

**EFEKTIVITAS DIGITAL ADHERENCE TECHNOLOGIES DALAM
MENINGKATKAN KEPATUHAN PENGOBATAN
TUBERKULOSIS: LITERATURE REVIEW****Tsalsa Putri Damayanti^{1*}, Iwan Ardian², Iskim Luthfa³**¹⁻³Program Studi Magister Keperawatan, Universitas Islam Sultan Agung

Email Korenspondensi: tsalsapd@gmail.com

Disubmit: 02 Mei 2026 Diterima: 21 Agustus 2026 Diterbitkan: 01 September 2026
Doi: <https://doi.org/10.33024/mnj.v8i9.25835>**ABSTRACT**

Tuberculosis (TB) remains a significant global public health challenge, where treatment success is highly dependent on long-term medication adherence. Non-adherence significantly contributes to therapeutic failure, relapse, and the emergence of drug resistance. This study aims to analyze the effectiveness of Digital Adherence Technologies (DAT) in improving medication adherence among TB patients. A literature review was conducted using PubMed and Google Scholar databases, focusing on original research articles published between 2021 and 2025. Thirteen studies met the inclusion criteria and were analyzed using a structured data extraction method. The findings demonstrate that various DAT modalities, including electronic medication monitors (EMM), Video Observed Therapy (VOT), mobile health applications (such as the TOBAT app), and SMS reminders, generally enhance medication adherence. Notably, some studies reported a substantial reduction in non-adherence, with EMM decreasing rates from 36.5% to 10.2% in specific contexts. In Indonesia, mobile-based interventions showed a significant increase in adherence ($p=0.000$). However, the impact on clinical outcomes varies depending on the responsiveness of healthcare providers to the generated digital data. In conclusion, DAT is effective in enhancing TB treatment adherence and holds great potential as an alternative or complement to conventional directly observed therapy, particularly when integrated with active monitoring and follow-up by healthcare professionals. This integration ensures that digital insights are translated into timely clinical actions, maximizing the benefits of technological interventions in community-based TB management.

Keywords: *Digital Adherence Technologies, Medication Adherence, Tuberculosis.*

ABSTRAK

Tuberkulosis (TB) tetap menjadi salah satu tantangan utama kesehatan masyarakat global, di mana keberhasilan pengobatan sangat bergantung pada kepatuhan minum obat jangka panjang. Ketidakpatuhan berkontribusi signifikan terhadap kegagalan terapi, kekambuhan, dan peningkatan risiko resistensi obat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas *Digital Adherence Technologies* (DAT) dalam meningkatkan kepatuhan minum obat pada pasien TB. Metode penelitian yang digunakan adalah *literature review* dengan penelusuran

melalui database PubMed dan Google Scholar terhadap artikel penelitian orisinal yang diterbitkan pada rentang tahun 2021-2025. Sebanyak 13 studi memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis menggunakan tabel ekstraksi data yang terstruktur untuk menjamin kedalaman tinjauan. Temuan menunjukkan bahwa berbagai modalitas DAT, termasuk *electronic medication monitors* (EMM), *Video Observed Therapy* (VOT), aplikasi *mobile health* (seperti aplikasi TOBAT), dan pengingat SMS, secara umum mampu meningkatkan kepatuhan minum obat secara signifikan. Beberapa studi melaporkan penurunan angka ketidakpatuhan yang drastis, di mana penggunaan EMM menurunkan angka ketidakpatuhan dari 36,5% menjadi 10,2% pada konteks tertentu. Di Indonesia, intervensi berbasis aplikasi *mobile* juga menunjukkan peningkatan kepatuhan yang sangat signifikan dengan nilai $p=0,000$. Namun, dampak terhadap luaran klinis akhir masih bervariasi, hasil ini berkaitan pada responsivitas tenaga kesehatan dalam menindaklanjuti data digital yang dihasilkan. Sebagai kesimpulan, DAT terbukti efektif dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan pasien TB dan memiliki potensi besar sebagai alternatif atau pelengkap strategi pengawasan langsung konvensional. Keberhasilan implementasi teknologi ini sangat bergantung pada integrasi sistem dengan pemantauan aktif dan tindak lanjut yang konsisten oleh tenaga kesehatan di lapangan.

Kata Kunci: *Digital Adherence Technologies*, Kepatuhan Pengobatan, Tuberkulosis.

PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) tetap menjadi salah satu masalah utama kesehatan masyarakat global dengan tingkat morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Menurut *World Health Organization* (2025), tuberkulosis masih termasuk dalam sepuluh penyebab kematian tertinggi di dunia, dengan jutaan penambahan kasus baru setiap tahunnya terutama di negara berkembang. Sebagai penyakit infeksi menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*, TB memerlukan upaya pengendalian yang komprehensif, tidak hanya dari aspek klinis tetapi juga pada sistem pelayanan kesehatan dalam menjamin keberlanjutan pengobatan jangka panjang (Goscé et al., (2024); Zary et al., (2024).

Kepatuhan pasien dalam menjalani pengobatan merupakan faktor kunci keberhasilan terapi TB, karena durasi pengobatan pasien TB yang relatif panjang, yaitu sekitar 6 hingga 9 bulan (Kemenkes RI, 2020).

Menyebabkan sering terjadinya ketidakpatuhan dan menjadi hambatan utama karena dapat menyebabkan kegagalan terapi, muncul kekambuhan, serta meningkatkan risiko resistensi obat (Liu et al., 2023). Selain itu, studi terbaru menunjukkan bahwa faktor psikososial dan persepsi pasien terhadap manfaat pengobatan, serta hambatan yang dirasakan juga turut memengaruhi kepatuhan pasien dalam menjalani terapi pengobatan (Sazali et al., 2023). Kondisi ini tidak hanya berdampak pada individu, tetapi juga berdampak pada peningkatan beban ekonomi melalui kebutuhan pengobatan ulang, penggunaan terapi lini kedua yang lebih mahal, serta meningkatnya kompleksitas sistem pelayanan kesehatan akibat kebutuhan pemantauan yang lebih intensif dan penggunaan sumber daya yang lebih besar (Goscé et al., 2024).

