2022). Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus DBD di Provinsi Riau dengan menggunakan regresi Poisson inverse Gaussian (Master's thesis). Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

- Aminullah, A. A. H., & Purhadi. (2020). Pemodelan untuk jumlah kasus kematian bayi dan ibu di Jawa Timur menggunakan bivariate generalized Poisson regression. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 8(2), D72–D78.
- An, Y., Teo, A. K. J., Huot, C. Y., Tieng, S., Khun, K. E., Pheng, S. H., Leng, C., Deng, S., Song, N., Nonaka, D., et al. (2023). Barriers to childhood tuberculosis case detection and management in Cambodia: The perspectives of healthcare providers and caregivers. *BMC Infectious Diseases*, 23(1), Article 80.
- Consul, P. C., & Famoye, F. (1992). Generalized Poisson regression model. *Communications in Statistics—Theory and Methods*, 21(1), 89–109. <https://doi.org/10.1080/03610929208830766>
- Da, K. A., Hargono, A., & Ratgono, A. (2023). Evaluasi pelaksanaan investigasi kontak kasus tuberkulosis di Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Ners*.
- Desiana, C. M., & Melaniani, S. (2022). Pemodelan generalized Poisson regression pada jumlah kasus penyakit difteri di Kota Surabaya tahun 2017. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 12(3), 547–558.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2024). Profil kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2024. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Faisal, D. R., Noveyani, A. E., Purwatiningsih, Y., Lestyoningrum, S. D., Putro, W. G., Mikrajab, M. A., & Nugraheni, W. P. (2024). Prevalence and associated factors of childhood tuberculosis in Southeast Asian countries: A systematic review. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 31(6), Article 112.
- Famoye, F. (1993). Restricted generalized Poisson regression model. *Communications in Statistics—Theory and Methods*, 22(5), 1335–1354. <https://doi.org/10.1080/03610929308831089>
- Hilbe, J. M. (2014). *Modeling count data*. Cambridge University Press.
- Ihsan, H., Sanusi, W., & Ulfadwiyanti, R. (2020). Model generalized Poisson regression (GPR) dan penerapannya pada angka pengangguran bagi penduduk usia kerja di Provinsi Sulawesi Selatan. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 3(2), 109–117.
- Irmawati, I., et al. (2025). Gambaran pertumbuhan dan perkembangan balita penderita tuberkulosis paru (TBC) di wilayah Puskesmas Kota Makassar.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). *An introduction to statistical learning: With applications in R* (2nd ed.). Springer.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). Profil kesehatan Indonesia tahun 2024. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., & Li, W. (2005). *Applied linear statistical models* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Lembang, F. K., Nara, E. A., Rumlawang, F. Y., & Talakua, M. W. (2019). Pemodelan pengaruh iklim terhadap angka kejadian demam berdarah di Kota Ambon menggunakan metode regresi generalized Poisson. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 3(3), 341–351.
- Maharani, E. A. (2025). Persebaran kasus tuberkulosis berdasarkan kepadatan penduduk di Provinsi Jawa Timur tahun 2021–2023. *Jurnal Kesehatan Tambusai*.

- Mohidem, N. A., Osman, M., Hashim, Z., Muharam, F. M., Mohd Elias, S., & Shahrudin, R. (2021). Association of sociodemographic and environmental factors with spatial distribution of tuberculosis cases in Gombak, Selangor, Malaysia. *PLOS ONE*, 16(6), e0252146. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252146>
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2021). *Introduction to linear regression analysis* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Muhibah, I. (2020). Regresi binomial negatif pada kasus tuberkulosis Provinsi Jawa Timur menggunakan estimator spline truncated (Master's thesis). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Oktavia, S., Hidayati, F., Lesmana, O., & Butar, M. B. (2026). Hubungan kondisi fisik lingkungan rumah dengan kejadian tuberkulosis paru di Indonesia (Analisis data Survei Kesehatan Indonesia tahun 2023). *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 3581–3588.
- Puspita, E., Perdana, A. A., & Aryawati, W. W. (2026). Analisis pelaksanaan penemuan kasus tuberkulosis (TB) di Puskesmas Roworejo Pesawaran tahun 2024. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Media Husada*, 15(1), 37–51.
- Putri, A. H. (2024). Pemetaan faktor risiko tuberkulosis paru BTA(+) secara spasial di wilayah kerja UPTD Puskesmas Pasir Sakti Kecamatan Pasir Sakti Kabupaten Lampung Timur tahun 2024 (Master's thesis). Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Tanjungkarang.
- Setyoningrum, R. A., Maharani, R. A., Hapsari, R., & Chafid, A. P. P. (2024). Risk factors of tuberculosis in children with adult household tuberculosis contact. *Paediatrica Indonesiana*, 64(4), 287–292.
- Supriyanti, S., Pohan, T. F., & Siregar, K. N. (2024). Sistem monitoring dan evaluasi serta perkembangan program pencegahan dan pengendalian penyakit tuberkulosis di Dinas Kesehatan Kota Depok. *Jurnal Biostatistik, Kependudukan, dan Informatika Kesehatan*, 4(2).
- Triasih, R., Yani, F. F., Wulandari, D. A., Nababan, B. W. Y., Ardiyamustaqim, M. B., Meyanti, F., Indriyani, S. A. K., Pakasi, T. T., & Olivianto, E. (2025). Treatment-decision algorithm of child TB: Evaluation of WHO algorithm and development of Indonesia algorithm. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 10(4), Article 106. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed10040106>
- Trollfors, B., Sigurdsson, V., & Dahlgren-Aronsson, A. (2021). Prevalence of latent TB and effectiveness of BCG vaccination against latent tuberculosis: An observational study. *International Journal of Infectious Diseases*, 109, 279–282. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.06.071>
- Wahyuningsih, A., Yolanda, O., & Sabatina, S. (2025). Implementasi kebijakan penanggulangan tuberkulosis: Literature review. *Jurnal Administrasi Rumah Sakit Indonesia*, 4(1), 56–63.
- Wibawa, G. N. A., Abapihi, B., et al. (2023). Pemodelan regresi Poisson terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya hipertensi di Kota Kendari. *Jurnal Matematika Komputasi dan Statistika*, 3(1), 255–262.
- Widyaningsih, Y., & Budiawan, Z. A. (2023). Poisson regression models to analyze factors that influence the number of tuberculosis cases in Java. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 17(3), 1761–1772.

- World Health Organization. (2022). WHO operational handbook on tuberculosis: Module 5: Management of tuberculosis in children and adolescents. World Health Organization.
- World Health Organization. (2024). Global tuberculosis report 2024. World Health Organization.
- Wulandari, D. N., & Salamah, M. (2022). Pemodelan jumlah penderita tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018 menggunakan metode generalized Poisson regression. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 11(1), D36–D42.
- Zulfa, H. A., Adhayati, B., Prameswari, Y. N., Amelia, R., Irawati, N. B. U., & Hermawati, L. (2025). ASI sebagai intervensi kesehatan ibu dan anak. *Journal of Baja Health Science*, 5(2), 235–248.