

Implementation of AI Technology as An Intervention Strategy for Optimizing Medication Adherence

Implementasi Teknologi AI sebagai Strategi Intervensi untuk Optimalisasi Medication Adherence

Alyya Dwiyulianti¹, Lugita Julian Pamungkas², Lulu Azizah Zahro³, Nabila Komarudin⁴, Naomi Manik⁵, R. Intania Putri Az-zahra⁶, Desyana Rahmah Arundina⁷, Heri Ridwan^{8*}

¹⁻²Program Studi S1 Keperawatan Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Sumedang, Indonesia

*Corresponding Author: Heri Ridwan, Heriridwan@upi.edu

Received: 5 Desember 2025; Revised: 7 Desember 2025; Accepted: 8 Desember 2025

ABSTRACT

Treatment adherence is a crucial factor in the success of chronic disease therapy, but it remains a global challenge due to the limitations of traditional monitoring methods such as questionnaires and pill count, which are often biased and inaccurate. Non-adherence can exacerbate symptoms, increase rehospitalization, and burden healthcare costs. This study aims to map the modalities of Artificial Intelligence (AI) technology, its mechanisms of action, and its effectiveness as an intervention strategy to improve medication adherence. This study employs a narrative literature review, searching articles in the PubMed, ScienceDirect, and Springer Nature Link databases published between 2015–2025, using the keywords “Intervention,” “Artificial Intelligence,” and “Medication Adherence.” The inclusion criteria included research-based articles relevant to the topic, articles published within the last 10 years 2015–2025, and full-text articles in either Indonesian or English that were relevant to the topic. Of the 445 initial articles, seven met the inclusion criteria and were analyzed in terms of AI modalities, mechanisms of action, and effectiveness on medication adherence. The findings showed three dominant AI approaches: (1) Machine Learning-based Risk Prediction to identify patients at risk of non-adherence early on; (2) Computer Vision-based Visual Monitoring (VDOT) through smartphone applications and wearable devices to verify medication swallowing in real-time; and (3) Educational Support through Natural Language Processing (NLP)-based Chatbots and digital nudge interventions to provide empathetic education and behavioral encouragement. AI has been shown to increase adherence rates to >90%, reduce clinical symptoms, decrease recurrence rates, and lower healthcare costs by 25–32%. AI has proven to be an effective and comprehensive intervention strategy for optimizing medication adherence through real-time monitoring, risk prediction, and personalized behavioral support. However, the sustainability of implementation requires user-friendly application design, improved digital literacy, and privacy protection to ensure that the technology is acceptable and sustainable in clinical practice.

Keywords: Artificial Intelligence, Intervention, Medication Adherence

ABSTRAK

Kepatuhan pengobatan merupakan faktor krusial dalam keberhasilan terapi penyakit kronis, namun masih menjadi tantangan global akibat keterbatasan metode pemantauan tradisional seperti kuesioner dan penghitungan sisa pil sering kali bias dan kurang akurat.

Ketidakpatuhan dapat memperburuk gejala, meningkatkan rehospitalisasi, serta membebani biaya layanan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan modalitas teknologi Artificial Intelligence (AI), mekanisme kerja, serta efektivitasnya sebagai strategi intervensi dalam meningkatkan kepatuhan pengobatan. Penelitian ini menggunakan narrative literature review dengan menelusuri artikel pada database PubMed, ScienceDirect, dan Springer Nature Link dalam rentang publikasi 2015–2025 menggunakan kata kunci “Intervensi”, “Kecerdasan Buatan”, dan “Kepatuhan Terhadap Pengobatan”. Kriteria inklusi mencakup artikel yang berbasis penelitian yang relevan dengan topik, artikel yang diterbitkan dalam rentang 10 tahun terakhir yaitu tahun 2015–2025, dan artikel teks lengkap berbahasa Indonesia atau bahasa Inggris yang relevan dengan topik. Dari 445 artikel awal, tujuh artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis terkait modalitas AI, mekanisme kerja, dan efektivitas terhadap kepatuhan pengobatan. Temuan menunjukkan tiga pendekatan dominan AI : (1) Risk Prediction berbasis Machine Learning untuk mengidentifikasi pasien berisiko tidak patuh secara dini; (2) Visual Monitoring berbasis Computer Vision (VDOT) melalui aplikasi smartphone dan perangkat wearable untuk memverifikasi penelitian obat secara real-time; dan (3) Educational Support melalui Chatbot berbasis Natural Language Processing (NLP) dan intervensi nudge digital untuk memberikan edukasi empatik dan dorongan perilaku. AI terbukti meningkatkan tingkat kepatuhan hingga >90%, menurunkan gejala klinis, mengurangi tingkat kekambuhan, serta menekan biaya layanan kesehatan hingga 25–32%. AI terbukti menjadi strategi intervensi efektif dan komprehensif untuk optimalisasi kepatuhan pengobatan melalui pemantauan real-time, prediksi risiko, dan dukungan perilaku yang dipersonalisasi. Namun, keberlanjutan implementasi memerlukan desain aplikasi yang ramah pengguna, peningkatan literasi digital, serta perlindungan privasi untuk memastikan teknologi dapat diterima dan berkelanjutan dalam praktik klinis.

Kata Kunci: Intervensi, Kecerdasan Buatan, Kepatuhan Terhadap Pengobatan

LATAR BELAKANG

Kepatuhan pengobatan (medication adherence) merupakan elemen fundamental dalam keberhasilan terapi, namun hingga saat ini masih menjadi tantangan kesehatan global yang belum terpecahkan sepenuhnya. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mencatat bahwa ketidakpatuhan terhadap pengobatan jangka panjang pada penyakit tidak menular (NCDs) memiliki dampak yang signifikan terhadap peningkatan angka morbiditas, mortalitas, serta beban ekonomi sistem kesehatan. Pada kasus penyakit kronis seperti hipertensi, diabetes, hingga gangguan kesehatan mental berat seperti skizofrenia, kegagalan dalam mematuhi rejimen pengobatan seringkali berujung pada rehospitalisasi yang dapat dicegah (Babel et al., 2021; Zavaleta-Monestel et al., 2025). Masalah ini tidak hanya bersifat klinis tetapi juga multidimensi, melibatkan faktor sosial, ekonomi, dan perilaku pasien yang kompleks.