Secara konvensional, strategi *Directly Observed Therapy* (DOT)

telah digunakan sebagai standar untuk memastikan kepatuhan pasien. Namun, implementasinya sering menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan sumber daya manusia, beban biaya transportasi, serta kurangnya fleksibilitas bagi pasien karena membutuhkan interaksi tatap muka secara rutin (Musiimenta et al., 2023). Penelitian oleh (Jerene et al., 2024) menunjukkan bahwa pendekatan konvensional ini sering kali menghadapi tantangan dalam hal skala implementasi di negara dengan beban TB tinggi, sehingga diperlukan inovasi dalam sistem pemantauan pengobatan yang lebih efisien.

Seiring dengan perkembangan teknologi, *Digital Adherence Technologies* (DAT) muncul sebagai pendekatan inovatif dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan berbasis *person-centered care* (Tadesse et al., 2024). Berbagai teknologi seperti *Video Observed Therapy* (VOT), *smart pillbox*, serta pengingat berbasis SMS memungkinkan pemantauan konsumsi obat secara *real-time* tanpa kehadiran fisik tenaga kesehatan. Studi terbaru menunjukkan bahwa penggunaan teknologi digital tidak hanya meningkatkan kepatuhan, tetapi juga meningkatkan keterlibatan pasien dan efisiensi sistem pelayanan kesehatan melalui pemantauan yang lebih terstruktur (Fahrurnisa, 2024; Zary et al., 2024). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang cenderung berfokus pada efektivitas klinis di wilayah tertentu, penelitian ini melakukan analisis komprehensif terhadap berbagai jenis *Digital Adherence Technologies* (DAT) untuk mengevaluasi efektivitas serta faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan implementasinya

dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan tuberkulosis.

Oleh karena itu, *literature review* ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas *Digital Adherence Technologies* (DAT) dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan pada pasien tuberkulosis berdasarkan *evidence* penelitian terkini.

KAJIAN PUSTAKA

Konsep Kepatuhan Pengobatan Tuberkulosis

Kepatuhan pengobatan tuberkulosis (TB) merupakan perilaku yang dipengaruhi oleh faktor individu, sosial, serta sistem pelayanan kesehatan. Dalam konteks ini, pendekatan *person-centered care* menekankan pentingnya fleksibilitas layanan dan penyesuaian intervensi berdasarkan kebutuhan pasien untuk mengurangi ketimpangan dalam hasil pengobatan (Boutilier et al., 2022; Tadesse et al., 2024). Mengingat durasi pengobatan TB yang panjang, ketidakpatuhan menjadi masalah krusial karena berisiko menyebabkan kegagalan terapi, kekambuhan, serta munculnya resistensi obat pada pasien yang akhirnya meningkatkan beban ekonomi dan kompleksitas sistem kesehatan (Goscé et al., 2024).

Digital Adherence Technologies (DAT) dalam Pelayanan Kesehatan

Seiring dengan perkembangan teknologi kesehatan, inovasi *Digital Adherence Technologies* (DAT) hadir sebagai solusi untuk memperkuat pemantauan kepatuhan pengobatan secara jarak jauh. Berbagai modalitas DAT telah dikembangkan, meliputi penggunaan *electronic medication monitors* atau kotak obat pintar yang mencatat konsumsi obat secara otomatis, *Video Observed Therapy* (VOT) yang memungkinkan

verifikasi visual kepatuhan pasien, serta sistem berbasis telepon seperti 99DOTS dan aplikasi *mobile health* (mHealth) terintegrasi (Chen et al., 2023; Manyazewal et al., 2022; Qin et al., 2025; Sekandi et al., 2025). Implementasi teknologi ini memungkinkan tenaga kesehatan memperoleh umpan balik secara lebih cepat dan akurat, sehingga intervensi dapat dilakukan secara lebih responsif dan adaptif sesuai kondisi pasien (Musiimenta et al., 2023; Tadesse et al., 2024).

Kerangka Teori Perubahan Perilaku (*Health Belief Model*)

Selain sebagai alat pemantauan, efektivitas DAT dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan juga dapat dipahami melalui perspektif teori perubahan perilaku. Dalam kerangka *Health Belief Model* (HBM), kepatuhan dipengaruhi oleh persepsi individu terhadap manfaat pengobatan (*perceived benefits*), hambatan yang dirasakan (*perceived barriers*), serta adanya pemicu tindakan (*cues to action*) (Sazali et al., 2023). Penggunaan DAT seperti pengingat otomatis dan sistem notifikasi berbasis aplikasi, berperan sebagai *cues to action* yang secara konsisten mendorong pasien untuk mengonsumsi obat sesuai jadwal (Musiimenta et al., 2023). Di sisi lain, kemudahan akses dan fleksibilitas penggunaan teknologi dapat menurunkan *perceived barriers*, seperti keterbatasan waktu, jarak, dan akses terhadap layanan (Tadesse et al., 2024). Dengan demikian, DAT tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring, tetapi juga sebagai intervensi berbasis perilaku yang mampu meningkatkan *self-efficacy* pasien dalam menjalani pengobatan jangka panjang secara mandiri (Manyazewal et al., 2022; Qin et al., 2025).

Sintesis Bukti Empiris Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Digital Adherence Technologies (DAT) memiliki potensi dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan pasien tuberkulosis. Kajian yang dilakukan oleh (Netto et al., 2024) menunjukkan bahwa *Video Observed Therapy* (VOT) memiliki efektivitas yang sebanding dengan *Directly Observed Therapy* (DOT) dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan TB. Selain itu, penggunaan VOT juga dilaporkan lebih *cost-effective*, meningkatkan kepuasan pasien, serta mengurangi waktu yang dibutuhkan tenaga kesehatan dalam melakukan supervisi pengobatan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi berbasis video dapat menjadi alternatif pemantauan pengobatan yang lebih fleksibel pada era digital.

