

LITERATURE REVIEW: PELUANG DAN TANTANGAN PENGGUNAAN KECEERDASAN BUATAN DALAM MENINGKATKAN PELAYANAN FARMASI KLINIS

¹ Farah Bidara, ²Nadya Putri Auliya Serawaidi

¹Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Universitas Islam Negeri Salatiga, Salatiga, Indonesia,
Farah.bidara@uinsalatiga.ac.id

²Fakultas Farmasi dan Ilmu Kesehatan, Universitas Abdurrab, Pekanbaru, Indonesia,
nadya.putri@univrab.ac.id

ARTICLE INFORMATION

Received: February, 12, 2025

Revised: March, 20, 2025

Available online: March, 30, 2024

KEYWORDS

kecerdasan buatan, peluang, tantangan,
farmasi klinis

Artificial intelligences, challenges,
opportunities, clinical pharmacy

CORRESPONDENCE

Nadya Putri Auliya Serawaidi

Universitas Abdurrab

Indonesia

Nadya.putri@univrab.ac.id

ABSTRACT

Artificial Intelligence offers opportunities to optimize clinical pharmacy services in hospitals or other pharmaceutical services. AI can assist clinical pharmacists in the field of clinical pharmacy such as prescription review, therapeutic drug monitoring, monitoring of drug adverse effects, and providing drug information services. The aim of this literature review is to analyze and summarize the opportunities and challenges of AI in supporting clinical pharmacy services. This study uses a literature review method with a qualitative research approach. The selected journal criteria are journals published between 2015 and 2025 and are fully accessible. From the review, eight journals were found that met the criteria for analysis. The result of this literature review indicates that AI can enhance the quality and effectiveness of clinical pharmacy services. The development of AI in clinical pharmacy has just begun, and there are several challenges that need to be addressed, such as data bias, data security, the lack of regulations and ethics, and resistance to AI usage. Evaluation and collaboration with other healthcare professionals and technology experts are needed to improve AI-based clinical pharmacy services.

ABSTRAK

Artificial Intelligence (AI) atau disebut dengan kecerdasan buatan telah merambah berbagai sektor di Indonesia, terutama sektor farmasi klinis. AI memiliki potensi memaksimalkan pelayanan farmasi klinis di rumah sakit ataupun di pelayanan kefarmasian lainnya. AI dapat membantu pekerjaan apoteker klinis dalam bidang farmasi klinis berupa pengkajian resep, pemantauan terapi obat, monitoring efek samping obat, dan pelayanan informasi obat. Tujuan dari literature review ini adalah menganalisa dan menyimpulkan peluang serta tantangan keberadaan AI dalam menunjang pekerjaan farmasi klinis. Penelitian ini menggunakan metode *literature review* yang menggunakan pendekatan penelitian kualitatif. Kriteria jurnal yang diambil yaitu jurnal yang terbit pada tahun 2015-2025 dan dapat diakses secara penuh. Dari hasil telaah, didapatkan 8 jurnal yang memenuhi kriteria untuk dianalisis. Hasil dari literature review ini adalah AI mampu meningkatkan kualitas serta efektifitas pelayanan farmasi klinis. Perkembangan AI di dunia farmasi klinis baru saja dimulai, terdapat beberapa tantangan yang harus diselesaikan seperti adanya bias data, keamanan data, regulasi dan etik yang belum ada, serta resistensi penggunaan AI. Perlu adanya evaluasi dan kolaborasi dengan tenaga

kesehatan lain serta ahli ilmu teknologi dibutuhkan untuk meningkatkan pelayanan farmasi klinis berbasis AI.

This is an open access article under the [CC BY-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/) license.



PENDAHULUAN

Artificial Intelligence (AI) atau dikenal sebagai kecerdasan buatan telah menarik perhatian berbagai disiplin ilmu. AI didefinisikan sebagai kemampuan sistem untuk menginterpretasikan data dengan benar, menggabungkan banyak data, dan menggunakan data tersebut untuk mencapai suatu tujuan melalui proses yang fleksibel (Fui-Hoon, 2023).

Meningkatnya kebutuhan pengobatan dengan regimen obat yang semakin kompleks meliputi jumlah obat yang diminum perhari, waktu pemberian obat, dosis yang beragam dan petunjuk pemberian khusus menjadikan tantangan yang lebih besar bagi farmasi klinis untuk mencapai tujuan penggunaan obat yang optimal. Penggunaan AI dalam pelayanan farmasi klinis masih menjadi hal baru. Penggunaan teknologi yang efektif sangat diperlukan, dan telah dimulai selama beberapa dekade terakhir (Ranchoun, 2023).