Secara tradisional, pengukuran kepatuhan bergantung pada metode yang memiliki keterbatasan inheren. Metode subjektif seperti kuesioner pelaporan mandiri (self-report) seringkali bias karena pasien cenderung memberikan jawaban yang "baik" (social desirability bias), sementara metode objektif seperti penghitungan sisa pil (pill counts) mudah dimanipulasi. Standar emas seperti Directly Observed Therapy (DOT), di mana tenaga kesehatan mengawasi langsung pasien menelan obat, terbukti efektif namun sangat membebani sumber daya (padat karya), intrusif terhadap privasi pasien, dan sulit diterapkan dalam skala besar untuk populasi umum (Gackowski Michał and Jasińska-Stroschein et al., 2024; Zary et al., 2024). Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak akan strategi intervensi yang tidak hanya akurat dalam memantau, tetapi juga skalabel dan mampu berjalan secara real-time.

Dalam dekade terakhir, integrasi teknologi digital ke dalam layanan kesehatan telah membuka peluang baru. Namun, sekadar digitalisasi catatan kesehatan tidaklah cukup. Paradigma kini bergeser menuju pemanfaatan Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence atau AI) yang mentransformasi data kesehatan pasif menjadi intervensi aktif. Berbeda dengan aplikasi pengingat sederhana (reminder apps), teknologi berbasis AI memiliki kemampuan untuk memproses data heterogen mulai dari data klinis, perilaku digital, hingga faktor sosio-demografis untuk menghasilkan strategi intervensi yang dipersonalisasi (AI-Arkee et al., 2021; Sumner et al., 2023). AI menawarkan potensi untuk menjembatani kesenjangan antara kunjungan dokter

dengan kehidupan sehari-hari pasien, memberikan dukungan yang berkelanjutan tanpa batasan waktu dan tempat.

Salah satu kontribusi terbesar AI dalam kepatuhan pengobatan adalah kemampuan prediktifnya. Melalui algoritma Machine Learning (ML), sistem kini dapat mengidentifikasi pola-pola tersembunyi dalam data pasien untuk memprediksi risiko ketidakpatuhan bahkan sebelum hal itu terjadi. Studi terbaru menunjukkan bahwa model ML yang dilatih menggunakan data Electronic Health Records (EHR) dapat menstratifikasi pasien berdasarkan risiko putus obat, memungkinkan apoteker atau klinisi untuk memprioritaskan intervensi pada kelompok yang paling membutuhkan (Liang et al., 2025; Marineci et al., 2025). Pendekatan proaktif ini, yang didukung oleh program klinis berbasis data, terbukti meningkatkan kontrol penyakit dan efisiensi biaya dibandingkan pendekatan reaktif standar (Worrall et al., 2025).

Selain prediksi, AI juga merevolusi cara pemantauan fisik dilakukan. Teknologi Computer Vision kini memungkinkan verifikasi penelanan obat secara otomatis melalui kamera smartphone, sebuah metode yang dikenal sebagai AI-driven Video Directly Observed Therapy (VDOT). Teknologi ini mampu mendeteksi wajah pasien, identitas obat, dan gerakan menelan secara real-time dengan akurasi tinggi. Implementasi teknologi ini pada populasi rentan, seperti pasien Skizofrenia dan Tuberkulosis, menunjukkan bahwa AI dapat menggantikan pengawasan manusia dengan tingkat validitas yang sebanding, namun dengan fleksibilitas yang jauh lebih tinggi bagi pasien (H. H. Chen et al., 2023; Zhu et al., 2025).