Penelitian lain oleh (Cattamanchi et al., 2021) mengevaluasi penggunaan 99DOTS sebagai metode supervisi pengobatan TB berbasis digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan 99DOTS memberikan tingkat keberhasilan pengobatan yang sebanding dengan metode konvensional DOT pada analisis intention-to-treat. Sementara itu, analisis per-protocol menunjukkan adanya peningkatan keberhasilan terapi pada pasien yang menggunakan 99DOTS. Penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas DAT dapat dipengaruhi oleh keterlibatan pasien serta kualitas implementasi teknologi di fasilitas pelayanan kesehatan. Selain itu, kajian yang dilakukan oleh (Olowoyo et al., 2025) melaporkan bahwa intervensi telemedicine pada pasien tuberkulosis berkontribusi terhadap peningkatan medication adherence, treatment completion, cure rate,

dan smear conversion. Namun demikian, hasil antar penelitian masih menunjukkan variasi efektivitas, sehingga diperlukan standarisasi implementasi telemedicine dan penguatan dukungan sistem pelayanan kesehatan untuk mengoptimalkan penggunaan DAT pada pengobatan TB.

Tujuan dan Rumusan Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya, penggunaan Digital Adherence Technologies (DAT) menunjukkan potensi dalam meningkatkan kepatuhan dan keberhasilan pengobatan tuberkulosis. Namun, efektivitas masing-masing jenis DAT masih menunjukkan hasil yang bervariasi, dipengaruhi oleh jenis teknologi yang digunakan, karakteristik pasien, akses terhadap teknologi digital, serta kesiapan sistem pelayanan kesehatan dalam mendukung implementasi intervensi berbasis teknologi.

Oleh karena itu, literature review ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas berbagai modalitas DAT dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan pasien tuberkulosis berdasarkan hasil sintesis evidence terkini. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan strategi pemantauan pengobatan TB berbasis teknologi yang lebih efektif, adaptif, dan berpusat pada pasien. Adapun rumusan pertanyaan dalam literature review ini adalah bagaimana efektivitas Digital Adherence Technologies (DAT) dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan pasien tuberkulosis berdasarkan evidence penelitian terkini.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain studi literatur (*literature review*) dengan pendekatan komponen PICOT yang mencakup populasi pasien tuberkulosis (P), intervensi berupa *Digital Adherence Technologies* (I), perbandingan dengan metode *Directly Observed Therapy* konvensional (C), hasil berupa tingkat kepatuhan minum obat (O), serta batasan waktu publikasi lima tahun terakhir (T). Data yang digunakan merupakan data sekunder dari hasil penelitian orisinal yang diperoleh melalui database *Google Scholar* dan *PubMed*.

Pencarian literatur dalam penyusunan artikel ini menggunakan jurnal dalam rentang tahun 2021 sampai 2025. Dalam pencarian, kata kunci yang digunakan menggunakan dua bahasa; untuk bahasa Indonesia dengan kata kunci: "Teknologi digital" AND "tuberkulosis" AND "kepatuhan minum obat". Kata kunci bahasa Inggris: "digital adherence technologies" AND "tuberculosis" AND "medication adherence" OR "treatment adherence".

Penelusuran artikel dilakukan pada rentang waktu 20 Maret 2026 sampai 20 April 2026. Seluruh artikel yang dianalisis dalam tinjauan pustaka ini merupakan hasil penelitian orisinal yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah terpercaya. Artikel yang dipilih menggunakan pendekatan kuantitatif, baik melalui metode eksperimental (*Randomized Controlled Trial*) maupun observasional, serta menyajikan data primer dari peneliti sebelumnya.

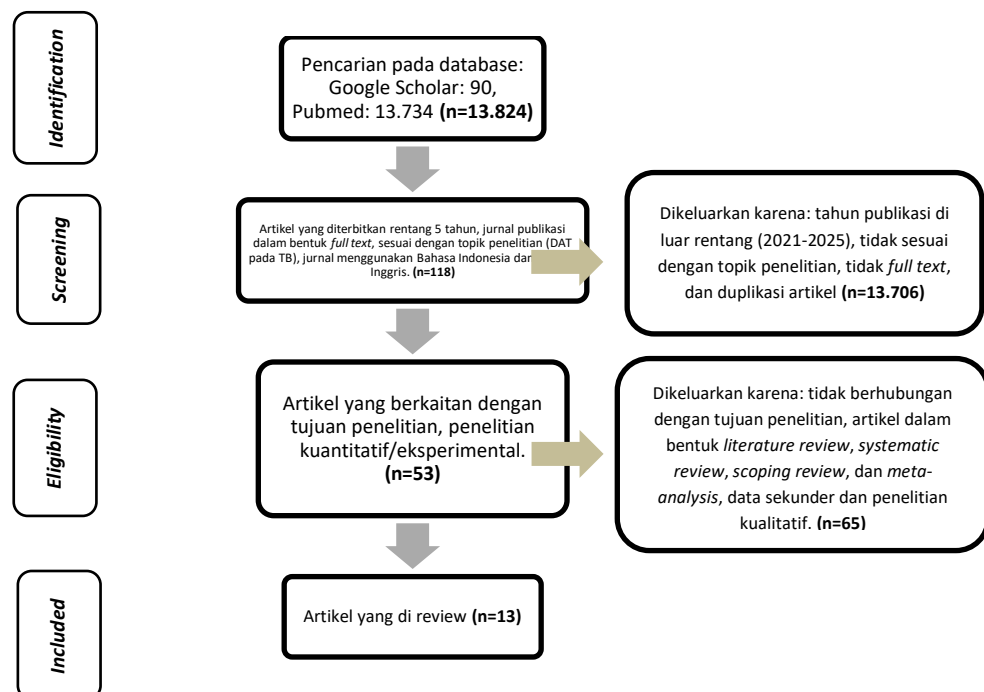
Proses seleksi artikel dimulai dengan identifikasi, yaitu mengumpulkan semua artikel yang relevan dengan kata kunci dari kedua database tersebut. Kemudian dilakukan *screening* dengan

mengevaluasi judul dan abstrak untuk mengeliminasi artikel yang tidak sesuai dengan fokus penelitian. Tahap selanjutnya adalah *eligibility*, yaitu membaca secara lengkap artikel yang lolos *screening* untuk memastikan kesesuaian berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi artikel orisinal yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2021-2025, tersedia dalam bentuk *full-text*, menggunakan bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris, juga harus relevan dengan topik penggunaan *Digital Adherence Technologies* (DAT) pada populasi pasien tuberkulosis. Sementara itu, kriteria eksklusi yang ditetapkan adalah

artikel yang tidak dapat diakses secara penuh, jurnal yang tidak mencantumkan tahun publikasi, serta studi yang menggunakan desain *literature review*, *systematic review*, maupun penelitian kualitatif.