Farmasi Klinis adalah disiplin ilmu kesehatan di bidang farmasi dimana apoteker di rumah sakit atau di pelayanan kesehatan lain memberikan pelayanan obat kepada pasien untuk mengoptimalkan terapi obat serta mencegah penyakit. Studi menunjukkan bahwa layanan farmasi klinis secara aktif berkontribusi terhadap keselamatan pasien, mengoptimalkan hasil terapi obat, meningkatkan kepatuhan terhadap pengobatan, mencegah terjadinya efek samping obat, dan memperpendek masa rawat inap (Ranchon, 2022).

Pelayanan farmasi klinis di rumah sakit telah diatur dalam Permenke RI Nomor 72 tahun 2016. Pelayanan farmasi klinis yang dimaksud meliputi pengkajian resep, penelusuran riwayat obat baik berupa

obat yang pernah digunakan maupun riwayat alergi, rekonsiliasi obat, pelayanan informasi obat, konseling, pemantauan terapi obat, visite pasien di bangsal maupun menggunakan *telemedicine*, monitoring efek samping obat, dispensing sediaan steril dan sitostatik, evaluasi penggunaan obat, dan pemantauan kadar obat di dalam darah (Kemenkes RI, 2016).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa AI telah diterapkan dalam berbagai bidang kesehatan dan mampu membuat model pembelajaran dan memprediksi hasil secara akurat. AI dapat dengan cepat mendeteksi obat-obatan yang dapat melawan penyakit yang baru muncul, meningkatkan teknologi dalam diagnosis dan penemuan obat sehingga dapat memperkecil kesalahan yang diakibatkan *humam error* (Mohanty, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis peluang dan tantangan utama yang dihadapi apoteker klinis dalam mengintegrasikan teknologi AI ke dalam praktek farmasi klinis, seperti masalah teknis, etika, dan penerimaan oleh tenaga medis serta pasien. Selain itu, untuk menganalisis bagaimana peluang serta tantangan penggunaan teknologi AI sehingga dapat mempercepat pekerjaan farmasi klinis seperti pengelolaan resep, pemantauan penggunaan obat, dan interaksi obat, sehingga meningkatkan pelayanan farmasi klinis. Melalui penelitian ini, diharapkan apoteker klinis dapat mempertimbangkan serta menggunakan AI demi meningkatnya pelayanan farmasi kllinis (Schiff, 2019).

METODE

Kajian ini dilakukan menggunakan pendekatan *narrative review* untuk menggali peluang dan tantangan penggunaan AI dalam peningkatan pelayanan farmasi klinis. Artikel dikumpulkan melalui pencarian di basis data elektronik yaitu PubMed, Google Scholar, dan Scencedirect. Kata kunci pencarian dirumuskan berdasarkan prinsip PICO (Schmidt, L., 2020): **P (Population):** Farmasi Klinis atau pasien yang menerima terapi farmasi klinis, **I (Intervention):** Penggunaan AI untuk mendukung pengelolaan farmasi klinis **C (Comparison):** Penggunaan metode konvensional, **O (Outcome):** Peningkatan pelayanan farmasi klinis.

Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi "Artificial Intelligence in development of clinical pharmacy" " dan "Challenges and oppotunities of using AI in clinical pharmacy". Operator Boolean (AND, OR) digunakan untuk mengoptimalkan hasil pencarian yang relevan.

Tabel 1 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Artikel yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir.	Artikel yang tidak dapat didownload secara penuh
Artikel berbahasa Inggris atau Indonesia.	Artikel yang tidak relevan dengan topik peningkatan pelayanan farmasi klinis
Artikel yang membahas penggunaan AI dalam peningkatan pelayanan farmasi klinis	Artikel tanpa data empiris atau analisis teoretis yang relevan

Tabel 1 menyajikan kriteria inklusi dan eksklusi yang diterapkan dalam proses seleksi artikel untuk kajian ini, meliputi tantangan dan hambatan penggunaan AI dalam meningkatkan pelayanan farmasi klinis.