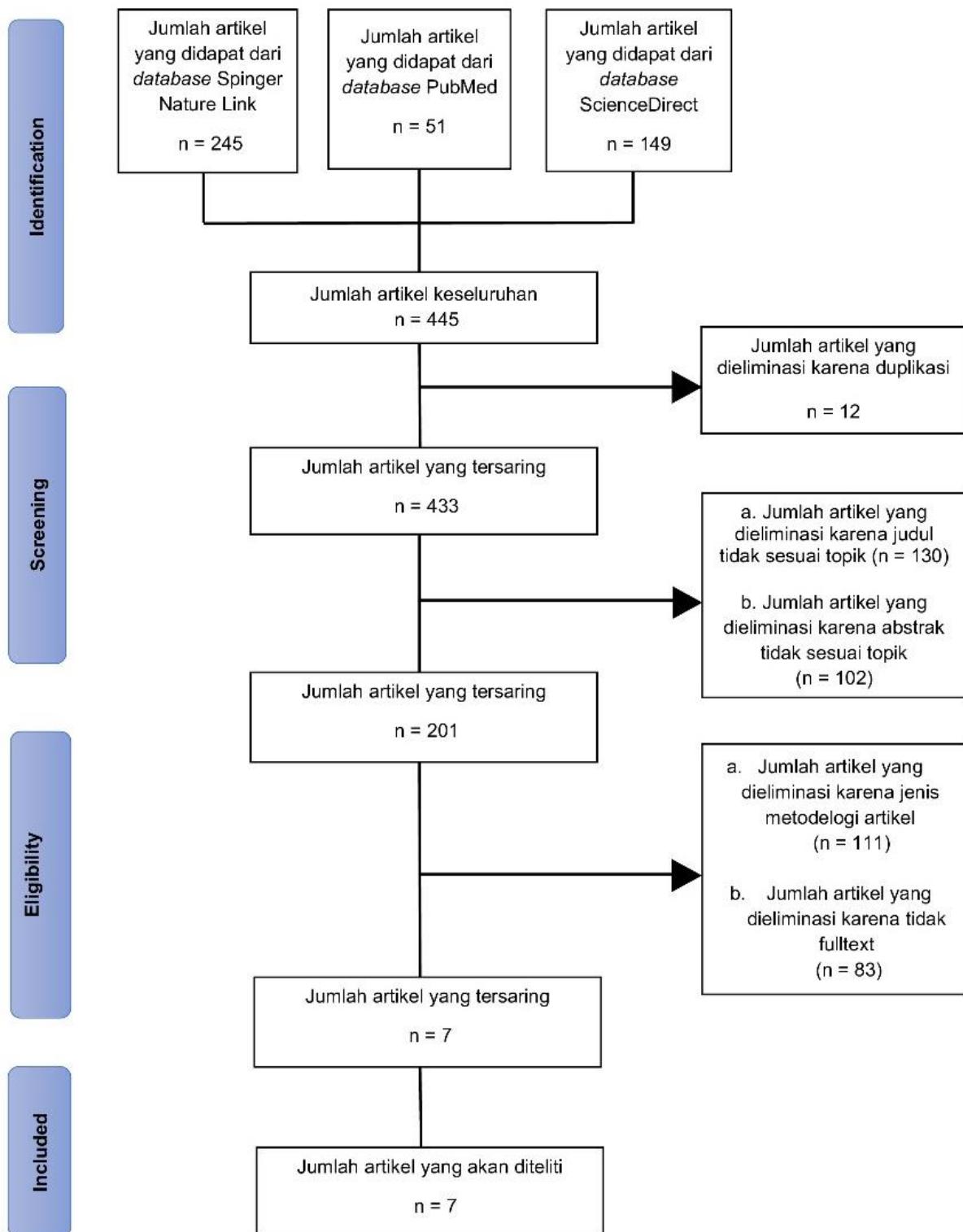
Di luar aspek teknis pemantauan, aspek psikologis dan perilaku juga ditangani melalui Natural Language Processing (NLP). Chatbots atau asisten kesehatan virtual yang ditenagai AI kini dirancang bukan hanya untuk mengingatkan jadwal obat, tetapi juga untuk memberikan edukasi dan dukungan emosional yang empatik. Sistem seperti "Roborto" atau agen percakapan lainnya menggunakan prinsip-prinsip perubahan perilaku (nudge theory) untuk memotivasi pasien secara halus. Tinjauan sistematis menunjukkan bahwa interaksi dua arah ini dapat meningkatkan keterlibatan pasien (patient engagement), yang merupakan prasyarat utama bagi kepatuhan jangka panjang (Aggarwal et al., 2023).

Meskipun inovasi teknologi berkembang pesat, implementasi klinis AI menghadapi tantangan tersendiri, termasuk masalah kepercayaan pasien terhadap rekomendasi algoritma dibandingkan dokter manusia, serta isu desain antarmuka yang ramah pengguna (human factors) (Roosan et al., 2020; Soellner & Koenigstorfer,

2021). Masih terdapat variasi bukti mengenai efektivitas nyata dari berbagai modalitas AI ini ketika diterapkan dalam setting dunia nyata dibandingkan dengan uji coba terkontrol. Oleh karena itu, literature review ini disusun untuk menyintesis bukti empiris terkini (2015–2025) mengenai implementasi AI sebagai strategi intervensi. Tujuannya adalah untuk memetakan modalitas teknologi Artificial Intelligence (AI) yang digunakan dalam intervensi peningkatan kepatuhan pengobatan, menjelaskan mekanisme kerjanya, serta mengevaluasi efektivitas setiap pendekatan berdasarkan bukti empiris terkini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan narrative literature review yang berarti menganalisis dan membandingkan teori sebelumnya untuk menemukan landasan teori yang relevan dengan masalah yang dibahas. Penelusuran artikel dilakukan melalui beberapa database, yaitu Pubmed, ScienceDirect, dan Springer Nature Link yang diterbitkan 10 tahun terakhir pada rentang 2015–2025. Kata kunci yang digunakan yaitu “Intervensi”, “Kecerdasan Buatan”, dan “Kepatuhan Terhadap Pengobatan” dengan penggunaan boolean operator “AND” untuk mempersempit hasil pencarian yang berkaitan dengan topik. Kriteria inklusi yang digunakan penulis adalah artikel yang berbasis penelitian yang relevan dengan topik, artikel yang diterbitkan dalam rentang 2015–2025, artikel berbentuk teks lengkap, dan artikel yang menggunakan bahasa indonesia atau bahasa inggris, sedangkan kriteria eksklusi yang digunakan adalah artikel non-ilmiah editorial, review, atau opini, artikel yang diterbitkan sebelum tahun 2015, artikel yang tidak relevan dengan topik, artikel yang tidak berbentuk teks lengkap, dan artikel menggunakan selain bahasa indonesia dan bahasa inggris. Isi artikel sesuai topik dan tujuan penelitian memudahkan pencarian artikel pada database yang digunakan oleh penulis kemudian penulis melakukan seleksi sesuai dengan kriteria yang dicari, selanjutnya melakukan analisis dan sintesis hasil studi penelitian serta keterkaitan dengan penelitian artikel. Penelitian ini menggunakan diagram PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) untuk memperlihatkan pencarian artikel.



Gambar 1. PRISMA Flow Chart

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penulis mengumpulkan 445 artikel internasional dari tiga database yaitu Pubmed (51), ScienceDirect (149), dan Spinger Nature Link (245) selanjutnya penulis

menghapus artikel yang terduplikasi sehingga jumlah artikel berkurang menjadi 433, lalu penulis menyeleksi artikel berdasarkan judul dan abstrak yang menyisakan 201 artikel, kemudian dari 201 artikel tersebut penulis menyeleksi dari jenis metodologi artikel dan kelengkapan teks artikel tersebut sehingga jumlah artikel yang tersisa dan memenuhi kriteria inklusi menjadi 7 artikel untuk dianalisis lebih lanjut.