Setelah dilakukan proses skrining berdasarkan judul dan abstrak untuk memastikan kesesuaian dengan fokus penelitian, serta eliminasi artikel duplikat dan artikel yang memenuhi kriteria eksklusi, diperoleh 13 artikel penelitian orisinal yang memenuhi syarat kelayakan (*eligibility*). Seluruh artikel tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut untuk disintesis dalam kajian ini. Data yang didapatkan akan dijelaskan pada bagan di bawah ini.



Gambar Bagan 1. Bagan Proses Pencarian Data

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Ekstraksi Data Artikel

No	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil/Kesimpulan
1	Liu et al., (2023)	<i>Digital adherence technologies to improve tuberculosis treatment outcomes in a cluster-randomised superiority trial</i>	<i>Cluster RCT; n=2.686 Intention-to-treat population dengan follow-up 18 bulan.</i>	Intervensi DAT tidak berpengaruh signifikan pada luaran klinis (aRR 1,01) karena kegagalan respon petugas terhadap data ketidakpatuhan pasien. Diperlukan intervensi yang lebih tepat waktu.
2	Wei et al., (2024)	<i>Effectiveness of a comprehensive package based on electronic medication monitors at improving treatment outcomes among tuberculosis patients in Tibet: a multi-centre randomised controlled trial</i>	<i>Pragmatic RCT; n=278 (143 intervensi, 135 kontrol). Intervensi berupa paket EMM.</i>	Intervensi EMM menurunkan angka ketidakpatuhan secara signifikan (10,2% vs 36,5%). Keberhasilan pengobatan meningkat (93,7% vs 73,1%). EMM efektif memperbaiki luaran TB di wilayah dengan sumber daya terbatas.
3	Wang et al., (2024)	<i>How Integrated Digital Tools Can Improve Tuberculosis Medication Adherence: A Longitudinal Study in China</i>	<i>Longitudinal study; n=2.498 pasien TB baru. Dibagi menjadi tiga kelompok: WeChat, EMM, dan konvensional. Analisis menggunakan regresi logistik untuk melihat faktor kepatuhan.</i>	Kelompok WeChat (95,3%) dan EMM (95,7%) menunjukkan tingkat kepatuhan medikasi median yang lebih tinggi dibandingkan kelompok konvensional (83,8%). Integrasi teknologi digital terbukti efektif meningkatkan aksesibilitas dan kepatuhan pengobatan TB.
4	Boutilier et al., (2022)	<i>Can digital adherence</i>	<i>Secondary analysis dari</i>	Intervensi DAT menurunkan risiko

		<i>technologies reduce inequity in tuberculosis treatment success? Evidence from a randomised controlled trial</i>	<i>Individual-level RCT; mengevaluasi heterogenitas efek intervensi DAT pada berbagai level risiko pasien.</i>	kegagalan pengobatan rata-rata sebesar 8,2%, dengan manfaat terbesar dirasakan oleh pasien berisiko tinggi. Teknologi ini efektif mengurangi ketimpangan hasil pengobatan dan sangat direkomendasikan sebagai strategi prioritas di wilayah dengan keterbatasan sumber daya.
5	Jerene et al., (2024)	<i>Effectiveness of Digital Adherence Technologies in Improving Treatment Outcomes in Persons with Drug-Susceptible Tuberculosis: Results from Pragmatic, Cluster Randomized Trials in Four Countries</i>	Cluster RCT; n=23.483 partisipan dewasa di empat negara (Filipina, Afrika Selatan, Tanzania, dan Ukraina).	Penggunaan DAT (smart pillbox dan label obat) secara umum tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada luaran pengobatan di tiga negara. Namun, terdapat penurunan risiko hasil buruk di Ukraina pada populasi yang patuh protokol. Diperlukan optimasi teknologi yang sesuai dengan konteks lokal agar manfaatnya maksimal.
6	Chen et al., (2023)	<i>Impact of the 99DOTS digital adherence technology on tuberculosis treatment outcomes in North India: a pre-post study</i>	<i>Pre-post study</i> menggunakan data nasional; n=16.044. Mengevaluasi penggunaan 99DOTS pada pasien TB sensitif obat.	Tidak terdapat perbedaan signifikan pada keberhasilan pengobatan antara kelompok pra-intervensi (93,1%) dan pasca-intervensi (92,9%). Rendahnya keterlibatan pasien terhadap sistem panggilan menjadi kendala utama efektivitas 99DOTS.
7	Saha et al., (2022)	<i>Tuberculosis Monitoring Encouragement Adherence Drive (TMEAD): Toward improving the</i>	<i>Quasi-experimental study; n=400</i> (200 intervensi, 200 kontrol).	Tingkat kepatuhan kelompok intervensi lebih tinggi (99%) dibandingkan kontrol (90%), divalidasi dengan hasil tes urin (84%). Intervensi

		<i>adherence of the patients with drug-sensitive tuberculosis in Nashik, Maharashtra</i>		TMEAD efektif meningkatkan kepatuhan pengobatan dan sangat efisien secara biaya.
8	Sekandi et al., (2025)	<i>Effectiveness of a Mobile Health Intervention (DOT Selfie) in Increasing Treatment Adherence Monitoring and Support for Patients With Tuberculosis in Uganda: Randomized Controlled Trial</i>	<i>Two-arm RCT; n=142 (71 VDOT dan 71 konvensional).</i>	VDOT terbukti 8,4 kali lebih efektif dalam meningkatkan pemantauan kepatuhan di wilayah dengan keterbatasan sumber daya manusia.
9	Manyazewal et al., (2022)	<i>Effectiveness of a digital medication event reminder and monitor device for patients with tuberculosis (SELFTB): a multicenter randomized controlled trial</i>	<i>Randomized Controlled Trial (RCT); n=114 (57 intervensi MERM, 57 kontrol DOT).</i>	Kepatuhan MERM setara dengan DOT konvensional dan lebih unggul dalam verifikasi akurasi melalui tes urin.
10	Iribarren et al., (2022)	<i>Patient-centered mobile tuberculosis treatment support tools (TB-TSTs) to improve treatment adherence: A pilot randomized controlled trial exploring feasibility, acceptability</i>	<i>Pilot RCT; n=42. Membandingkan usual care dengan intervensi TB-TSTs.</i>	Keberhasilan pengobatan kelompok intervensi lebih tinggi (95%) dibandingkan kontrol (81%). Intervensi dinilai sangat layak dan diterima dengan baik oleh pasien.