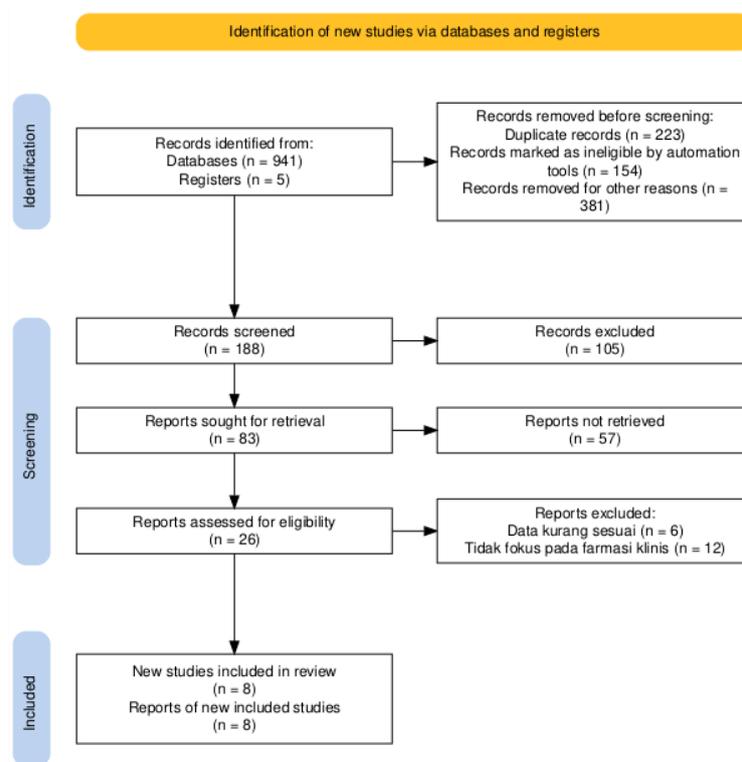
Artikel yang memenuhi kriteria inklusi akan dievaluasi menggunakan pedoman PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Moher, D., 2009). Data yang diekstraksi meliputi penulis dan tahun publikasi, lokasi penelitian dan faktor – faktor yang mempengaruhi hambatan serta peluang yang ditemukan dalam penggunaan AI pada pelayanan farmasi klinis.

Hasil ekstraksi artikel akan dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi pola, temuan utama, serta kesenjangan penelitian. Data yang relevan akan disajikan dalam bentuk tabel untuk memberikan gambaran yang terstruktur mengenai literatur yang dianalisis.

HASIL PENELITIAN

Pencarian artikel dilakukan melalui pencarian berbasis data elektronik yaitu Google Scholar, Pubmed, dan Scencedirect. Berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi diperoleh 8 artikel berdasarkan pedoman PRSIMA yang dijabarkan pada Tabel 2. Artikel yang memenuhi kriteria sehingga dilakukan pembahasan lebih lanjut dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 2. Alur PRISMA



Tabel 3. Review Hasil Penelitian

No.	Judul Artikel dan penulis	Tujuan	Metode	Hasil dan Rekomendasi
1	Artificial Intelligence in drug combination therapy Igor F. Tsigelny (2018)	Mengetahui seberapa besar peran AI dalam pengobatan beberapa penyakit yang menggunakan terapi kombinasi obat.	Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan meneliti model Bayesian untuk menghitung atribut yang menggambarkan karakteristik obat, seperti struktur 2D dan 3D, jenis atom, dan ikatan	Jurnal ini membahas tentang aplikasi kecerdasan buatan dalam terapi kombinasi obat, termasuk pemodelan prediktif untuk mengidentifikasi interaksi obat dan efektivitas kombinasi obat yang optimal. Beberapa pendekatan yang digunakan mencakup metode berbasis Bayesian, pembelajaran mesin, dan pemodelan berbasis jaringan untuk memahami interaksi antar obat dan target biologis yang relevan. Dalam jurnal ini, peneliti membahas beberapa metode AI yang telah berhasil

			dalam senyawa obat.	diterapkan dalam beberapa kasus terapi obat kombinasi mulai dari HIV, hipertensi, penyakit infeksi hingga kanker. Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa AI dengan beberapa model aplikasinya dapat memprediksi interaksi obat dan efektivitas kombinasi obat.
2	Effectiveness of ChatGPT in clinical Pharmacy and the role of artificial intelligence in medicational therapy management Roosan, et al. (2024)	Untuk mengetahui kontribusi dalam penggunaan AI dan mengevaluasi efektivitas penggunaan ChatGPT dalam managemen terapi obat mulai dari kasus yang sederhana, kompleks dan sangat kompleks.	Peneliti menggunakan metode Research Article dengan menilai dan memvalidasi tingkat kesulitan kasus pasien mulai dari sederhana, kompleks, hingga sangat kompleks. Respons ChatGPT terhadap kasus-kasus tersebut divalidasi dan diakurasi oleh dua apoteker klinis untk menilai akurasi respons ChatGPT.	Dalam penelitian ini, ChatGPT diberikan 39 kasus dengan Tingkat kesukaran yang sederhana, kompleks dan sangat kompleks untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan ChatGPT pada managemen terapi obat. Dalam hal tingkat kompleksitas, peneliti menemukan bahwa ChatGPT mampu menjawab semua kasus dengan benar, baik untuk kasus sederhana maupun kompleks. Namun, akurasi menurun ketika merespons satu kasus yang sangat kompleks. Secara spesifik, ChatGPT dapat mengidentifikasi interaksi antara obat, penyakit, zat, dan suplemen dalam 39/39 (100%) kasus pasien. ChatGPT memberikan rekomendasi yang benar mengenai terapi obat alternatif dalam 39/39 (100%) kasus pasien. ChatGPT juga mampu merumuskan rencana pengelolaan umum dan memberikan parameter pemantauan dalam 39/39 (100%) kasus pasien. Penggunaan ChatGPT dalam managemen terapi obat memiliki potensi untuk meningkatkan keselamatan pasien. Apoteker kedepannya dapat memanfaatkan model AI seperti ChatGPT untuk meningkatkan perawatan pasien.