Tabel 1. Literatur Review

| No | Penulis dan Tahun | Judul | Metode | Hasil |
|----|---|---|--|---|
| 1 | Huan Hwa Chen, Hsin Tien Hsu, Pei Chao Lin, Chin-Yin Chen, Hsiu Fen Hsieh, Chih Hung Ko, (2023) | Efficacy of Smartphone App in Enhancing Medication Adherence and Accuracy in Individuals With Schizophrenia During the COVID-19 Pandemic: Randomized Controlled Trial | <p>Penelitian ini menggunakan desain eksperimental (Uji Acak Terkendali / Randomized Controlled Trial) selama 12 minggu. Partisipan: Sebanyak 105 partisipan dari pusat penitipan siang hari psikiatri (<i>psychiatric daycare center</i>) direkrut dan dibagi secara acak menjadi dua kelompok: Kelompok Eksperimen: Menggunakan aplikasi MedAdhere (yang memiliki fitur pengenalan wajah dan obat berbasis AI untuk memverifikasi minum obat) di smartphone pribadi mereka untuk obat malam hari.</p> <p>Kelompok Kontrol: Menerima perawatan biasa tanpa aplikasi.</p> <p>Instrumen Pengukuran:</p> | <p>Dari 105 partisipan awal, 94 orang menyelesaikan protokol penelitian. Hasil utamanya adalah: Kepatuhan Minum Obat: Kelompok eksperimen (yang menggunakan aplikasi) memiliki tingkat kepatuhan yang jauh lebih tinggi, yaitu 94,72%, dibandingkan dengan kelompok kontrol yang hanya 64,43%. Gejala Psikiatris: Terdapat perbaikan yang signifikan pada gejala psikotik (positif, negatif, dan psikopatologi umum) pada kelompok eksperimen dibandingkan kelompok kontrol setelah intervensi. Fungsi Kognitif: Fungsi kognitif, khususnya pada domain memori, bahasa, dan fungsi eksekutif, mengalami peningkatan yang signifikan pada kelompok eksperimen.</p> |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Gejala psikiatris diukur menggunakan <i>Positive and Negative Syndrome Scale</i> (PANSS) dan fungsi kognitif diukur dengan <i>Mini-Mental State Examination</i> (MMSE). | | |
| 2 | Lisha Li, Zixi Wang, Le Cui, Yingyang Xu, Hwiwon Lee, and Kai Guan (2023) | The efficacy of a novel smart watch on medicine adherence and symptom control of allergic rhinitis patients: Pilot study | Studi acak, terbuka, terkontrol paralel, dan pilot ini melibatkan pasien dewasa dengan AR yang disebabkan oleh serbuk sari cypress. Pasien dibagi secara acak dengan rasio 1:2 ke dalam kelompok intervensi dan kelompok kontrol. Jam tangan pintar hanya dibagikan kepada pasien dalam kelompok intervensi. Selama musim serbuk sari cypress, semua pasien diharuskan mengonsumsi antihistamin oral setiap hari dan menggunakan kortikosteroid hidung dan tetes mata antihistamin sesuai kebutuhan. Skor gejala AR harian dan penggunaan obat dicatat pada kedua kelompok. Jam tangan pintar dapat mengidentifikasi perilaku penggunaan obat pasien melalui kecerdasan buatan (AI) | Selama musim serbuk sari, tingkat kepatuhan terhadap antihistamin oral pada kelompok intervensi ($n = 17$) secara signifikan lebih tinggi daripada pada kelompok kontrol ($n = 38$) ($63,3\% \pm 28,5\%$ versus $43,2\% \pm 30,2\%$, $P = 0,02$). Skor gejala harian kelompok intervensi lebih rendah dibandingkan dengan kelompok kontrol ($2,4 \pm 1,1$ versus $3,9 \pm 1,0$, $P < 0,001$). Tidak ada perbedaan signifikan dalam skor penggunaan obat sesuai kebutuhan antara kedua kelompok ($1,3 \pm 0,4$ versus $1,5 \pm 0,5$, $P = 0,13$). Tingkat konsistensi antara penggunaan kortikosteroid hidung yang dilaporkan sendiri dan standar emas (yaitu pengamatan manusia terhadap penggunaan obat dalam video yang direkam oleh jam tangan pintar) adalah 20,0% (0%, 53,7%), dan tingkat konsistensi antara |

| | | | | |
|---|---|--|--|--|
| | | | meneruskan informasi ini kepada dokter, yang mengirimkan pengingat melalui pesan singkat kepada pasien yang lupa mengonsumsi antihistamin oral selama lebih dari 2 hari. | penggunaan tetes mata antihistamin yang dilaporkan sendiridan standar emas adalah 24,3% (2,1%, 67,1%). |
| 3 | Don Roosan, Jay Chok, Mazharul Karim, Anandi V. Law, Andrius Baskys, Angela Hwang, Moom Roosan (2020) | Artificial Intelligence Powered Smartphone App to Facilitate Medication Adherence: Protocol for Human Factors Design Study | Desain Protokol Studi <i>Human Factors</i> (Faktor Manusia) dengan pendekatan <i>User-Centered Design</i> . Implementasi AI: Mengembangkan prototipe aplikasi smartphone ("Dr. Chatbot") menggunakan IBM Watson Assistantnt (AI berbasis cloud). Populasi & Prosedur: Studi ini melibatkan lansia (>65 tahun) yanng mengonsumsi >5 obat (polifarmasi). Pengujian dilakukan melalui wawancara, focus group, dan pengujian kegunaan (<i>usability testing</i>) seperti evaluasi heuristik dan <i>cognitive walkthrough</i> . | Mengusulkan arsitektur aplikasi kesehatan berbasis AI yang menggunakan Natural Language Processing (NLP) untuk mensimulasikan empati apoteker dan menjawab pertanyaan terkait obat. Aplikasi dirancang untuk mengurangi beban kognitif (cognitive load) pada pasien lansia dalam mengelola informasi obat yang kompleks. Menunjukkan kelayakan teknis penggunaan IBM Watson untuk mendetksi interaksi obat dan memberikan edukasi pengobatan secara real-time. |
| 4 | Jennifer Sumner, Anjali Bundele, Hui Wen Lim, Phillip Phan, Mehul Motani, | Developing an Artificial Intelligence-Driven Nudge Intervention to Improve Medication Adherence : A | Metode penelitian ini menggunakan pendekatan Human-Centred Design (Design Thinking) untuk merancang | Intervensi nudge berbasis AI dinilai membantu memantau kepatuhan minum obat. Stakeholder menginginkan fleksibilitas mode |