		<i>and refinement needs</i>	
11	Qin et al., (2025)	<i>Effectiveness of a mobile health application on treatment outcomes among patients with tuberculosis in Shanghai, China: a multicentre randomised controlled trial</i>	Multicentre RCT; n=741 (371 intervensi, 370 kontrol). Aplikasi mHealth secara signifikan menurunkan risiko luaran negatif sebesar 7,04% dan ketidakpatuhan sebesar 16,39%. Intervensi ini terbukti sangat efektif dalam memperbaiki kepatuhan pengobatan dan mencegah kejadian putus obat
12	Sodhi et al., (2024)	<i>Impact of a pilot mHealth intervention on treatment outcomes of TB patients seeking care in the private sector using Propensity Scores Matching-Evidence collated from New Delhi, India</i>	Observational study dengan Propensity Score Matching; n=1.171. Pasien yang menggunakan aplikasi menerima tindak lanjut 58% lebih banyak dibandingkan kelompok kontrol. Meningkatkan peluang keberhasilan pengobatan secara signifikan hingga 245% (Odds Ratio: 3,458).
13	Fahrunnisa, (2024)	<i>Pengaruh Edukasi Penggunaan Aplikasi Tobat (Tekun Minum Obat) Terhadap Kepatuhan Minum Obat dan Kualitas Hidup Pasien TB Paru di Rumkit Tk. II Prof. dr. J. A. Latumeten</i>	Quasi Experimental dengan Pretest-Posttest Control Group Design; n=40 (20 intervensi, 20 kontrol). Terdapat perbedaan signifikan pada kepatuhan minum obat dan kualitas hidup setelah intervensi aplikasi TOBAT (p=0,000). Kelompok kontrol tidak menunjukkan perubahan signifikan sedangkan aplikasi TOBAT terbukti efektif meningkatkan kepatuhan pasien.

Hasil ekstraksi data dari 13 jurnal menunjukkan bahwa penggunaan *Digital Adherence Technologies* (DAT) memberikan

dampak yang signifikan terhadap peningkatan kepatuhan pengobatan pasien tuberkulosis di berbagai negara. Seperti penelitian yang

dilakukan oleh Wei et al. (2024) di Tibet melalui uji *Pragmatic RCT*, penggunaan *Electronic Medication Monitor* (EMM) secara signifikan menurunkan angka ketidakpatuhan dari 36,5% pada kelompok kontrol menjadi 10,2% pada kelompok intervensi, serta meningkatkan keberhasilan pengobatan hingga 93,7%. Temuan ini diperkuat oleh (Wang et al., 2024) yang melaporkan tingkat kepatuhan median pada kelompok WeChat (95,3%) dan EMM (95,7%) jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok konvensional yang hanya mencapai 83,8%.

Efektivitas DAT juga terlihat menonjol dalam meminimalkan ketimpangan hasil pengobatan. Boutilier et al. (2022) menemukan bahwa intervensi digital menurunkan risiko kegagalan pengobatan rata-rata sebesar 8,2%, terutama pada pasien berisiko tinggi. Sementara itu, Sekandi et al. (2025) di Uganda membuktikan bahwa *Video Observed Therapy* (VOT) 8,4 kali lebih efektif dalam meningkatkan pemantauan kepatuhan dibandingkan metode standar. Dari konteks nasional, penelitian Fahrurnisa (2024) menunjukkan hasil yang selaras, di mana terdapat perbedaan signifikan pada kepatuhan minum obat dan kualitas hidup pasien setelah diberikan edukasi aplikasi TOBAT dengan nilai $p = 0,000$, sedangkan pada kelompok kontrol tidak ditemukan perubahan yang berarti.

Namun, beberapa studi mencatat terdapat hasil yang berbeda dari penerapan DAT. (Liu et al., 2023) melaporkan bahwa DAT tidak memberikan pengaruh signifikan pada luaran klinis (aRR 1,01) jika kegagalan respon petugas terhadap data ketidakpatuhan masih tinggi. Temuan ini diperluas oleh (Jerene et al., 2024) melalui uji *cluster randomized trials* berskala besar di empat negara (Filipina,

Afrika Selatan, Tanzania, dan Ukraina), yang menunjukkan bahwa penggunaan *smart pillbox* dan label obat secara umum tidak memberikan perbedaan signifikan pada luaran primer di tiga negara yang diteliti. Hal ini mengindikasikan bahwa teknologi digital tidak dapat berdiri sendiri tanpa optimasi yang sesuai dengan konteks lokal. Hal serupa juga ditemukan pada sistem 99DOTS di India oleh (Chen et al., 2023), di mana rendahnya keterlibatan pasien terhadap sistem panggilan mengakibatkan tidak adanya perbedaan yang bermakna pada angka keberhasilan pengobatan antara kelompok pra dan pasca-intervensi.

Perbedaan hasil yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan mengungkap adanya kesenjangan hasil implementasi DAT yang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Dilihat dari perbedaan desain penelitian dan metodologi, studi dengan hasil sangat efektif seperti (Wei et al., 2024) menggunakan intervensi pendekatan paket komprehensif, sedangkan studi yang kurang efektif seperti (Liu et al., 2023) hanya mengandalkan ulasan data bulanan pasien yang sering kali terlambat untuk ditindaklanjuti. Jenis DAT yang digunakan seperti teknologi asinkron atau otomatis, VOT dari (Sekandi et al., 2025) dan EMM cenderung lebih unggul dibandingkan sistem yang menuntut partisipasi aktif pasien yang terlalu tinggi seperti sistem panggilan balik pada 99DOTS.

Secara keseluruhan, karakteristik 13 artikel ini mengonfirmasi bahwa modalitas *Digital Adherence Technologies* (DAT) seperti aplikasi TOBAT, WeChat, EMM, dan VOT sangat efektif meningkatkan aksesibilitas dan kepatuhan pengobatan TB, terutama jika didukung oleh respon petugas kesehatan yang cepat

tanggap terhadap data
ketidakpatuhan pasien.