3	Will Artificial Intelligence for drug discovery Impact Clinical Pharmacology?	Untuk mengetahui dampak tren penggunaan AI dan ML di bidang farmakologi klinis	Review Article	Teknologi kecerdasan buatan atau AI dan pembelajaran mesin atau <i>Machine Learning</i> (ML) dapat mempengaruhi pengembangan obat dan hasil uji klinis. Kegagalan uji klinis berkontribusi pada ketidakefisiensian pengembangan obat, dengan waktu yang dibutuhkan mencapai 7-10 tahun dan biaya antara \$1,46 miliar hingga \$2,56 miliar. AI dan ML mulai diterapkan dalam berbagai langkah desain uji klinis, mulai dari persiapan hingga pelaksanaan, yang berpotensi meningkatkan tingkat keberhasilan uji klinis. Meskipun sebagian besar pengembangan AI/ML diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pasien dan tenaga medis, peneliti memperkirakan bahwa tren ini tidak akan menggantikan ahli farmakologi klinis dalam beberapa dekade mendatang, dan farmakologi klinis secara umum akan terdampak lebih lambat dibandingkan dengan bidang penemuan dan pengembangan obat lainnya.
	Zhavoronkov, et. al. (2020)			
4	Evaluating the performance of ChatGPT in clinical pharmacy: A comparative study of ChatGPT and clinical pharmacists	Untuk mengevaluasi kinerja ChatGPT di bidang farmasi klinik, berupa tinjauan resep, edukasi obat untuk pasien, efek samping obat, dan konseling obat	Original Article dengan cara lima apoteker klinis berlisensi menilai jawaban-jawaban ChatGPT secara independen dengan skala 0 (Sangat salah) hingga 10 (Sangat benar). Skor rata-	Penelitian ini menunjukkan bahwa ChatGPT memberikan hasil yang sangat baik dalam konseling obat (ChatGPT: 8,77 dibanding apoteker klinis: 9,50, P = .0791) dan lemah dalam tinjauan pra-resep (5,23 dibanding 9,90, P = .0089), edukasi obat untuk pasien (6,20 vs. 9,07, P = .0032), pengenalan efek samping obat (5,07 dibanding 9,70, P = .0483). Kemampuan dan keterbatasan ChatGPT dalam praktik farmasi klinik meliputi
	Huang, et al. (2024)			

			<p>rata dari ChatGPT dan apoteker klinis dibandingkan menggunakan uji t paired 2-tailed Student's t-test</p>	<p>kelengkapan dan akurasi jawaban. ChatGPT menunjukkan kemampuan yang kuat dalam pengambilan informasi, integrasi informasi, dan kemampuan berdialog. Kekurangan ChatGPT adalah dalam menangani kasus yang kompleks tentang farmasi klinis.</p>
5	<p>Spotlight commentary: Integrating artificial intelligence in clinical pharmacology: Opportunities and ethical imperatives</p>	<p>Mengetahui peluang, dan tantangan integrasi AI dalam farmasi klinis.</p>	<p>Original Article dengan meneliti dan memberikan komentar terhadap berbagai platform AI pada farmasi klinis.</p>	<p>AI memiliki potensi transformatif untuk farmakologi klinik, memberikan kemajuan yang signifikan dalam penemuan obat, uji klinis, dan pengobatan pasien secara personal. Untuk mewujudkan ini, diperlukan tahap-tahap yang dapat mengatasi tantangan yang substansial, termasuk masalah etika, bias data, dan hambatan integrasi. Salah satu strategi penting untuk implementasi yang efektif adalah mengintegrasikan semua alat dan teknologi AI ke dalam satu platform, yang dapat menyederhanakan proses, mengurangi redundansi, dan meningkatkan operabilitas data.</p>
6	<p>Machine learning-based risk prediction model for medication administration errors in neonatal intensive care units: A prospective direct observational study</p>	<p>Untuk mengembangkan Machine Learning yang dapat memprediksi faktor risiko secara efektif dalam mencegah terjadinya kesalahan pengobatan di NICU.</p>	<p>Studi Prospektif observasional, multicentre pada Neonatal Intensive Care Units (NICU) di lima rumah sakit Malaysia.</p>	<p>Sebanyak 1093 dosis diberikan kepada 170 neonatus, dengan usia rata-rata dan berat badan lahir masing-masing 33,43 (SD ± 5,13) minggu dan 1,94 (SD ± 0,95) kg. Skor F1 untuk sepuluh model berkisar antara 76,15% hingga 83,28%. Adaptive boosting (AdaBoost) muncul sebagai model dengan kinerja terbaik (skor F1: 83,28%, akurasi: 77,63%, area di bawah kurva karakteristik penerima: 82,95%, presisi: 84,72%, sensitivitas: 81,88% dan nilai prediktif negatif: 64,00%). Machine Learning yang paling</p>

berpengaruh dalam AdaBoost adalah rute pemberian intravena, jam kerja, dan pengalaman perawat. Dengan memanfaatkan prediksi model ini, penyedia layanan kesehatan berpotensi mengurangi kejadian kesalahan pengobatan melalui intervensi yang tepat waktu.

