

Tuberkulosis Anak sebagai Ancaman Pembentukan Modal Manusia: Dampak terhadap Status Gizi, Pertumbuhan, dan Partisipasi Sekolah di Kabupaten Berau

Andy Nuriyanto^{1,2,3}, Ira Indriani^{1,4}

¹Universitas Muhammadiyah Berau, Kalimantan Timur, Indonesia

²Dinas Kesehatan Kabupaten Berau, Kalimantan Timur, Indonesia

³Nursing Doctoral Program, Faculty of Nursing, Universitas Padjadjaran, West Java, Indonesia

⁴Communication Doctoral Program, Faculty of Communication, Universitas Padjadjaran, West Java, Indonesia

Corresponding Email: nuriyantoandy@yahoo.co.id

ABSTRACT

Background: Tuberculosis (TB) in children is usually judged by treatment success, yet its effects on nutrition, growth and education shape long-term human capital. Evidence on these effects in Indonesia remains limited. **Aim:** To analyse the impact of childhood TB on nutritional status, linear growth and school participation in Berau Regency, Indonesia. **Methods:** This matched comparative cohort study included 250 children aged 0 to 14 years who started treatment for drug-susceptible TB and 250 children without TB, matched by age, sex and area of residence. Outcomes were measured more than 6 months after treatment initiation and analysed using linear mixed models, modified Poisson regression and negative binomial regression. **Results:** Compared with their matched peers, children with a history of TB had a height-for-age z-score that was 0.63 lower (95% CI -0.81 to -0.45), a 2.41-fold higher prevalence of stunting (95% CI 1.68 to 3.48) and 2.12 times as many days absent from school (95% CI 1.74 to 2.60). Nutritional status improved during treatment, but the height deficit persisted. **Conclusions:** Childhood TB is associated with losses in human capital that extend beyond the treatment period. TB programmes should be integrated with nutritional support, growth monitoring and help for children returning to school.

Keywords: childhood tuberculosis; human capital; stunting; nutritional status; school participation

ABSTRAK

Latar belakang: Tuberkulosis (TBC) anak umumnya dinilai dari keberhasilan pengobatan, padahal dampaknya terhadap gizi, pertumbuhan, dan pendidikan menentukan modal manusia jangka panjang. Bukti tentang dampak tersebut di Indonesia masih terbatas. **Tujuan:** Menganalisis dampak TBC anak terhadap status gizi, pertumbuhan linier, dan partisipasi sekolah di Kabupaten Berau. **Metode:** Studi kohort komparatif berpasangan melibatkan 250 anak usia 0–14 tahun yang memulai pengobatan TBC sensitif obat dan 250 anak tanpa TBC yang dipasangkan berdasarkan usia, jenis kelamin, dan wilayah. Luaran diukur > 6 bulan setelah pengobatan dimulai dan dianalisis dengan model linier campuran, regresi poisson termodifikasi, dan regresi binomial negatif. **Hasil:** Dibandingkan pasangannya, anak dengan riwayat TBC memiliki z-skor tinggi badan menurut umur lebih rendah 0,63 (IK 95% -0,81 s.d. -0,45), prevalensi stunting 2,41 kali lebih tinggi (IK 95% 1,68–3,48), dan jumlah hari tidak masuk sekolah 2,12 kali lebih banyak (IK 95% 1,74–2,60). Status gizi membaik selama pengobatan, tetapi defisit tinggi badan menetap. **Simpulan:** TBC anak berkaitan dengan kerugian modal manusia yang melampaui masa pengobatan. Program TBC perlu diintegrasikan dengan dukungan gizi, pemantauan pertumbuhan, dan pendampingan kembali ke sekolah.

Kata kunci: tuberkulosis anak; modal manusia; stunting; status gizi; partisipasi sekolah

LATAR BELAKANG

Tuberkulosis (TBC) anak hingga saat ini menjadi masalah kesehatan global yang luas.

Data TBC Global WHO menemukan sekitar 1,2 juta anak pada rentang usia kurang dari 15 tahun sakit TBC sepanjang 2024, dengan

kisaran 174.300 kematian atau 14,2% dari seluruh kematian akibat TBC (Frontières, 2025). Hampir semua kematian pada kasus TB anak terjadi pada anak yang tidak mendapat pengobatan (Dodd, Yuen, Sismanidis, Seddon, & Jenkins, 2017). Secara khusus Indonesia terdapat sekitar 135 ribu kasus TBC anak pada rentang usia 0–14 tahun sepanjang 2024 (Kemenkes RI, 2025a). Kondisi ini memberikan makna TBC anak tidak hanya persoalan terbatas pada kondisi klinis, namun juga persoalan Pembangunan terintegrasi.