| | | | | |
|---|--|--|---|--|
| | Amartya Mukhopadhyay (2023) | Human-Centred Design Approach | <p>intervensi nudge berbasis AI. Penelitian ini mengumpulkan data tentang tantangan pengelolaan obat dari tenaga kesehatan dan pasien; dan pandangan dan persyaratan mereka terhadap solusi yang diusulkan. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan 10 tenaga kesehatan dan 10 pasien. Tenaga kesehatan juga menilai contoh intervensi nudge dalam survei. Analisis dilakukan dengan menggunakan NASSS Framework (Non-adoption, Abandonment, Scale-up, Spread, Sustainability) untuk mengorganisasi dan menginterpretasikan temuan.</p> | <p>pengiriman (telepon/SMS/aplikasi) dan intensitas yang dapat disesuaikan untuk mencegah attention fatigue. Sistem personalisasi berbasis kemampuan pengguna dianggap penting. Pengingat dan komunikasi jarak jauh dengan tenaga kesehatan merupakan nudge yang paling dihargai, sementara nudge berbasis insentif kurang disukai. Untuk mengurangi beban pengguna, intervensi sebaiknya memanfaatkan platform yang sudah dikenal (misalnya WhatsApp) dan menyederhanakan atau mengotomatisasi input data.</p> |
| 5 | Zheng Dooti Roy, Shaolei Feng, Brian Vogler (2025) | AI-based medication adherence prediction in patients with schizophrenia and attenuated psychotic disorders | <p>Analisis data 235 pasien dari dua uji klinis Fase II. Pemantauan adherence menggunakan aplikasi AiCure (AI computer vision). Model prediksi menggunakan XGBoost dengan variasi durasi monitoring (7/10/14 hari), cut-off adherence (0.6/0.7/0.8), dan</p> | <p>Durasi 14 hari memberikan performa prediksi terbaik (AUC 0.81), menunjukkan periode dua minggu cukup untuk menangkap pola kepatuhan secara stabil. Cut-off 0.6 dianggap paling efektif dengan AUC 0.87 dan false negative rate (FNR) rendah (0.10), menandakan model mampu</p> |

| | | | | | |
|---|---|--|--|---|--|
| | | | | timepoint (awal– tengah–akhir). | mengidentifikasi pasien berisiko rendah kepatuhan dengan lebih sensitif. Prediksi berbasis data akhir trial (Trial End) menghasilkan akurasi tertinggi (AUC 0.92), mengindikasikan bahwa perilaku minum obat di fase akhir lebih konsisten dan lebih mudah diprediksi. Secara keseluruhan, 60.4% pasien mencapai tingkat kepatuhan $\geq 80\%$. Analisis post-hoc menunjukkan pasien dengan kepatuhan $\geq 80\%$ memiliki penurunan risiko relapse signifikan ($HR = 0.485$), sementara prediksi AI dengan ambang $\geq 60\%$ juga terkait penurunan relapse ($HR = 0.510$). Penelitian membuktikan bahwa AI dapat memprediksi kepatuhan obat secara akurat dengan data monitoring singkat serta relevan untuk pengambilan keputusan klinis dan peningkatan keberhasilan terapi. |
| 6 | Daniel Labovitz, Laura Shafner, Morayma Reyes Gil, Deepti Virmani, Adam Hanina (2017) | L, Using Artificial Intelligence to Reduce the Risk of Nonadherence in Patients on Anticoagulation Therapy | Penelitian ini merupakan uji acak terkontrol paralel selama 12 minggu pada 28 pasien dewasa dengan diagnosis stroke iskemik yang sedang menjalani terapi antikoagulan. Peserta diacak ke dua kelompok: | Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi AI mampu mencapai tingkat kepatuhan kumulatif 90,5% berdasarkan verifikasi visual ingestion, dan peserta, termasuk yang kurang terbiasa menggunakan smartphone dapat | |

| | | | | |
|---|--|---|---|--|
| | | | kelompok intervensi yang mendapatkan pemahaman melalui aplikasi AI berbasis smartphone yang melakukan verifikasi visual identitas pasien, jenis obat, dan proses menelan obat, serta kelompok kontrol yang tidak menerima pemantauan. Data dikumpulkan melalui hitung pil, sampling plasma pada setiap kunjungan klinik (minggu 0, 4, 8, dan 12), serta data ingestion real-time dari aplikasi pada kelompok intervensi. Aplikasi juga memberikan pengingat dosis, peringatan keterlambatan, dan mengirim notifikasi otomatis ke tenaga kesehatan. Analisis digunakan untuk seluruh peserta yang mengambil minimal satu dosis obat. | mengoperasikan aplikasi secara konsisten selama 12 minggu. Pengukuran plasma menunjukkan bahwa 100% pasien di kelompok intervensi memiliki kadar obat di atas batas terapeutik minimum (Cmin), dibandingkan 50% pada kelompok kontrol, menunjukkan peningkatan kepatuhan sebesar 50% secara keseluruhan dan 67% pada pasien yang menggunakan direct oral anticoagulants (DOACs). Tidak ada peserta di kelompok intervensi yang dinilai tidak adherent berdasarkan kadar plasma, sementara seluruh kasus ketidakpatuhan berasal dari kelompok kontrol. Studi ini menegaskan bahwa pemantauan real-time berbasis AI efektif dalam meningkatkan dan memverifikasi adherence pada terapi antikoagulan, terutama DOACs yang tidak memiliki parameter laboratorium rutin untuk mengevaluasi kepatuhan. |
| 7 | Charles Worrall, David Shirley, Jeff Bullard, Ashley Dao, Taylor Morrisette (2024) | Impact of a clinical pharmacist-led, artificial intelligence-supported medication adherence program on medication adherence performance, chronic disease control measures, and cost savings | Multisenter, retrospektif, kuasi-eksperimental dengan pembandingan periode pra-implementasi (Jan–Des 2019) dan pasca-implementasi (Jan–Des 2021). Program | Program diterapkan pada 10.477 pasien, menghasilkan 2.762 medication adherence gaps yang berhasil diprioritaskan dan ditindaklanjuti oleh apoteker. Setelah implementasi layanan berbasis AI, terjadi peningkatan signifikan pada seluruh indikator |