7	Artificial Intelligent Context-Aware Machine Learning Toll to detect Adverse Drug Events from social media platforms	Mengembangkan dan memvalidasi perangkat AI yaitu NLP tool, aTarantula, menggunakan algoritma Machine Learning untuk mendeteksi efek samping obat pasca pemasaran.	Original article dengan penggunaan aTarantula yang memanfaatkan embeddings FastText dan leksikon teragregasi untuk mengekstraksi data kontekstual dari tiga forum pasien (yaitu, MedHelp, MedsChat, dan PatientInfo) yang menggunakan warfarin.	Pelaporan yang paling sering ditemukan adalah efek samping obat sebesar 1,50%, diikuti dengan efek samping pada sistem saraf pusat sebesar 1,19%. Efek samping obat pada sistem limfatik adalah efek samping yang paling jarang dilaporkan, yaitu 0,09%. Berdasarkan validasi apoteker, aTarantula memiliki sensitivitas 84,2% dan spesifisitas 98%. Tiga apoteker klinis secara manual memvalidasi hasil penelitian ini. Peneliti berhasil mengembangkan aTarantula, algoritma pembelajaran mesin berbasis kecerdasan buatan untuk mengekstraksi adanya efek samping yang terkait dengan warfarin dari forum diskusi sosial online secara otomatis.
8	Artificial Intelligence in Pharmaceu tical and Healthcare Research	Mengetahui tantangan serta peluang penggunaan AI dalam pelayanan Kesehatan dan kefarmasian	Review Article	Penelitian ini meninjau pemanfaatan AI untuk meningkatkan efisiensi dalam pengembangan obat. Artikel ini menyoroti kemajuan terbaru dalam penggunaan AI untuk pemrosesan big data, analisis gambar medis, serta skrining dan diagnosis kanker. Hasil yang didapat bahwa teknologi AI dapat meningkatkan efisiensi dalam pengembangan obat, memperbaiki
Roosan , et. al. (2022)	Bhattamisra, et al. (2023)			

diagnosis, dan pengobatan individu, serta mengoptimalkan pengelolaan data kesehatan. Jurnal ini menekankan perlunya integrasi lebih lanjut dari AI dalam sistem kesehatan untuk dapat memanfaatkan data yang ada, serta menyempurnakan bias data, belum adanya regulasi dan etik dalam penggunaan AI di poli farmasi. s

PEMBAHASAN

Apoteker klinis mempunyai peluang yang besar untuk memanfaatkan AI dalam menganalisa riwayat penggunaan obat pada pasien, resep yang digunakan, dan reaksi yang mungkin muncul. Hal ini secara signifikan mengurangi kesalahan obat akibat *human error*, meningkatkan keselamatan pasien, dan mencegah efek samping yang tidak diinginkan. Sebagai contoh, resep yang masuk dapat dianalisis secara optimal menggunakan algoritma *Machine Learning* untuk mengidentifikasi resep yang tidak tepat dan memerlukan evaluasi oleh apoteker klinis (Ranchon, 2022).

Peluang dalam penggunaan AI

Peluang penggunaan AI pada bidang farmasi klinis dapat dianalisa menjadi empat konsep, yaitu meringankan, membagi beban kerja, menggantikan, dan meningkatkan (Aung, 2021). Pertama yaitu meringankan apoteker dalam tugas rutin berupa skrining administratif resep, pengecekan data pasien, dan penulisan resep. Kedua membagi beban kerja menjadi komponen yang lebih spesifik, misalnya membaca hasil uji laboratorium sehingga apoteker klinis dapat melakukan skrining pada penggunaan obat dengan lebih teliti. Ketiga yaitu menggantikan beberapa tugas yang biasanya dilakukan oleh apoteker klinis. Banyak pekerjaan administratif yang memerlukan banyak waktu, sehingga apoteker klinis tidak dapat fokus terhadap pasien. Keempat yaitu meningkatkan kinerja apoteker klinis dengan meningkatkan praktik klinis dan perawatan pasien. AI tidak hanya melengkapi pekerjaan profesional kesehatan, namun dapat memperluas ruang lingkup

yang dapat dilakukan sehingga memperbesar kualitas hidup pasien.