Selama ini, keberhasilan program TBC anak hanya diukur secara klinis berdasarkan angka kesembuhan dan pengobatan lengkap. Ukuran ini secara klinis penting, namun tidak dapat mengungkap apa yang terjadi pada anak setelah pengobatan TBC dinyatakan selesai. Kasus TBC anak yang dinyatakan "berhasil diobati" berkemungkinan masih membawa kerugian fisik seperti berat badan belum sesuai, tinggi badan kurang, hingga proses belajar di sekolah yang terlewat. Bahkan Lew et al. (2024) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa anak yang pernah sakit TBC paru memiliki fungsi paru yang lebih rendah setelah pengobatan dibandingkan anak yang tidak pernah sakit TBC. Kondisi ini mengisyaratkan dampak TBC anak dapat berlangsung jauh melampaui masa pengobatannya meski telah dinyatakan selesai.

Dalam ekonomi Pembangunan yang terintegrasi dengan kesehatan, gizi, dan pendidikan, variabel tersebut merupakan merupakan komponen utama modal manusia mencapai kapasitas produktif yang melekat sebagai identitas (Becker, 1964). Terutama masalah gizi anak berdampak pada tinggi badan, latar belakang pendidikan, dan pendapatan saat usia dewasa kelak (Victora et al., 2008). Maknanya, anak yang tidak mencapai potensi perkembangan saat usia dini cenderung memiliki capaian sekolah lebih rendah (Grantham-McGregor et al., 2007). Sebaliknya, pemenuhan gizi adekuat pada masa awal kehidupan berdampak meningkatkan produktivitas ekonomi saat dewasa (Hoddinott, Maluccio, Behrman, Flores, & Martorell, 2008). Kondisi ini diperkuat dengan data Indeks Modal Manusia Indonesia sebesar 0,54 pada 2020 yang bermakna, seorang anak yang lahir di Indonesia hanya mencapai 54% produktivitas potensinya jika memperoleh pendidikan dan kesehatan yang optimal (World Bank, 2020).

TBC anak setidaknya memiliki tiga jalur penghambat dalam pembentukan modal manusia. Jalur pertama memiliki sifat biologis. Dimana TBC menyebabkan anoreksia, peningkatan kebutuhan energi tubuh, dan inflamasi kronik yang berdampak pada penurunan berat badan dan hambatan

pertumbuhan. Hubungan TBC dengan status gizi kurang juga bersifat timbal balik dua arah. Hal ini bermakna bahwa status gizi kurang berpotensi meningkatkan risiko kasus TBC dan kasus TBC juga berpotensi memperburuk status gizi (Gupta, Gupta, Atreja, Verma, & Vishvkarma, 2009). Jalur kedua adalah layanan kesehatan, yaitu rawat inap, kunjungan pengambilan obat, dan efek sampingnya dengan potensi hambatan kehadiran sekolah selama pengobatan. Jalur ketiga adalah internal rumah tangga sebagaimana Atkins et al. (2022) menjelaskan bahwa TBC berdampak pada meningkatnya biaya, kehilangan pendapatan, dan stigma.

Kabupaten Berau merupakan konteks relevan untuk mengkaji hubungan variable-varibel tersebut. Terdapat memiliki 13 kecamatan dengan wilayah seluas sekitar 36.962 km² dan penduduk sekitar 308 ribu jiwa pada tahun 2025. Wilayah yang luas dengan permukiman yang tersebar, termasuk kampung pedalaman dan pesisir memiliki potensi meningkatkan hambatan akses layanan kesehatan dan pendidikan. Prevalensi stunting di Berau tercatat 21,6% pada 2022 dan 20,16% pada 2023, lebih tinggi dari angka Provinsi Kalimantan Timur sebesar 17,46% pada 2023. Secara nasional, prevalensi stunting juga masih 19,8% pada 2024 (Kemenkes RI, 2025b). Multifaktorial dalam beban TBC anak

dan stunting menjadikan ini memberikan posisi Kabupaten Berau sebagai wilayah penting memahami dampak TBC terhadap pembentukan modal manusia.

