

Efektivitas *Barcode-Assisted Medication Administration* (BCMA) dalam Menurunkan Kejadian *Medication Error* di Rumah Sakit: A Systematic Review

Hardiyani Presticasari^{1*}, Mohammad Febry Andintias²

^{1,2}Departemen Farmakologi dan Farmasi Klinik, Fakultas Farmasi, Universitas Wahid Hasyim, Indonesia

Open  Access Freely
Available Online

Dikirim: 21 Mei 2026

Direvisi: 6 Juni 2026

Diterima: 8 Juni 2026

*Penulis Korespondensi:

E-mail:

hardiyani.presticasari@unwahas.ac.id

ABSTRAK

Medication Error merupakan masalah yang banyak dijumpai dalam pelayanan Kesehatan yang berpotensi meningkatkan morbiditas, mortalitas, lama rawat inap, dan biaya perawatan pasien. *Barcode-Assisted Medication Administration* (BCMA) dikembangkan sebagai teknologi keselamatan pasien untuk memastikan prinsip “5 benar” pemberian obat, yaitu benar pasien, benar obat, benar dosis, benar waktu, dan benar rute. Penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas BCMA dalam menurunkan *medication error*. Metode yang digunakan adalah *systematic review* berdasarkan pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (PRISMA). Pencarian literatur dilakukan melalui data Scopus, ScienceDirect, Web of Science, dan Google Scholar dengan kata kunci “*barcode medication administration*”, “BCMA”, “*medication error*”, dan “*patients safety*”. Sebanyak enam artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara naratif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi BCMA yang diintegrasikan dengan *electronic medication administration record* (eMAR), *unit-dose dispensing*, dan *closed-loop medication system* (CLMS), mampu menurunkan *medication error* seperti salah dosis, salah pasien, *omission error*, dan *adverse drug events* (ADEs). Namun, efektivitas sangat dipengaruhi oleh kepatuhan tenaga kesehatan melakukan *scanning barcode*, kualitas integrasi teknologi, desain system, dukungan organisasi, dan alur kerja yang jelas. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa BCMA efektif meningkatkan keselamatan pasien bila diterapkan sebagai bagian dari sistem pelayanan obat yang terintegrasi.

Kata kunci: *Barcode-Assisted Medication Administration*, BCMA, *medication error*, keselamatan pasien

ABSTRACT

Medication Errors are a common problem in healthcare services that may increase morbidity, mortality, length of hospital stay, and healthcare costs. *Barcode-Assisted Medication Administration* (BCMA) was developed as a patient safety technology to ensure the “five rights” of medication administration: the right patient, right drug, right dose, right time, and right route. This study aimed to evaluate the effectiveness of BCMA in reducing medication errors. The method employed was a systematic review based on the *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA) guidelines. Literature searches were conducted through Scopus, ScienceDirect, Web of Science, and Google Scholar using the keywords “*barcode medication administration*”, “BCMA”, “*medication error*”, and “*patient safety*”. Six articles met the inclusion criteria and were analyzed narratively. The results showed that implementing BCMA integrated with *electronic medication administration record* (eMAR), *unit-dose dispensing*, and *closed-loop medication system* (CLMS) was able to reduce medication errors such as wrong dose, wrong patient, omission errors, and adverse drug events (ADEs). However, its effectiveness was strongly influenced by healthcare workers’ compliance in barcode scanning, technology integration quality, system design, organizational support, and clear workflow processes. The findings indicate BCMA effectively improves patient safety when implemented and integrated medication management system..

Keywords: Barcode-Assisted Medication Administration, BCMA, medication error, patient safety

PENDAHULUAN

Kejadian medication error masih menjadi masalah utama di pelayanan Kesehatan. WHO juga merancang program global *Medication Without Harm* karena medication error menyebabkan kerugian sebesar 42 milyar dolar per tahun (Assiri et al., 2018; Webster, 2022). Studi internasional menunjukkan angka kejadian medication error yang bervariasi, sekitar 0.4% hingga 80% dengan angka kejadian paling banyak pada peresepan dan pemberian obat (Amalia & Basabih, 2023; Stenuit et al., 2019). Banyak kejadian medication error berujung pada kejadian kecacatan dan kematian, sehingga strategi pencegahan berbasis system menjadi sangat penting (Amalia & Basabih, 2023; Mulac et al., 2021; Widyastuti et al., 2025).