AI memiliki potensi untuk membantu pekerjaan kefarmasian. AI dapat mengoptimalkan pemberian resep dengan menganalisa rekam medis elektronik pasien untuk menyesuaikan rencana pengobatan dengan kebutuhan individu pasien, sehingga meningkatkan efektivitas pengobatan dengan kebutuhan individu pasien, serta meningkatkan efektivitas pengobatan dan mengurangi reaksi obat yang tidak diinginkan (Khan, 2023).

Dalam pengelolaan polifarmasi, sistem AI dapat merasionalisasikan regimen obat dengan mengidentifikasi dan mengurangi interaksi obat dengan obat serta obat dengan makanan. (oreilly, 2023). Kemampuan ini memungkinkan pemantauan keamanan obat yang lebih cepat dan akurat, yang pada akhirnya meningkatkan efektivitas pengobatan pada pasien, dan memastikan praktik pemberian obat lebih aman (Babel, 2021).

Pasien dapat memperoleh manfaat dari sistem rekomendasi dosis berbasis AI yang dirancang untuk setiap individu seperti menggabungkan data dari berbagai sumber, catatan kesehatan elektronik, rincian penyakit, riwayat pengobatan, dan respons pasien. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pengobatan serta meminimalkan efek samping obat (Johnson, 2023). Dalam segi telefarmasi, AI memiliki potensi dalam peningkatan farmakovigilans. Penggunaan panggilan otomatis untuk menghubungi pasien yang memulai pengobatan baru membantu mengidentifikasi reaksi efek samping obat. Pasien yang memberikan tanggapan menunjukkan kemungkinan terjadinya efek samping obat dirujuk ke apoteker klinis untuk konseling dan penilaian lebih

lanjut. AI dapat digunakan untuk memprediksi pasien yang harus disaring dan harus dihubungi, sehingga meningkatkan efektivitas farmakovigilans (Schiff, 2019).

AI memiliki potensi transformatif untuk farmasi klinis, menawarkan kemajuan signifikan dalam pengobatan. Demi mewujudkan potensi ini, diperlukan terobosan dalam mengatasi tantangan-tantangan yang ada (Gawade, 2023).

Tantangan Penggunaan AI

Risiko penggunaan AI dalam farmasi klinis meliputi :

- a. Pengambilan data, meliputi ketersediaan data, privasi serta keamanan data, dan kualitas data.
- b. Pengembangan teknologi berupa data yang bias dan overfitting data yaitu ketidakmampuan AI menangkap data terbaru dengan presentasi lebih kecil.
- c. Faktor etika yaitu kerahasiaan data, akuntabilitas data dan belum adanya regulasi.
- d. Faktor sosial meliputi resistensi penggunaan AI meliputi ketakutan dalam penggunaan AI, kesalahpahaman dalam mengartikan AI, dan harapan yang tinggi terhadap penggunaan AI (Aung, 2021).

Tantangan kedepan dalam penggunaan AI di bidang farmasi klinis yaitu Integrasi Tool AI, program edukasi penggunaan AI, dan protokol etik dalam penggunaan AI. Salah satu strategi penting untuk implementasi yang efektif melibatkan pengintegrasian semua alat dan teknologi AI dalam satu platform, sehingga dapat menyederhanakan proses, mengurangi redundansi dan meningkatkan interoperabilitas data (Petkovic, 2024).

Kekhawatiran lain yang terjadi dalam penggunaan AI adalah sisi akuntabilitas. Keputusan yang salah dalam perawatan farmasi klinis memiliki konsekuensi yang serius dan paradigma saat ini menyatakan bahwa harus ada seseorang yang men

Penelitian yang dilakukan Huang, et al. (2023) mengungkapkan bahwa salah satu tools AI, yaitu ChatGPT memiliki potensi untuk mengurangi beban apoteker klinis dari tugas-tugas harian, seperti dispensing obat. Perbedaan hasil antara ChatGPT dan apoteker klinis mengungkapkan keterbatasan dari sistem AI seperti ChatGPT, khususnya dalam hal penalaran, instruksi yang kompleks, dan dukungan emosional. Hal ini menunjukkan bahwa apoteker klinis sebaiknya lebih memfokuskan perhatian pada manajemen pengobatan yang kompleks, seperti pengobatan multidisipliner, dan memberikan pelayanan farmasi yang lebih akurat kepada pasien.

Perkembangan AI di bidang kesehatan pada umumnya dan farmasi klinis pada khususnya tidak dapat dihindari. Sebagai apoteker klinis, tugas utamanya adalah terus beradaptasi dengan teknologi baru sambil mengidentifikasi tugas yang tetap tidak dapat digantikan oleh teknologi AI. Dibandingkan mengungkapkan pendapat bahwa teknologi AI dapat menggantikan tugas farmasi klinis, lebih baik meningkatkan keilmuan di bidang farmasi klinis sehingga apoteker klinis yang menggunakan AI lebih memberikan manfaat lebih besar dibandingkan tidak menggunakannya.