Penelitian sebelumnya juga memperkuat bukti dampak TBC terhadap luaran nonklinis anak masih sangat terbatas. Atkins et al. (2022) mengemukakan bahwa sebagian besar studi tentang dampak sosial ekonomi TBC pada anak bersifat kualitatif dan potong lintang, tanpa kelompok kontrol, hingga durasi waktu yang cukup lama agar menilai dampak jangka panjangnya. Terlebih hingga saat ini di Indonesia khususnya di Kalimantan Timur belum ditemukan penelitian yang membahas status gizi, pertumbuhan, dan partisipasi sekolah. Kesenjangan ini membuat program penanggulangan TBC khususnya pada kasus TBC anak belum memiliki dasar bukti untuk mengintegrasikan intervensi gizi dan pendidikan. Sehingga, penelitian ini penting dilakukan untuk mengukur besarnya kerugian modal manusia akibat TBC anak, sebagai dasar perencanaan program lintas sektor kesehatan, pendidikan, dan perlindungan sosial di tingkat daerah.

METODE

Desain penelitian

Desain dalam penelitian ini adalah kohort komparatif berpasangan (*matched comparative cohort*). Kelompok intervensi

adalah anak terdiagnosis TBC Sensitive Obat (SO), kelompok control adalah anak tanpa TBC dari wilayah yang sama.

Lokasi dan waktu

Penelitian dilaksanakan di wilayah kerja puskesmas dan rumah sakit pelaksana layanan TBC Kabupaten Berau. Pengumpulan data pada Januari hingga Agustus 2026, penelusuran kasus pengobatan di SITB pada Januari 2023 hingga Desember 2025.

Populasi dan responden

Populasi kelompok intervensi adalah seluruh anak usia 0–14 tahun yang memulai pengobatan TBC sensitif obat dan tercatat di SITB Kabupaten Berau. Populasi kelompok kontrol adalah anak usia 0–14 tahun tanpa riwayat TBC yang tinggal di wilayah yang sama. Unit analisis klinis adalah anak,

responden yang diwawancarai adalah pengasuh utama. Untuk menghindari kontaminasi, kelompok kontrol tidak diambil dari keluarga sama dengan pasien TBC.

Besar sampel

Besar sampel ditetapkan secara total sampling sebanyak 250 anak per kelompok (total 500 anak). Pemasangan sampel dilakukan berdasarkan jenis kelamin dan usia (dengan toleransi ± 6 bulan untuk anak di bawah 5 tahun dan ± 12 bulan untuk anak 5–14 tahun). Jika calon pembanding menolak atau tidak memenuhi syarat, dipilih calon berikutnya dari daftar acak yang sama.

Instrumen penelitian

Penelitian ini menggunakan empat instrumen, yang dirangkum pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Instrumen penelitian serta prosedur validitas dan reliabilitas

Instrumen	Data yang diukur	Validitas dan reliabilitas
Atropometri Kit	Berat, panjang/tinggi badan; z-skor IMT/U dan TB/U	Kalibrasi harian; pelatihan dan standardisasi enumerator; <i>technical error of measurement</i> (TEM) antar-pengukur dan intra-pengukur sebelum lapangan
Lembar Observasi data Klinis	Karakteristik dan hasil pengobatan TBC; antropometri saat diagnosis	Validitas isi oleh pakar TBC anak; verifikasi ulang 10% formulir secara acak; Form TB-01 Aplikasi SITB
Lembar Observasi data sekolah	Hari tidak masuk, tinggal kelas, putus sekolah	Triangulasi daftar hadir, rapor, dan Dapodik; verifikasi ulang 10% data
Kuesioner sosial ekonomi	Pendidikan, pekerjaan, aset, jaminan sosial	Validitas isi oleh pakar ($I-CVI \geq 0,78$); uji coba pada 30 rumah tangga di luar sampel; uji ulang ($kappa \geq 0,70$) minimal 10% responden

HASIL PENELITIAN

1. Karakteristik responden

Sebanyak 250 anak dengan riwayat TBC dan 250 anak pembanding dianalisis. Rerata usia

kedua kelompok sama, yaitu $6,4 \pm 4,2$ tahun, dengan proporsi jenis kelamin dan wilayah tempat tinggal yang identik karena pemasangan (Tabel 3). Anak dengan TBC

lebih banyak berasal dari rumah tangga termiskin (23,2% berbanding 16,8%) dan lebih sedikit dari rumah tangga terkaya (14,0% berbanding 26,0%). Di antara anak dengan TBC, 20,4% mengalami TBC berat, 20,0%

terkonfirmasi bakteriologis, dan 86,4% berhasil diobati. Rerata waktu sejak mulai pengobatan hingga pengukuran adalah $21,0 \pm 5,5$ bulan.