menggunakan AI-supported analytics untuk mengidentifikasi medication adherence gaps, dilanjutkan dengan review kasus individual dan outreach oleh apoteker kepada pasien. Outcome primer: perubahan kepatuhan obat (MAH, MAC, MAD). Outcome sekunder: perubahan kontrol penyakit kronis dan penghematan biaya layanan kesehatan. kepatuhan obat: MAH meningkat 5,9%, MAC meningkat 7,9%, dan MAD meningkat 6,4%. Kontrol klinis terhadap penyakit kronis juga menunjukkan perbaikan, khususnya pada pasien diabetes, dengan peningkatan A1c control dari 75,5% menjadi 81,7%. Selain itu, layanan ini memberikan dampak ekonomi positif berupa penghematan biaya kesehatan antara 25%–32%, tergantung kondisi penyakit (hipertensi, hiperlipidemia, dan diabetes). Program juga berkontribusi pada peningkatan beberapa Medicare Star Ratings, mencerminkan peningkatan kualitas layanan secara keseluruhan.

Pembahasan

Hasil tinjauan terhadap tujuh artikel menunjukkan bahwa penggunaan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam meningkatkan kepatuhan minum obat telah berkembang melalui berbagai jenis media perangkat pintar, mulai dari aplikasi smartphone berbasis computer vision, smart watch wearable dengan kamera dan sensor, chatbot berbasis Natural Language Processing (NLP), hingga intervensi nudge digital melalui platform WhatsApp, SMS, maupun integrasi rekam medis elektronik. Keragaman teknologi ini menggambarkan bahwa AI menawarkan fleksibilitas dalam pemantauan kepatuhan, baik melalui verifikasi visual, analisis perilaku, prediksi pola ketidakpatuhan minum obat, maupun simulasi konsultasi tenaga kesehatan. Meskipun perangkat yang digunakan beragam, seluruh penelitian menunjukkan peran signifikan AI dalam mendukung perubahan perilaku pasien menuju kepatuhan terapi yang lebih baik. Pendekatan multifaktorial dan personalisasi strategi intervensi yang didukung AI sangat penting untuk mengatasi hambatan

kepatuhan praktis (misalnya lupa) dan hambatan persepsi (misalnya keraguan tentang perlunya obat) (H. H. Chen et al., 2023; Labovitz et al., 2017; Li et al., 2023; Roosan et al., 2020; Schnorrerova et al., 2025; Sumner et al., 2023; Worrall et al., 2025; Zhu et al., 2025).

Jenis-Jenis Media Perangkat Pintar dalam Penggunaan AI

Sebagian besar penelitian menggunakan smartphone sebagai perangkat utama, seperti pada aplikasi MedAdhere, AiCure, dan Dr. Chatbot. Smartphone dipilih karena tingkat aksesibilitasnya yang tinggi serta kemampuan kamera dan konektivitas yang memungkinkan pemantauan meminum obat secara visual dan real-time (H. H. Chen et al., 2023; Labovitz et al., 2017; Roosan et al., 2020; Zhu et al., 2025). Selain itu, smartphone mudah digunakan pada berbagai kelompok usia, termasuk lansia yang membutuhkan visualisasi dan panduan melalui percakapan yang interaktif dalam penggunaan obat. Penelitian lain memanfaatkan smart watch wearable yang dilengkapi kamera dan sensor gerak untuk merekam proses penggunaan obat tanpa aktivasi manual, memberikan bentuk pemantauan pasif yang tidak membebani pasien (Li et al., 2023). Kombinasi perangkat wearable dengan AI dalam digital health menawarkan pemantauan kesehatan real-time serta solusi untuk meningkatkan akurasi data dan mengurangi beban kerja penyedia layanan kesehatan (Ghadi et al., 2025). Sementara itu, intervensi berbasis nudge menggunakan media seperti WhatsApp, SMS, telepon, serta integrasi rekam medis elektronik, sehingga tidak memerlukan instalasi aplikasi baru dan lebih mudah diterima oleh pasien dengan keterbatasan literasi teknologi (Sumner et al., 2023). Keragaman platform ini menunjukkan bahwa AI tidak bergantung pada satu jenis perangkat, melainkan dapat disesuaikan dengan preferensi, kemampuan teknologi, dan kondisi klinis setiap pasien (Worrall et al., 2024).