Tantangan lain dari hadirnya teknologi AI adalah biaya yang tinggi dalam pemeliharaan AI. Kurangnya kepercayaan terhadap AI, kekhawatiran dapat menyebabkan berkurangnya tenaga kerja, ancaman privasi pasien, dan ketidakmampuan AI

untuk menggantikan manusia dalam pengambilan keputusan semakin menghambat penerimaannya. Pemangku kebijakan harus dapat memfasilitasi AI agar dapat dimanfaatkan secara optimal, dengan mengalokasikan sumber daya manusia untuk pengembangan keilmuan dalam penggunaan AI, bukan mengganti kedudukan staf farmasi. Diperlukan upaya tambahan untuk membangun kepercayaan terhadap AI dan mengatasi kekhawatiran akan timbulnya masalah baru setelah penggunaan AI (Fahim, 2024). Penggunaan AI yang bertanggungjawab dengan menerbitkan SOP, kebijakan, dan etika penggunaan AI dapat menjaga privasi pasien serta berfokus pada membantu peningkatan kinerja farmasi, bukan untuk menggantikannya.

Belum adanya regulasi penggunaan AI untuk menjaga privasi pasien di bidang farmasi klinis menghambat penerapan teknologi AI yang sedang berkembang pesat saat ini. Hal ini wajar terjadi karena serangan siber menjadi ancaman signifikan bagi sistem AI. Monitoring penggunaan AI di bidang farmasi klinis memerlukan adanya kolaborasi antara apoteker klinis, tenaga kesehatan lain, organisasi profesi, dan ahli ilmu teknologi (Da vahli, 2021).

KESIMPULAN

Kecerdasan buatan atau AI memiliki potensi besar dalam peningkatan kualitas dan efektivitas pelayanan farmasi klinis. Akan tetapi terdapat tantangan yang harus diperhatikan seperti bias data, keamanan data, regulasi dan etik yang belum ada, dan resistensi penggunaan AI. Peningkatan sumber daya manusia, penyusunan regulasi dari pemangku kebijakan, serta kolaborasi apoteker klinis, tenaga medis lainnya, dan

ahli ilmu teknologi berperan besar dalam menghadapi tantangan yang ada. Perkembangan aplikasi dan alat berbasis AI dalam pelayanan klinis baru saja dimulai. Apoteker klinis harus terus mengikuti perkembangan dan mengevaluasi penggunaan AI agar memberikan manfaat nyata dalam praktik farmasi klinis.