Tabel 3. Karakteristik anak dan rumah tangga menurut kelompok (n=250 per kelompok)

Karakteristik	TBC (n = 250)	Tanpa TBC (n = 250)
Usia (tahun), rerata $\pm$ SB	$6,4 \pm 4,2$	$6,4 \pm 4,2$
Kelompok usia, n (%)		
< 5 tahun	122 (48,8)	116 (46,4)
5–6 tahun	30 (12,0)	34 (13,6)
7–14 tahun	98 (39,2)	100 (40,0)
Laki-laki, n (%)	130 (52,0)	130 (52,0)
Tinggal di perkotaan, n (%)	85 (34,0)	85 (34,0)
Pendidikan ibu, n (%)		
$\leq$ SD	95 (38,0)	88 (35,2)
SMP–SMA	105 (42,0)	108 (43,2)
Perguruan tinggi	50 (20,0)	54 (21,6)
Kuintil kekayaan, n (%)		
Kuintil 1 (termiskin)	58 (23,2)	42 (16,8)
Kuintil 5 (terkaya)	35 (14,0)	65 (26,0)
Karakteristik TBC, n (%)		
TBC berat	51 (20,4)	–
Terkonfirmasi bakteriologis	50 (20,0)	–
Pengobatan berhasil	216 (86,4)	–
Bulan sejak mulai pengobatan, rerata $\pm$ SB	$21,0 \pm 5,5$	–

2. Status gizi dan pertumbuhan

Anak dengan riwayat TBC memiliki status gizi dan pertumbuhan yang lebih buruk dibandingkan pasangannya (Tabel 3). Rerata z-skor TB/U pada kelompok TBC adalah $-1,54$, dibandingkan $-0,86$ pada kelompok pembanding. Setelah dikendalikan oleh kovariat, z-skor TB/U anak dengan TBC lebih rendah $0,63$ (IK 95% $-0,81$ s.d. $-0,45$). Prevalensi stunting pada kelompok TBC mencapai 32,4%, 2,41 kali lebih tinggi

dibandingkan kelompok pembanding (IK 95% $1,68$ – $3,48$). Pada anak di bawah 5 tahun, perbedaannya lebih besar, yaitu 36,9% berbanding 8,6%.

Pola serupa ditemukan pada status gizi. Z-skor IMT/U kelompok TBC lebih rendah $0,49$ (IK 95% $-0,65$ s.d. $-0,33$), dan prevalensi kurus 2,25 kali lebih tinggi (IK 95% $1,17$ – $4,33$). Estimasi kasar dan terkoreksi hampir sama, yang menunjukkan bahwa perbedaan ini

tidak banyak dijelaskan oleh faktor sosial ekonomi yang diukur.

Tabel 3. Perbandingan status gizi, pertumbuhan, dan partisipasi sekolah (n=250 perkelompok)

Luaran	TBC	Tanpa TBC	Estimasi kasar (IK 95%)	Estimasi terkoreksi (IK 95%)	p
Pertumbuhan (n = 250 per kelompok)					
z-skor TB/U, rerata ± SB	-1,54 ± 1,03	-0,86 ± 1,05	MD -0,68 (-0,86; -0,50)	aMD -0,63 (-0,81; -0,45)	< 0,001
Stunting, n (%)	81 (32,4)	31 (12,4)	PR 2,61 (1,80; 3,80)	aPR 2,41 (1,68; 3,48)	< 0,001
Status gizi (n = 250 per kelompok)					
z-skor IMT/U, rerata ± SB	-0,95 ± 0,95	-0,41 ± 0,91	MD -0,54 (-0,71; -0,38)	aMD -0,49 (-0,65; -0,33)	< 0,001
Kurus, n (%)	30 (12,0)	12 (4,8)	PR 2,50 (1,32; 4,73)	aPR 2,25 (1,17; 4,33)	0,015
Partisipasi sekolah, 7-14 tahun (n = 98 dan 100)					
Hari tidak masuk per tahun, rerata ± SB	14,5 ± 9,4	6,4 ± 5,1	IRR 2,27 (1,86; 2,78)	aIRR 2,12 (1,74; 2,60)	< 0,001
Tinggal kelas, n (%)	10 (10,2)	3 (3,0)	—	aPR 3,28 (0,93; 11,57)	0,065
Putus sekolah, n (%)	8 (8,2)	1 (1,0)	—	aPR 7,56 (0,94; 60,67)	0,057