Cara Kerja Penggunaan AI Terhadap Kepatuhan Dari Masing-Masing Artikel

Ketujuh artikel menunjukkan mekanisme kerja AI yang berbeda-beda, namun secara umum berfokus pada pengumpulan data perilaku pasien, analisis melalui algoritma cerdas, dan pemberian intervensi yang disesuaikan untuk meningkatkan kepatuhan. Pada aplikasi MedAdhere dan AiCure, AI bekerja menggunakan computer vision untuk mengenali wajah, bentuk obat, serta memverifikasi proses penelan obat secara visual (H. H. Chen et al., 2023; Labovitz et al., 2017). Sistem dapat

mendeteksi kesalahan seperti keterlambatan jadwal atau konsumsi obat yang tidak sesuai dan langsung mengunggah data ke server, sehingga tenaga kesehatan dapat memantau secara real-time. Aplikasi ini dilengkapi reminder dan gamifikasi sebagai insentif perilaku. Pada perangkat wearable, AI mengandalkan sensor gerakan, cahaya, dan jarak untuk mengenali apakah pasien mengambil obat. Ketika terdeteksi, kamera akan otomatis merekam video yang dianalisis oleh AI untuk memastikan penggunaan obat sudah benar. Bila pasien melewatkannya dosis tertentu, sistem memberi sinyal kepada dokter untuk mengirimkan pengingat, menjadikan AI bukan sekadar pemantau pasif tetapi juga pemicu intervensi klinis (Li et al., 2023). Pada penelitian berbasis nudge digital, AI bekerja dengan analisis adaptif, menilai riwayat pengambilan resep, respons terhadap pesan sebelumnya, serta kondisi klinis untuk menentukan intervensi yang paling tepat, baik berupa reminder, edukasi, atau panggilan dari tenaga kesehatan. Frekuensi pesan disesuaikan untuk menghindari kejemuhan digital (Sumner et al., 2023). Berbeda dari pendekatan visual, Dr. Chatbot menggunakan NLP untuk menyajikan edukasi obat dalam format percakapan yang lebih natural dan mudah dipahami. Sistem ini menurunkan beban kognitif pasien, terutama pada lansia, dan menyediakan akses informasi valid secara real-time (Roosan et al., 2020). Selain itu, chatbot speaker berbasis AI juga terbukti efektif dalam memberikan pengingat tepat waktu dan konsultasi on-demand yang dapat meningkatkan self-management pasien hipertensi (Chen et al., 2024). Model prediksi kepatuhan berbasis machine learning menggunakan data ingestion awal untuk mengidentifikasi pola yang berkaitan dengan risiko ketidakpatuhan, sehingga strategi intervensi dapat dibuat lebih tepat sasaran (Zhu et al., 2025).

Efektivitas AI Dari Semua Artikel

Seluruh penelitian menunjukkan bahwa AI efektif dalam meningkatkan kepatuhan minum obat. Aplikasi MedAdhere menghasilkan tingkat kepatuhan 94,72% dan perbaikan fungsi kognitif sekaligus penurunan gejala psikiatrik (Chen et al., 2023). Smart watch berbasis AI pada pasien rhinitis alergi meningkatkan kepatuhan hingga 63,3%, lebih tinggi dibanding kelompok kontrol yang hanya mencapai 43,2% (Li et al., 2023). Pemantauan ingestik berbasis AiCure menunjukkan hasil yang lebih objektif, di mana seluruh pasien pada kelompok intervensi memiliki kadar obat plasma berada di atas batas terapeutik minimum, menunjukkan kepatuhan farmakokinetik yang nyata (Labovitz et al., 2017). Studi lain menunjukkan bahwa model prediksi berbasis

machine learning memiliki akurasi tinggi dengan AUC 0.92, menjadikannya metode potensial dalam mengidentifikasi pasien yang tidak patuh sejak dulu (Zhu et al., 2025). Pendekatan nudge digital juga terbukti meningkatkan engagement pasien, memberikan reminder tepat waktu, dan menjaga efektivitas jangka panjang melalui personalisasi intensitas pesan (Sumner et al., 2023). Sementara itu, Dr. Chatbot berkontribusi pada penurunan beban kognitif dan peningkatan pemahaman obat, yang merupakan faktor kunci dalam mencegah ketidakpatuhan pada populasi lansia (Roosan et al., 2020). AI dalam bentuk analisis populasi dan pemantauan berbasis data juga menunjukkan manfaat dalam peningkatan kepatuhan pada pengobatan kronis serta menurunkan biaya layanan kesehatan (Worrall et al., 2024).

Secara keseluruhan, ketujuh artikel menunjukkan bahwa AI memiliki potensi besar sebagai intervensi efektif dalam meningkatkan kepatuhan terapi obat. Bahkan, penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan AI untuk menargetkan intervensi secara spesifik dapat meningkatkan kemungkinan kepatuhan pasien hingga 6,11% dibandingkan kelompok kontrol (Gracey et al., 2018). Baik melalui pemantauan visual, sensor otomatis, percakapan interaktif, intervensi adaptif, maupun prediksi risiko, AI mampu mengatasi berbagai kendala umum kepatuhan, seperti lupa minum obat, rendahnya pemahaman instruksi, dan kurangnya komunikasi dengan tenaga kesehatan. Keberagaman platform juga menunjukkan fleksibilitas implementasi AI sesuai kebutuhan klinis dan karakteristik pasien. Dengan demikian, integrasi AI dalam manajemen terapi obat dapat menjadi strategi berbasis bukti untuk meningkatkan keberhasilan pengobatan dan kualitas hidup pasien di berbagai kondisi medis.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa teknologi AI berhasil mengubah paradigma pemantauan minum obat dari sekadar pencatatan pasif menjadi intervensi pencegahan yang aktif. Smartphone menjadi media yang paling banyak digunakan karena aksesibilitasnya yang luas, dengan mekanisme kerja otomatis yang memanfaatkan kamera (computer vision) untuk memverifikasi penelitian obat serta algoritma cerdas untuk memprediksi risiko ketidakpatuhan. Di antara berbagai pendekatan, metode pemantauan visual terbukti menjadi cara yang paling efektif dan akurat. Secara keseluruhan, implementasi teknologi ini berdampak positif dengan meningkatkan kepatuhan pasien hingga di atas 90% dan menghemat biaya

pengobatan hingga 32%, namun keberhasilannya di masa depan sangat bergantung pada penyediaan aplikasi yang mudah digunakan serta jaminan keamanan privasi pasien.