Kejadian *medication error* di Indonesia menunjukkan adanya kesalahan peresepan merupakan bentuk *medication error* yang paling sering terjadi. Tinjauan yang dilakukan di beberapa rumah sakit di Indonesia menunjukkan bahwa fase peresepan menjadi kontributor utama dibandingkan fase dispensing, transcribing, maupun administrasi (Adiningsih & Hermanto, 2024). Studi retrospektif rumah sakit rujukan di Jawa Tengah melaporkan sebanyak 9,5% lembar resep tergolong medication error dengan 88,24% berupa prescribing error karena belum ada penerapan peresepan elektronik (Mahendra, 2021). Studi lain di rumah sakit mencatat sebanyak 338 medication error dari 251.491 resep, dengan 54,4% berupa prescribing error dan potensi interaksi obat yang terjadi paling banyak pada pasien dengan usia lebih tua (Atmaja et al., 2024). Meskipun kebijakan keselamatan pasien dan akreditasi telah berjalan, insiden medication error tetap banyak terjadi dan membutuhkan penguatan system, budaya keselamatan, dan pelaporan yang baik (Widyastuti et al., 2025).

Barcode-assisted medication administration (BCMA) adalah salah satu pengembangan teknologi keselamatan pasien yang digunakan untuk memastikan “5 benar” pemberian obat, yaitu benar pasien, benar obat, benar dosis, benar waktu, dan benar rute pemberian obat. BCMA bekerja dengan memanfaatkan *barcode* yang berisikan identitas pasien dan obat yang akan diberikan. Selanjutnya dilakukan pemindahan melalui scanning oleh tenaga kesehatan sebelum obat diberikan. BCMA bertujuan untuk meminimalkan kejadian medication error (Hogerwaard et al.,

2023; Tan et al., 2024.) Dengan demikian, BCMA bisa dijadikan salah satu strategi untuk meningkatkan keselamatan pasien di rumah sakit. Penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas BCMA dalam menurunkan *medication error*.

METODE

Penelitian ini merupakan systematic review yang disusun berdasarkan pedoman *Preferred Reporting Items For Systematic Review And Meta-Analyses* (PRISMA) dalam proses seleksi dan ekstraksi data (Tan et al., 2024). Strategi pencarian literatur dilakukan secara komprehensif melalui Scopus, Science Direct, Web of Science, dan Google Scholar untuk mengidentifikasi penelitian yang relevan. Penelusuran literatur terakhir dilakukan pada 20 Mei 2026 menggunakan kata kunci “*barcode medication administration*,” “BCMA”, “*medication error*”, dan “*patient safety*”. Proses verifikasi dilakukan dengan membandingkan judul, abstrak, tahun publikasi, dan daftar penulis dari pada artikel.

Kelayakan studi

Proses penyaringan awal dilakukan secara independent pada seluruh artikel yang diperoleh berdasarkan judul dan abstrak dan telaah teks lengkap untuk menentukan relevansi. Selanjutnya, dilakukan telaah secara mendalam pada artikel yang memenuhi kriteria awal. Kemudian dilakukan identifikasi alur kerja dan sistem distribusi obat pada penelitian.

Kriteria inklusi dan eksklusi

Kriteria inklusi penelitian ini meliputi artikel penelitian berbahasa Inggris dengan akses full text yang membahas implementasi *Barcode Medication Administration* (BCMA) yang dilakukan di rumah sakit, studi harus mengevaluasi dampak BCMA tersebut terhadap *medication error*, *adverse drug event*, *patient safety*, dan *workflow* pelayanan kefarmasin. Desain penelitian yang diterima meliputi *before-after study*, *observational study*, *mixed-method study*, *quasi-experimental study*, dan *usability study*. Kriteria eksklusi meliputi artikel yang diterbitkan selain dalam bahasa Inggris dan tidak tersedia dalam bentuk full text.

Ekstraksi data dan penilaian kualitas

Data rinci yang diperoleh akan dilakukan ekstraksi dari seluruh studi yang memenuhi syarat

inklusi. Karakteristik utama dari setiap penelitian akan disertakan dan dirangkum dalam table 1. Informasi yang dikumpulkan meliputi nama penulis, tahun publikasi, negara peneliti, desain studi, karakteristik setting penelitian, jenis sistem barcode yang digunakan, jumlah sampel, *outcome* yang diukur, dan hasil. Kemudian, data akan di evaluasi.

Penilaian kualitas dilakukan menggunakan pedoman *Grading of Recommendations Assesment, Development and Evaluation* (GRADE). Kualitas bukti dikategorikan dalam empat Tingkat, yaitu tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah (Balsheem et al., 2011; Prasad, 2024). Dalam metode GRADE, bukti yang berasal dari uji acak terkontrol (*randomized controlled trials*) pada awalnya diklasifikasikan sebagai kualitas tinggi, sedangkan bukti dari studi observasional dikategorikan sebagai kualitas rendah (Balsheem et al., 2011). Namun, tingkat kualitas tersebut dapat berubah berdasarkan beberapa pertimbangan, seperti keterbatasan metodologi penelitian, karakteristik populasi, konsistensi hasil, serta tingkat ketepatan data yang diperoleh (Balsheem et al., 2011; Guyatt et al., 2011).