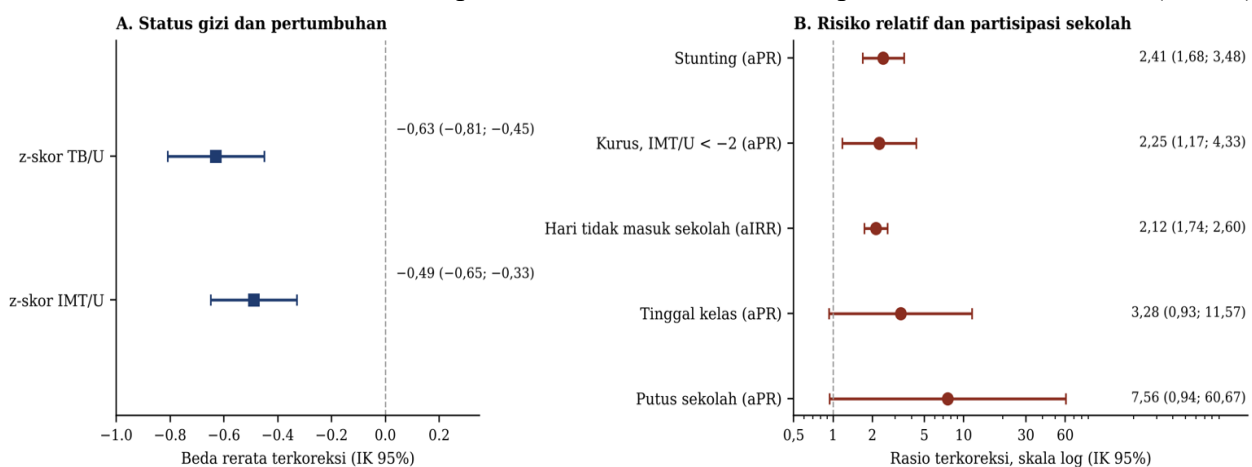
Catatan: MD = beda rerata; PR = rasio prevalensi; IRR = rasio insiden; huruf a = terkoreksi usia, jenis kelamin, pendidikan ibu, indeks kekayaan, dan wilayah. Model z-skor menggunakan model linier campuran; model biner menggunakan Poisson termodifikasi GEE; model hari tidak menggunakan binomial negatif GEE

3. Partisipasi sekolah

Di antara anak usia sekolah, anak dengan riwayat TBC tidak masuk sekolah rata-rata 14,5 hari per tahun, dibandingkan 6,4 hari pada anak pembanding. Setelah dikoreksi, jumlah hari tidak masuk sekolah 2,12 kali lebih banyak (IK 95% 1,74–2,60). Proporsi tinggal

kelas (10,2% berbanding 3,0%) dan putus sekolah (8,2% berbanding 1,0%) juga lebih tinggi pada kelompok TBC. Namun, perbedaan keduanya belum bermakna secara statistik karena jumlah kejadiannya kecil dan interval kepercayaannya lebar. Gambar 1 merangkum seluruh estimasi terkoreksi.

Gambar 1. Estimasi terkoreksi dampak tuberkulosis anak terhadap luaran modal manusia (n=250)



4. Perubahan status gizi dan faktor yang memengaruhi pertumbuhan pada anak dengan TBC

Pada kelompok TBC Anak, z-skor IMT/U meningkat dari $-1,60 \pm 1,05$ saat diagnosis menjadi $-0,95 \pm 0,95$ saat kunjungan penelitian, dengan rerata kenaikan $0,65 \pm 0,44$ ($t = 23,7$; $p < 0,001$). Proporsi anak kurus turun dari 35,6% menjadi 12,0%. Meskipun membaik, status gizi anak dengan TBC masih lebih rendah daripada kelompok pembanding (rerata $-0,41$).

Dalam kelompok TBC, z-skor TB/U yang lebih tinggi berhubungan dengan keberhasilan pengobatan dan indeks kekayaan rumah tangga (Tabel 4). Anak yang berhasil diobati memiliki z-skor TB/U 0,55 lebih tinggi dibandingkan anak yang tidak berhasil diobati. TBC dalam kondisi kronisitas yang lebih berat cenderung berhubungan dengan pertumbuhan yang lebih rendah, tetapi tidak bermakna secara statistik.

Tabel 4. Faktor yang berhubungan dengan z-skor TB/U pada anak dengan riwayat TBC ($n = 250$ per kelompok)

Variabel	β (IK 95%)	p
Pengobatan berhasil (vs. tidak berhasil)	0,55 (0,17; 0,93)	0,004
Indeks kekayaan (per 1 SB)	0,22 (0,10; 0,35)	< 0,001
Pendidikan ibu perguruan tinggi (vs. $\leq$ SD)	0,32 (-0,01; 0,64)	0,057
Pendidikan ibu SMP-SMA (vs. $\leq$ SD)	0,19 (-0,10; 0,48)	0,198
TB berat (vs. tidak berat)	-0,29 (-0,62; 0,03)	0,078
Terkonfirmasi bakteriologis (vs. klinis)	-0,10 (-0,38; 0,17)	0,460
Bulan sejak mulai pengobatan	-0,004 (-0,03; 0,02)	0,703