Saran

Berdasarkan hasil telaah literatur, disarankan agar perancangan aplikasi lebih memprioritaskan antarmuka yang sederhana dan ramah pengguna (user-friendly), mengingat banyak pasien lansia yang memiliki keterbatasan dalam menggunakan teknologi. Selain aspek kemudahan, sistem AI sebaiknya diintegrasikan secara langsung dengan fasilitas layanan kesehatan agar pemantauan dapat dilakukan oleh tenaga medis profesional, serta wajib disertai dengan protokol keamanan siber yang ketat untuk menjamin privasi data sensitif dan menjaga kepercayaan pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, A., Tam, C. C., Wu, D., Li, X., & Qiao, S. (2023). Artificial Intelligence-Based Chatbots for Promoting Health Behavioral Changes: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e40789. <https://doi.org/10.2196/40789>
- Al-Arkee, S., Mason, J., Lane, D. A., Fabritz, L., Chua, W., Haque, M. S., & Jalal, Z. (2021). Mobile Apps to Improve Medication Adherence in Cardiovascular Disease: Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 23(5), e24190. <https://doi.org/10.2196/24190>
- Babel, A., Taneja, R., Mondello Malvestiti, F., Monaco, A., & Donde, S. (2021). Artificial Intelligence Solutions to Increase Medication Adherence in Patients With Non-communicable Diseases. *Frontiers in Digital Health*, 3(June), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2021.669869>
- Chen, H. H., Hsu, H. T., Lin, P. C., Chen, C. Y., Hsieh, H. F., & Ko, C. H. (2023). Efficacy of a Smartphone App in Enhancing Medication Adherence and Accuracy in Individuals With Schizophrenia During the COVID-19 Pandemic: Randomized Controlled Trial. *JMIR Mental Health*, 10(1), 1–12. <https://doi.org/10.2196/50806>
- Chen, P., Li, Y., Zhang, X., Feng, X., & Sun, X. (2024). The acceptability and effectiveness of artificial intelligence-based chatbot for hypertensive patients in community: protocol for a mixed-methods study. *BMC Public Health*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19667-4>
- Gackowski Michał and Jasińska-Stroschein, M., Osmałek, T., & Waszyk-Nowaczyk, M.

- (2024). Innovative Approaches to Enhance and Measure Medication Adherence in Chronic Disease Management: A Review. *Medical Science Monitor*, 30, 1–19. <https://doi.org/10.12659/MSM.944605>
- Ghadi, Y. Y., Shah, S. F. A., Waheed, W., Mazhar, T., Ahmad, W., Saeed, M. M., & Hamam, H. (2025). Integration of wearable technology and artificial intelligence in digital health for remote patient care. *Journal of Cloud Computing*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13677-025-00759-4>
- Gracey, B., Jones, C. A., Cho, D., Conner, S., & Greene, E. (2018). Improving Medication Adherence By Better Targeting Interventions Using Artificial Intelligence - A Randomized Control Study. *Value in Health*, 21, S76. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2018.04.532>
- Labovitz, D. L., Shafner, L., Reyes Gil, M., Virmani, D., & Hanina, A. (2017). Using Artificial Intelligence to Reduce the Risk of Nonadherence in Patients on Anticoagulation Therapy. *Stroke*, 48(5), 1416–1419. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.116.016281>
- Li, L., Wang, Z., Cui, L., Xu, Y., Lee, H., & Guan, K. (2023). The efficacy of a novel smart watch on medicine adherence and symptom control of allergic rhinitis patients: Pilot study. *World Allergy Organization Journal*, 16(1), 100739. <https://doi.org/10.1016/j.waojou.2022.100739>
- Liang, Z., Suresh, A., & Chen, I. Y. (2025). Revealing Treatment Non-Adherence Bias in Clinical Machine Learning Using Large Language Models. *Proceedings of Machine Learning Research*, 287.
- Marinici, C. D., Valeanu, A., Chirīță, C., Negreș, S., Stoicescu, C., & Chioncel, V. (2025). Development and Validation of Predictive Models for Non-Adherence to Antihypertensive Medication. *Medicina (Lithuania)*, 61(7). <https://doi.org/10.3390/medicina61071313>
- Roosan, D., Chok, J., Karim, M., Law, A. V, Baskys, A., Hwang, A., & Roosan, M. R. (2020). Artificial intelligence-powered smartphone app to facilitate medication adherence: Protocol for a human factors design study. *JMIR Research Protocols*, 9(11). <https://doi.org/10.2196/21659>
- Schnorrerova, P., Matalova, P., & Wawruch, M. (2025). Medication Adherence and Intervention Strategies: Why Should We Care. *Bratislava Medical Journal*, 126(7), 1196–1206. <https://doi.org/10.1007/s44411-025-00227-0>
- Soellner, M., & Koenigstorfer, J. (2021). Compliance with medical recommendations

- depending on the use of artificial intelligence as a diagnostic method. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 21(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01596-6>
- Sumner, J., Bundele, A., Lim, H. W., Phan, P., Motani, M., & Mukhopadhyay, A. (2023). Developing an Artificial Intelligence-Driven Nudge Intervention to Improve Medication Adherence: A Human-Centred Design Approach. *Journal of Medical Systems*, 48(1), 3. <https://doi.org/10.1007/s10916-023-02024-0>
- Worrall, C., Shirley, D., Bullard, J., Dao, A., & Morrisette, T. (2025). Impact of a clinical pharmacist-led, artificial intelligence-supported medication adherence program on medication adherence performance, chronic disease control measures, and cost savings. *Journal of the American Pharmacists Association*, 65(1), 102271. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.japh.2024.102271>
- 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. *BMJ Global Health*, 9(7), 1–14. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2024-015633>
- Zavaleta-Monestel, E., Monge Bogantes, L. C., Chavarría-Rodríguez, S., Arguedas-Chacón, S., Bastos-Soto, N., & Villalobos-Madriz, J. (2025). Artificial Intelligence Tools That Improve Medication Adherence in Patients With Chronic Noncommunicable Diseases: An Updated Review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.83132>
- Zhu, Z., Roy, D., Feng, S., & Vogler, B. (2025). AI-based medication adherence prediction in patients with schizophrenia and attenuated psychotic disorders. *Schizophrenia Research*, 275(May 2024), 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2024.11.006>