PEMBAHASAN

Sintesis Efektivitas DAT terhadap Kepatuhan Pengobatan

Hasil sintesis terhadap 13 artikel yang diteliti menunjukkan bahwa *Digital Adherence Technologies* (DAT) secara konsisten memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan tuberkulosis (TB). Secara umum, berbagai modalitas digital seperti *short message service* (SMS) *reminders*, *Video Observed Therapy* (VOT), aplikasi mobile, hingga *smart pillboxes* terbukti mampu meningkatkan keteraturan konsumsi obat dibandingkan pendekatan konvensional. Beberapa studi melaporkan peningkatan kepatuhan yang signifikan dan berdampak secara klinis, terutama pada intervensi yang dikombinasikan dengan edukasi atau pemantauan aktif oleh tenaga kesehatan.

Meskipun demikian, efektivitas DAT tidak bersifat seragam pada seluruh studi. Penelitian oleh (Wei et al., 2024) dan (Fahrurnisa, 2024) menunjukkan hasil yang sangat signifikan, terutama pada intervensi berbasis paket digital terintegrasi yang mampu menurunkan angka ketidakpatuhan secara signifikan. Sebaliknya, (Liu et al., 2023) tidak menemukan pengaruh signifikan terhadap luaran klinis akhir karena adanya kegagalan sistem kesehatan dalam merespons data ketidakpatuhan pasien yang teridentifikasi selama ulasan bulanan. Penundaan dalam peninjauan data serta lemahnya implementasi manajemen perawatan khusus bagi pasien yang tidak patuh menyebabkan penggunaan alat digital tersebut tidak mampu mengubah hasil akhir pengobatan secara bermakna.

Selain itu, kegagalan implementasi DAT dalam beberapa studi ini mencerminkan adanya kesenjangan antara ketersediaan teknologi dan kapasitas sistem kesehatan dalam memanfaatkannya secara optimal. Dalam praktiknya, tenaga kesehatan di fasilitas layanan primer seringkali menghadapi beban kerja yang tinggi, keterbatasan waktu, serta kurangnya pelatihan dalam interpretasi data digital, sehingga data ketidakpatuhan yang dihasilkan tidak segera ditindaklanjuti secara klinis. Kondisi ini menunjukkan bahwa transformasi digital dalam pelayanan kesehatan tidak hanya memerlukan inovasi teknologi, tetapi juga kesiapan organisasi, peningkatan kompetensi sumber daya manusia, serta sistem respon yang terstruktur dan berkelanjutan. Tanpa dukungan tersebut, teknologi berisiko menjadi sekadar alat pemantauan pasif yang tidak memberikan dampak signifikan terhadap luaran pengobatan.

Dengan demikian, DAT tidak dapat diposisikan sebagai solusi Tunggal melainkan sebagai instrumen pendukung yang memerlukan integrasi dengan sistem tindak lanjut klinis yang responsif. Temuan ini menegaskan bahwa DAT efektif dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan TB, terutama ketika diimplementasikan secara terintegrasi dengan dukungan tenaga kesehatan.

Analisis Modalitas dan Mekanisme Perilaku

Berdasarkan pengelompokan jenis teknologi, VOT dan aplikasi mobile interaktif teridentifikasi sebagai modalitas yang paling efektif dan realistis untuk diterapkan dalam

konteks komunitas. VOT sebagaimana dilaporkan dalam studi (Sekandi et al., 2025), memiliki keunggulan dalam menyediakan verifikasi visual terhadap kepatuhan pasien, sehingga mampu mereplikasi fungsi *Directly Observed Therapy* (DOT) secara lebih fleksibel. Hal ini memberikan keseimbangan antara kontrol klinis dan kenyamanan pasien. Di sisi lain, aplikasi mobile seperti Aplikasi TOBAT (Fahrurnisa, 2024) menunjukkan potensi dalam memberikan edukasi berkelanjutan serta pengingat yang bersifat personal karena mampu meningkatkan kepatuhan sekaligus memperbaiki kualitas hidup pasien secara signifikan. Intervensi digital ini membantu pasien mengatasi hambatan psikologis, sosial, dan spiritual yang sering kali menyebabkan rasa tidak berdaya, sehingga pasien dapat beradaptasi lebih baik selama masa pengobatan yang panjang.

Namun demikian, tidak semua teknologi memiliki tingkat keberlanjutan yang sama. *Smart pillbox* (Electronic Medication Monitor/EMM) menawarkan akurasi data yang tinggi, tetapi implementasinya masih menghadapi kendala biaya dan distribusi perangkat, terutama di wilayah dengan sumber daya terbatas. Selain itu, intervensi berbasis SMS, meskipun lebih sederhana dan murah, cenderung memiliki efek yang lebih moderat jika tidak disertai dengan interaksi lanjutan dari tenaga kesehatan. Hal ini menunjukkan bahwa kompleksitas intervensi sering kali berbanding lurus dengan efektivitasnya, namun juga meningkatkan tantangan implementasi.

Keberhasilan DAT juga dipengaruhi oleh berbagai faktor multidimensi, meliputi karakteristik individu pasien seperti motivasi, tingkat pendidikan, dan literasi

digital; aspek teknologi seperti kemudahan penggunaan dan akses jaringan; serta dukungan sistem kesehatan. Temuan ini sejalan dengan konsep *Health Belief Model* (HBM), di mana DAT berperan dalam menurunkan *perceived barriers* melalui kemudahan akses dan fleksibilitas, serta meningkatkan *cues to action* melalui pengingat otomatis. Selain itu, penggunaan teknologi juga dapat memperkuat *perceived benefits* dan *self-efficacy* pasien dalam menjalankan pengobatan secara mandiri. Dengan demikian, DAT tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantauan, tetapi juga sebagai intervensi perilaku yang mampu memodifikasi determinan kepatuhan pasien.