PEMBAHASAN

Penelitian ini memberikan hasil faktual bahwa kasus TBC anak berkaitan dengan kerugian pada ketiga komponen modal manusia yang diukur, yaitu status gizi, pertumbuhan, dan partisipasi dalam kegiatan sekolah. Kerugian tersebut masih terlihat rata-rata hingga pada 21 bulan setelah pengobatan dimulai dan sebagian besar anak telah dinyatakan berhasil dalam pengobatan TBC. Temuan ini menegaskan bahwa keberhasilan

pengobatan belum tentu berarti pemulihan penuh. Program TBC anak perlu menilai dampak penyakit pada masa depan anak, bukan hanya status mikrobiologis atau klinis di akhir pengobatan TBC saja.

Temuan penting lainnya adalah perbedaan berat badan dan tinggi badan pasca pengobatan TBC. Dimana status gizi, yang diukur dengan IMT/U, membaik secara bermakna selama pengobatan, sejalan dengan pemahaman bahwa pengobatan TBC memulihkan nafsu

makan dan menurunkan katabolisme (Gupta et al., 2009). Sebaliknya, defisit tinggi badan tetap besar dan prevalensi stunting pada anak dengan TBC lebih dari dua kali lipat. Pertumbuhan secara linier memberikan gambaran akumulasi gangguan jangka panjang dan lebih sulit dibandingkan berat badan. Pada sudut pandang modal manusia, kondisi ini menjadi temuan paling mengkhawatirkan. Tinggi badan yang tertinggal pada masa kanak-kanak berhubungan dengan capaian pendidikan dan pendapatan yang lebih rendah dimasa dewasa kelak (Victora et al., 2008).

Hubungan TBC dan gizi kurang bersifat timbal balik dua arah. Status gizi yang kurang meningkatkan kerentanan terhadap risiko paparan TBC, sementara kasus TBC memperburuk status gizi anak (Sinha & Guerrant, 2024). Dari satu sisi, gizi kurang meningkatkan kerentanan terhadap infeksi *Mycobacterium tuberculosis* melalui gangguan fungsi imun; gizi kurang berkaitan dengan defisiensi protein dan lemak esensial yang dibutuhkan untuk pembentukan antibodi dan aktivitas sel imun, sedangkan gizi lebih dapat menimbulkan disregulasi imun melalui inflamasi kronis (Franke et al., 2024). Namun, sebagian perbedaan tinggi badan anak yang berperan sebagai responden dalam penelitian ini mungkin sudah terjadi sejak anak belum sakit TBC. Kondisi ini menjelaskan potensi

berkurangnya seluruh perbedaan TBC dan status gizi disebabkan oleh kausalitas pada kasus TBC Anak.

Seperti halnya pemasangan sampel penelitian dalam wilayah yang sama dan koreksi indeks kekayaan mengendalikan sebagian besar faktor lingkungan dan ekonomi yang menyebabkan status gizi kurang. kemudian, nilai z-skor TB/U pada anak dengan TBC berhubungan dengan hasil pengobatan, yang menunjukkan pola semakin buruk perjalanan penyakit, maka semakin besar defisit pertumbuhannya. Meski demikian, implikasi kebijakan bisa terintegrasi diantaranya adalah anak dengan TBC merupakan kelompok sasaran prioritas intervensi perbaikan gizi.

Atkins et al. (2022) melaporkan bahwa rawat inap, pengambilan obat pada jam sekolah, stigma, dan kebijakan sekolah membuat anak dengan TBC tidak masuk sekolah (Ilaiwy et al., 2023). Dalam penelitian ini, anak dengan kasus TBC kehilangan sekitar delapan hari sekolah per tahun. Bagi anak yang sedang membangun keterampilan dasar membaca dan berhitung, ketidakhadiran ini dapat berakumulasi menjadi ketertinggalan belajar. Proporsi tinggal kelas dan putus sekolah yang lebih tinggi, meskipun belum bermakna, perlu diperhatikan karena keduanya merupakan kerugian modal manusia yang sulit

dipulihkan. Studi dengan sampel yang lebih besar diperlukan untuk memastikan temuan ini.