REFERENSI

- Aung, Y. Y. M., Wong, D. C. S., & Ting, D. S. W. (2021). The promise of artificial intelligence: A review of the opportunities and challenges of artificial intelligence in healthcare. In *British Medical Bulletin* (Vol. 139, Issue 1, pp. 4–15). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldab016>
- Babel A, Taneja R, Mondello Malvestiti F, Monaco A, Donde S. Artificial intelligence solutions to increase medication adherence in patients with non-communicable diseases. *Front Digit Health*. 2021;3:669869. doi:10.3389/fdgth.2021.669869
- Bhattamisra, S. K., Banerjee, P., Gupta, P., Mayuren, J., Patra, S., & Candasamy, M. (2023). Artificial Intelligence in Pharmaceutical and Healthcare Research. In *Big Data and Cognitive Computing* (Vol. 7, Issue 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/bdcc7010010>
- Davahli, M. R., Karwowski, W., Fiok, K., Wan, T., & Parsaei, H. R. (2021). Controlling safety of artificial intelligence-based systems in healthcare. *Symmetry*, 13(1), 1–25. <https://doi.org/10.3390/sym13010102>
- Fahim, M. I. A., Tonny, T. S., & al Noman, A. (2024). Realizing the potential of AI in pharmacy practice: Barriers and pathways to adoption. *Intelligent Pharmacy*, 2(3), 308–311. <https://doi.org/10.1016/j.ipha.2024.02.003>
- Fui-Hoon Nah, F., Zheng, R., Cai, J., Siau, K., & Chen, L. (2023). Generative AI and ChatGPT: Applications, challenges, and AI-human collaboration. In *Journal of Information Technology Case and Application Research* (Vol. 25, Issue 3, pp. 277–304). Routledge. <https://doi.org/10.1080/15228053.2023.2233814>
- Gawade VR, Apar KS, Mapari RD, Lahane HS, Pawar DVR. From data to drugs a review: harnessing AI for accelerated pharmaceutical development. *Int Adv Res Sci Commun Technol*. 2023;3:346-350. doi: 10.48175/IJARSCT-12456
- Henry Basil, J., Lim, W. H., Syed Ahmad, S. M., Menon Premakumar, C., Mohd Tahir, N. A., Mhd Ali, A., Seman, Z., Ishak, S., & Mohamed Shah, N. (2024). Machine learning-based risk prediction model for medication administration errors in neonatal intensive care units: A prospective direct observational study. *Digital Health*, 10. <https://doi.org/10.1177/20552076241286434>
- Huang, X., Estau, D., Liu, X., Yu, Y., Qin, J., & Li, Z. (2024). Evaluating the performance of ChatGPT in clinical pharmacy: A comparative study of ChatGPT and clinical pharmacists. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 90(1), 232–238. <https://doi.org/10.1111/bcp.15896>
- Johnson, M., Patel, M., Phipps, A., van der Schaar, M., Boulton, D., & Gibbs, M. (2023). The potential and pitfalls of artificial intelligence in clinical pharmacology. *CPT: Pharmacometrics and Systems Pharmacology*, 12(3), 279–284. <https://doi.org/10.1002/psp4.12902>
- Kemenkes RI. (2016). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 72 Tahun 2016. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Khan O, Parvez M, Kumari P, Parvez S, Ahmad S. The future of pharmacy: how AI is revolutionizing the industry. *Intelligent Pharmacy*.2023;1(1):32-40. doi:10.1016/j.ipha.2023.04.008
- Mohanty, S., Harun AI Rashid, M., Mridul, M., Mohanty, C., & Swayamsiddha, S. (2020). Application of Artificial Intelligence in COVID-19 drug repurposing. In *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews* (Vol. 14, Issue 5, pp. 1027–1031). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.06.068>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. In *BMJ (Online)* (Vol. 339, Issue 7716, pp. 332–336). <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- O'Reilly D, McGrath J, Martin-Loeches I. Optimizing artificial intelligence in sepsis management: opportunities in the present and looking closely to the future. *Journal of Intensive Medicine*. 2024;4(1):34 doi:10.1016/j.jointm.2023.10.001
- Parsaei, H. R. (2021). Controlling safety of artificial intelligence-based systems in healthcare. *Symmetry*, 13(1), 1–25. <https://doi.org/10.3390/sym13010102>
- Petkovic, K., Strika, Z., Likic, R., & Lucijanic, M. (2024). Spotlight commentary: Integrating artificial intelligence in clinical pharmacology: Opportunities, challenges and ethical imperatives. In *British Journal of Clinical Pharmacology*. John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/bcp.16241>
- Ranchon, F., Chanoine, S., Lambert-Lacroix, A., Bossan, J., Gaudry, AM., Bedouch, P., (2023). Development of artificial intelligence powered apps and tools for clinical pharmacy services: A systematic review. *International Journal of Medical Informatics*, 172.
- Roosan, D., Law, A. v., Roosan, M. R., & Li, Y. (2022).

- Artificial Intelligent Context-Aware Machine-Learning Tool to Detect Adverse Drug Events from Social Media Platforms. *Journal of Medical Toxicology*, 18(4), 311–320. <https://doi.org/10.1007/s13181-022-00906-2>
- Roosan, D., Padua, P., Khan, R., Khan, H., Verzosa, C., & Wu, Y. (2024). Effectiveness of ChatGPT in clinical pharmacy and the role of artificial intelligence in medication therapy management. *Journal of the American Pharmacists Association*, 64(2), 422-428.e8. <https://doi.org/10.1016/j.japh.2023.11.023>
- Schiff, G. D., Klinger, E., Salazar, A., Medoff, J., Amato, M. G., John Orav, E., Shaykevich, S., Seoane, E. v., Walsh, L., Fuller, T. E., Dykes, P. C., Bates, D. W., & Haas, J. S. (2019). Screening for Adverse Drug Events: a Randomized Trial of Automated Calls Coupled with Phone-Based Pharmacist Counseling. *Journal of General Internal Medicine*, 34(2), 285–292. <https://doi.org/10.1007/s11606-018-4672-7>
- Schmidt, L., Weeds, J., & Higgins, J. P. T. (2020). *Data Mining in Clinical Trial Text: Transformers for Classification and Question Answering Tasks*. <http://arxiv.org/abs/2001.11268>
- Tsigelny, I. F. (2018). Artificial intelligence in drug combination therapy. *Briefings in Bioinformatics*, 20(4), 1434–1448. <https://doi.org/10.1093/bib/bby004>
- Zhavoronkov, A., Vanhaelen, Q., & Oprea, T. I. (2020). Will Artificial Intelligence for Drug Discovery Impact Clinical Pharmacology? In *Clinical Pharmacology and Therapeutics* (Vol. 107, Issue 4, pp. 780–785). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1002/cpt.1795>