Implikasi Praktis dalam Konteks Pelayanan Kesehatan

Secara praktis, temuan ini menunjukkan bahwa DAT memiliki potensi besar sebagai alternatif maupun pelengkap strategi DOT konvensional, khususnya dalam pendekatan *person-centered care*. Dalam konteks pelayanan kesehatan di Indonesia, implementasi DAT menawarkan peluang besar untuk mengatasi hambatan geografis dan keterbatasan tenaga kesehatan di tingkat Puskesmas. Keberhasilan intervensi berbasis aplikasi seperti Aplikasi TOBAT (Fahrurnisa, 2024) membuktikan bahwa kearifan lokal dalam bentuk edukasi digital dapat meningkatkan kepatuhan secara signifikan ($p=0,000$). Namun perlu diperhatikan juga bahwa tantangan di Indonesia bukan hanya ketersediaan alat, melainkan literasi digital pasien dan keluarga, serta kesiapan tenaga kesehatan untuk tetap responsif terhadap data digital agar teknologi tidak menjadi beban administratif baru bagi tenaga kesehatan. Selain itu, integrasi dengan sistem pelayanan kesehatan yang sudah ada menjadi kunci utama

agar data yang dihasilkan oleh perangkat digital dapat ditindaklanjuti secara optimal oleh tenaga kesehatan. Tanpa adanya sinkronisasi antara notifikasi digital dan tindakan klinis di lapangan, efektivitas DAT dalam menurunkan angka kegagalan pengobatan tidak akan tercapai secara maksimal.

Kekuatan, Keterbatasan, dan Rekomendasi Penelitian

Kekuatan utama dari tinjauan ini terletak pada penggunaan studi terkini (2021-2025) dengan variasi desain penelitian yang memberikan gambaran komprehensif mengenai perkembangan DAT dalam pengobatan TB. Namun, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Heterogenitas metode dan variasi konteks antar studi menyulitkan generalisasi hasil secara universal. Selain itu, kemungkinan bias publikasi tidak dapat diabaikan, mengingat studi dengan hasil positif cenderung lebih banyak dipublikasikan dibandingkan dengan hasil negatif atau tidak signifikan.

Berdasarkan temuan ini, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan desain *Randomized Controlled Trial* (RCT) dengan skala yang lebih besar, khususnya di negara berkembang. Selain itu, pengembangan intervensi digital yang lebih interaktif dan terintegrasi dengan dukungan psikososial perlu menjadi fokus, guna memastikan bahwa implementasi DAT tidak hanya meningkatkan kepatuhan secara teknis, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas hidup pasien secara menyeluruh.

KESIMPULAN

Digital Adherence Technologies (DAT) terbukti efektif dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan pada pasien

tuberkulosis, terutama ketika diimplementasikan sebagai bagian dari sistem pemantauan yang terintegrasi dengan tenaga kesehatan. Berbagai modalitas seperti Video Observed Therapy (VOT), aplikasi mobile, dan smart pillbox dapat menjadi alternatif maupun pelengkap metode *Directly Observed Therapy* (DOT) konvensional karena mampu memberikan fleksibilitas, pengingat berkelanjutan, serta dukungan edukasi kepada pasien.

Namun demikian, efektivitas DAT tidak hanya ditentukan oleh jenis teknologi yang digunakan, melainkan sangat bergantung pada kesiapan sistem pelayanan kesehatan, responsivitas tenaga kesehatan terhadap data digital, serta faktor individu seperti literasi digital dan motivasi pasien. Untuk mencapai dampak optimal, implementasi DAT harus disesuaikan dengan konteks lokal dan karakteristik populasi. Sebagai rekomendasi keberlanjutan program, disarankan adanya penguatan infrastruktur digital, peningkatan literasi teknologi pada pasien dan nakes, serta penelitian lanjutan mengenai efektivitas setiap jenis DAT pada berbagai *setting* pelayanan kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Boutilier, J. J., Yoeli, E., Rathouser, J., Owiti, P., Subbaraman, R., & Jónasson, J. O. (2022). Can digital adherence technologies reduce inequity in tuberculosis treatment success? Evidence from a randomised controlled trial. *BMJ Global Health*, 7(12). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2022-010512>
- Cattamanchi, A., Crowder, R., Kityamuwesi, A., Kiwanuka,

- N., Lamunu, M., Namale, C., Tinka, L. K., Nakate, A. S., Ggita, J., Turimumahoro, P., Babirye, D., Oyuku, D., Berger, C., Tucker, A., Patel, D., Sammann, A., Stavia, T., Dowdy, D., & Katamba, A. (2021). Digital adherence technology for tuberculosis treatment supervision: A stepped-wedge cluster-randomized trial in Uganda. *PLoS Medicine*, 18(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003628>
- Chen, A. Z., Kumar, R., Baria, R. K., Shridhar, P. K., Subbaraman, R., & Thies, W. (2023). Impact of the 99DOTS digital adherence technology on tuberculosis treatment outcomes in North India: a pre-post study. *BMC Infectious Diseases*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12879-023-08418-2>
- Fahrunnisa. (2024). Pengaruh Edukasi Penggunaan Aplikasi Tobat (Tekun Minum Obat) Terhadap Kepatuhan Minum Obat dan Kualitas Hidup Pasien TB Paru di Rumkit Tk. II Prof. dr. J. A. Latumeten. In *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat* (Vol. 2, Number 1).
- Goscé, L., Tadesse, A. W., Foster, N., Van Kalmthout, K., Rest, J. van, Van Der Wal, J., Harker, M. J., Madden, N., Abdurhman, T., Gadissa, D., Bedru, A., Dube, T. N., Alacapa, J., Mganga, A., Deyanova, N., Charalambous, S., Letta, T., Jerene, D., White, R., ... McQuaid, C. F. (2024). Modelling the epidemiological and economic impact of digital adherence technologies with differentiated care for tuberculosis treatment in Ethiopia. *BMJ Global Health*, 9(12). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2024-016997>
- Iribarren, S. J., Milligan, H., Chirico, C., Goodwin, K., Schnall, R., Telles, H., Iannizzotto, A., Sanjurjo, M., Lutz, B. R., Pike, K., Rubinstein, F., Rhodehamel, M., Leon, D., Keyes, J., & Demiris, G. (2022). Patient-centered mobile tuberculosis treatment support tools (TB-TSTs) to improve treatment adherence: A pilot randomized controlled trial exploring feasibility, acceptability and refinement needs. *The Lancet Regional Health - Americas*, 13, 100291. <https://doi.org/10.1016/j>
- Jerene, D., Van Kalmthout, K., Levy, J., Alacapa, J., Deyanova, N., Dube, T., Mganga, A., Tasca, B., Bogdanov, A., Efo, E., Gamazina, K., Marie, A., Garfin, C., Kochanov, V., Leung, A., Madden, N., Maraba, N., Finn McQuaid, C., Mleoh, L., ... Charalambous, S. (2024). Effectiveness of digital adherence technologies in improving treatment outcomes in persons with drug-susceptible tuberculosis: results from pragmatic, cluster randomized trials in four countries. <https://ssrn.com/abstract=4720744>
- Kemenkes RI. (2020). *Pedoman Nasional Pelayan Kedokteran Tata Laksana Tuberkulosis*. Kementerian Kesehatan RI.
- Liu, X., Thompson, J., Dong, H., Sweeney, S., Li, X., Yuan, Y., Wang, X., He, W., Thomas, B., Xu, C., Hu, D., Vassall, A., Huan, S., Zhang, H., Jiang, S.,