Indeks kekayaan rumah tangga berhubungan dengan pertumbuhan anak setelah sakit TBC dan lebih banyak berasal dari rumah tangga ekonomi rendah. Temuan ini konsisten dengan bukti bahwa rumah tangga yang terdampak TBC di Indonesia menghadapi biaya katastropik (Fuady, Houweling, Mansyur, & Richardus, 2018). Studi lainnya juga menunjukkan bahwa satu kali kunjungan ke klinik TBC anak dapat menghabiskan sepertiga pendapatan bulanan keluarga (Petros de Guex et al., 2023). Sehingga TBC anak dapat memperkuat lingkaran kemiskinan antargenerasi dan kerugian modal manusia terutama anak dapat mengurangi peluang ekonominya di masa depan.

Hubungan antara keberhasilan pengobatan dan pertumbuhan menunjukkan kualitas pengobatan merupakan investasi modal manusia di masa depan. Rejimen 4 bulan untuk TBC anak tidak berat terbukti sama efektifnya dengan rejimen 6 bulan (Turkova et al., 2022). Kondisi ini menjelaskan bahwa regimen OAT program maupun non-program tidak signifikan berbeda efektifitasnya. Namun secara implikatif, durasi pengobatan yang lebih pendek berpotensi

mengurangi gangguan terhadap sekolah dan beban ekonomi keluarga. Selain itu, faktor penentu keberhasilan pengobatan, seperti dukungan pengasuh dan akses layanan (Brooks et al., 2021; Leddy et al., 2022).

Temuan dalam penelitian ini secara ekonomis juga mendukung integrasi tiga layanan ke dalam program TBC. Pertama, setiap anak dengan TBC perlu mendapat penilaian dan dukungan gizi sejak diagnosis hingga setidaknya satu tahun setelah pengobatan, dan dimasukkan sebagai sasaran program penurunan stunting. Kedua, perlu disusun mekanisme pendampingan ke sekolah, misalnya surat keterangan sehat, jadwal pengambilan obat di luar jam sekolah, dan program remedial bagi anak yang tertinggal pelajaran. Ketiga, rumah tangga anak dengan TBC perlu diprioritaskan dalam perlindungan sosial untuk mencegah biaya katastropik. Bagi Kabupaten Berau, integrasi ini dapat dijalankan melalui koordinasi Tim Percepatan Penurunan Stunting, Dinas Kesehatan, dan Dinas Pendidikan.

KEKUATAN DAN KETERBATASAN

Kekuatan penelitian ini adalah penggunaan kelompok pembanding dari wilayah yang sama, pengukuran antropometri langsung oleh enumerator, dan data bersumber catatan resmi.

Penelitian ini juga memiliki beberapa keterbatasan. Desain observasional tidak dapat sepenuhnya menyingkirkan kausalitas dan perancu. Kedua, anak yang meninggal atau pindah domisili tidak dapat diukur, sehingga dampak sebenarnya mungkin lebih besar (*survivor bias*). Ketiga, data antropometri saat diagnosis berasal dari catatan rutin. Keempat, luaran pendidikan terbatas pada kehadiran dan status kenaikan kelas, belum mencakup capaian belajar. Kelima, penelitian dilakukan di satu kabupaten, sehingga generalisasi ke wilayah lain perlu dilakukan dengan hati-hati.

SIMPULAN

Kasus TBC anak di Kabupaten Berau berkaitan dengan kerugian modal manusia hingga setelah masa pengobatan selesai. Dibandingkan anak tanpa TBC, anak dengan riwayat TBC memiliki pertumbuhan linier lebih rendah, risiko stunting lebih dari dua kali lipat, status gizi lebih buruk, dan jumlah hari tidak masuk sekolah sekitar dua kali lebih banyak. Status gizi membaik selama pengobatan, namun defisit tinggi badan menetap. Keberhasilan pengobatan dan kondisi ekonomi rumah tangga berhubungan dengan pertumbuhan anak setelah TBC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh responden yang telah bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini. Terima

kasih juga disampaikan kepada Dinas Kesehatan Kabupaten Berau, Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Berau, serta kepala puskesmas dan pengelola program TBC di seluruh fasilitas kesehatan dan dukungan akses data Sistem Informasi Tuberkulosis. Penulis juga berterima kasih kepada kepala sekolah dan guru yang membantu penelusuran data kehadiran siswa, kader kesehatan dan pengurus posyandu yang membantu identifikasi kelompok pembanding, serta enumerator yang telah melakukan pengukuran dan wawancara dengan cermat.

REFERENSI

- Atkins, S., Heimo, L., Carter, D., Ribas Closa, M., Vanleeuw, L., Chenciner, L., . . . Verkuijl, S. (2022). The socioeconomic impact of tuberculosis on children and adolescents: a scoping review and conceptual framework. *BMC Public Health*, 22(1), 2153.
- Becker, G. S. (1964). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*, by Gary S. Becker (Vol. 1): London.
- Brooks, M. B., Malik, A., Khan, S., Ahmed, J. F., Siddiqui, S., Jaswal, M., . . . Hussain, H. (2021). Predictors of unsuccessful tuberculosis treatment outcomes in children from a prospective cohort study

- in Pakistan. *Journal of global health*, 11, 04011.
- Dodd, P. J., Yuen, C. M., Sismanidis, C., Seddon, J. A., & Jenkins, H. E. (2017). The global burden of tuberculosis mortality in children: a mathematical modelling study. *The Lancet Global Health*, 5(9), e898–e906.
- Franke, M. A., Emmrich, J. V., Ranjahanony, F., Ravololohanitra, O. G., Andriamasy, H. E., Knauss, S., & Muller, N. (2024). A cross-sectional analysis of the effectiveness of a nutritional support programme for people with tuberculosis in Southern Madagascar using secondary data from a non-governmental organisation. *Infectious Diseases of Poverty*, 13(1), 13.
- Frontières, M. S. (2025). MSF responds to WHO's Global TB Report 2025: Governments and donors must close the deadly gap in diagnosing and treating TB in children.
- Fuady, A., Houweling, T. A., Mansyur, M., & Richardus, J. H. (2018). Catastrophic total costs in tuberculosis-affected households and their determinants since Indonesia's implementation of universal health coverage. *Infectious Diseases of Poverty*, 7(1), 3.
- Grantham-McGregor, S., Cheung, Y. B., Cueto, S., Glewwe, P., Richter, L., & Strupp, B. (2007). Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *The lancet*, 369(9555), 60–70.
- Gupta, K. B., Gupta, R., Atreja, A., Verma, M., & Vishvkarma, S. (2009). Tuberculosis and nutrition. *Lung India: official organ of Indian Chest Society*, 26(1), 9.
- Hoddinott, J., Maluccio, J. A., Behrman, J. R., Flores, R., & Martorell, R. (2008). Effect of a nutrition intervention during early childhood on economic productivity in Guatemalan adults. *The lancet*, 371(9610), 411–416.
- Ilaiwy, G., Lukumay, S. o., Augustino, D., Meján, P., Bukhay, R., Justine, M., . . . Pfaeffle, H. (2023). Duration of symptoms prior to pediatric and adolescent tuberculosis diagnosis and its impact on schooling in Tanzania: a mixed methods study. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 108(6), 1235.
- Kemenkes RI. (2025a). Gerakan Indonesia Akhiri TBC. Retrieved from <https://kemkes.go.id/id/indonesias-movement-to-end-tb>
- Kemenkes RI. (2025b). SSGI 2024: Prevalensi stunting nasional turun menjadi 19,8%. Retrieved from

<https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/ssgi-2024>

Leddy, A. M., Jaganath, D., Triasih, R., Wobudeya, E., Bellotti de Oliveira, M. C., Sheremeta, Y., . . . Chiang, S. S. (2022). Social determinants of adherence to treatment for tuberculosis infection and disease among children, adolescents, and young adults: a narrative review. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, 11(Supplement_3), S79–S84.

Lew, Y. L., Tan, A. F., Yerkovich, S. T., Yeo, T. W., Chang, A. B., & Lowbridge, C. P. (2024). Pulmonary function outcomes after tuberculosis treatment in children: a systematic review and meta-analysis. *Archives of disease in childhood*, 109(3), 188–194.

Petros de Guex, K., Augustino, D., Mejan, P., Gadiye, R., Massong, C., Lukumay, S. o., . . . Vinnard, C. (2023). Roadblocks and resilience: A qualitative study of the impact of pediatric tuberculosis on Tanzanian households and solutions from caregivers. *Global Public Health*, 18(1), 2196569.

Sinha, P., & Guerrant, R. L. (2024). The costly vicious cycle of infections and malnutrition. *The Journal of infectious diseases*, 229(6), 1611–1613.

Turkova, A., Wills, G. H., Wobudeya, E., Chabala, C., Palmer, M., Kinikar, A., . . . Mulenga, V. (2022). Shorter treatment for nonsevere tuberculosis in African and Indian children. *New England Journal of Medicine*, 386(10), 911–922.

Victora, C. G., Adair, L., Fall, C., Hallal, P. C., Martorell, R., Richter, L., & Sachdev, H. S. (2008). Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *The lancet*, 371(9609), 340–357.

World Bank. (2020). Indonesia: Human Capital Index 2020 update Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2020/09/16/human-capital-index-update-2020-indonesia>