- Fielding, K., & Zhao, Y. (2023). Digital adherence technologies to improve tuberculosis treatment outcomes in China: a cluster-randomised superiority trial. *The Lancet Global Health*, 11(5), e693-e703. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(23\)00068-2](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(23)00068-2)
- Manyazewal, T., Woldeamanuel, Y., Holland, D. P., Fekadu, A., & Marconi, V. C. (2022). Effectiveness of a digital medication event reminder and monitor device for patients with tuberculosis (SELFTB): a multicenter randomized controlled trial. *BMC Medicine*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02521-y>
- Musiimenta, A., Tumuhimbise, W., Atukunda, E., Mugaba, A., Linnemayr, S., & Haberer, J. (2023). Digital Adherence Technologies and Mobile Money Incentives for Management of Tuberculosis Medication Among People Living With Tuberculosis: Mixed Methods Formative Study. *JMIR Formative Research*, 7. <https://doi.org/10.2196/45301>
- Netto, T. A. L., Diniz, B. D., Odutola, P., Dantas, C. R., de Freitas, M. C. F. L. C., Hefford, P. M., & Bes, T. M. (2024). Video-observed therapy (VOT) vs directly observed therapy (DOT) for tuberculosis treatment: A systematic review on adherence, cost of treatment observation, time spent observing treatment and patient satisfaction. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2024-October 2024. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012565>
- Olowoyo, K. S., Esan, D. T., Olowoyo, P., Oyinloye, B. E., Fawole, I. O., Aderibigbe, S., Adigun, M. O., Olawade, D. B., Esan, T. O., & Adeyanju, B. T. (2025). Treatment Adherence and Outcomes in Patients with Tuberculosis Treated with Telemedicine: A Scoping Review. In *Tropical Medicine and Infectious Disease* (Vol. 10, Number 3). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/tropicalmed10030078>
- Sazali, M. F., Rahim, S. S. S. A., Mohammad, A. H., Kadir, F., Payus, A. O., Avoi, R., Jeffree, M. S., Omar, A., Ibrahim, M. Y., Atil, A., Tuah, N. M., Dapari, R., Lansing, M. G., Rahim, A. A. A., & Azhar, Z. I. (2023). Improving Tuberculosis Medication Adherence: The Potential of Integrating Digital Technology and Health Belief Model. In *Tuberculosis and Respiratory Diseases* (Vol. 86, Number 2, pp. 82-93). Korean National Tuberculosis Association. <https://doi.org/10.4046/trd.2022.0148>
- Sekandi, J. N., Buregyeya, E., Zalwango, S., Nakkonde, D., Kaggwa, P., Quach, T. H. T., Asiiimwe, D., Atuyambe, L., & Dobbin, K. (2025). Effectiveness of a Mobile Health Intervention (DOT Selfie) in Increasing Treatment Adherence Monitoring and Support for Patients With Tuberculosis in Uganda: Randomized Controlled Trial. *JMIR MHealth and UHealth*, 13. <https://doi.org/10.2196/57991>
- Sodhi, R., Vatsyayan, V., Panibatla, V., Sayyad, K., Williams, J.,

- Pattery, T., & Pal, A. (2024). Impact of a pilot mHealth intervention on treatment outcomes of TB patients seeking care in the private sector using Propensity Scores Matching—Evidence collated from New Delhi, India. *PLOS Digital Health*, 3(9 September).
<https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000421>
- Tadesse, A. W., Mganga, A., Dube, T. N., Alacapa, J., van Kalmthout, K., Letta, T., Mleoh, L., Garfin, A. M. C., Maraba, N., Charalambous, S., Foster, N., Jerene, D., & Fielding, K. L. (2024). Feasibility and acceptability of the smart pillbox and medication label with differentiated care to support person-centered tuberculosis care among ASCENT trial participants - A multicountry study. *Frontiers in Public Health*, 12.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1327971>
- Wang, X., Fu, Q., Zhou, M., & Li, Y. (2024). How Integrated Digital Tools Can Improve Tuberculosis Medication Adherence: A Longitudinal Study in China. *Telemedicine and E-Health*, 30(2), 490-498.
<https://doi.org/10.1089/tmj.2023.0084>
- Wei, X., Hicks, J. P., Zhang, Z., Haldane, V., Pasang, P., Li, L., Yin, T., Zhang, B., Li, Y., Pan, Q., Liu, X., Walley, J., & Hu, J. (2024). Effectiveness of a comprehensive package based on electronic medication monitors at improving treatment outcomes among tuberculosis patients in Tibet: a multicentre randomised controlled trial. *The Lancet*, 403(10430), 913-923.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)02270-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)02270-5)
- World Health Organization. (2025). *Global Tuberculosis Report 2025*.
<https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2025>
- Zary, M., Mohamed, M. S., Kafie, C., Chilala, C. I., Bahukudumbi, S., Foster, N., Gore, G., Fielding, K. L., Subbaraman, R., & Schwartzman, K. (2024). The performance of digital technologies for measuring tuberculosis medication adherence: A systematic review. In *BMJ Global Health* (Vol. 9, Number 7). BMJ Publishing Group.
<https://doi.org/10.1136/bmjgh-2024-015633>