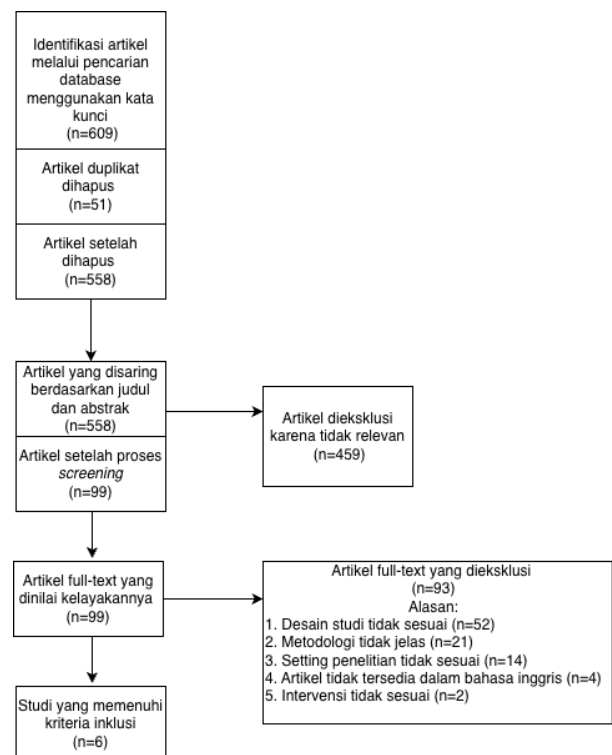
Sintesis temuan studi yang disertakan

Setiap kesalahan yang terjadi dari “5 benar”, yaitu benar waktu, benar dosis, benar obat, benar rute, dan benar pasien dikategoriksn sebagai *medication error*. Namun setiap instansi memiliki standar dan kriteria yang berbeda dalam mendefinisikan pemberian obat yang benar, yang berpengaruh pada variasi kategori *medication error* akan berbeda pada masing-masing studi. Karena adanya heterogeritas pada *outcome* dan metode pengukuran antar penelitan, meta analisis di nilai tidak sesuai disertakan dalam tinjauan ini. Maka, peneliti menggunakan pendekatan sintesis

naratif untuk menjelaskan dan merangkum hasil studi (Brignardello-Petersen et al., 2025; Knoll et al., 2018).

HASIL

Berdasarkan analisis data yang dikumpulkan melalui database Scopus, ScienceDirect, Web of Science, dan Google Scholar diperoleh sebanyak 6 artikel yang memenuhi kriteriaa inklusi, maka langkah selanjutnya dilakukan dengan menganalisis melalui *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alur PRISMA proses seleksi artikel

Table 1 Ringkasan karakteristik utama dari studi yang disertakan

Penulis & tahun	Negara & Setting	Desain & Sampel	Jenis Barcode	Sistem	Outcome	Hasil pasca BCMA
Mulac et al., 2021	Norwegia; 2 bangsal rumah sakit akut	Prospektif mixed-methods; 44 perawat, 884 administrasi, 213 pasien	BCMA dispensing & administration; scan obat & gelang pasien	pada &	Deviasi kebijakan BCMA, faktor penyebab, kaitan keselamatan pasien	>50% administrasi mengandung deviasi kebijakan; scan obat 71%, wristband 80%. Penulis menyatakan deviasi dan desain suboptimal berpotensi menghambat manfaat keselamatan BCMA
Truitt et al., 2016	AS, Rumah sakit akademik 400 bed	Before-after; laporan ADEs (397 pra dan 378 pasca)	BCMA dan eMR (system diseluruh penggunaan obat	dan eMR (system MAK) fase	ADEs total, error traskripsi, error administrasi dan Tingkat keparahan	ADEs turun 0,26% menjadi 0,20% (RR 0,78); error transkripsi 0,089% menjadi 0,036% (khususnya

						wrong time); laju error administrasi sama (0,017%) tapi tingkat keparahan administrasi turun dari 4,44 ke 3,23
Jessurun et al., 2021	Belanda, 6 bangsal klinis RS universitas	Before-after, observasi langsung; 1490 adm. Pra & 1630 pasca	Central automated unit dose dispensing (ADD) + BCMA terintegrasi eMAR HiX®; scan pasien & obat di troli mobile	Proporsi administrasi dengan ≥ 1 MAE; jenis & potensi harm; kepatuhan scanning		Administrasi dengan ≥ 1 MAE turun 19,5% menjadi 15,8% (AOR 0,70); omission 4,6% menjadi 2,0%; <i>wrong dose</i> 3,8% menjadi 2,1%; MAE berpotensi <i>harmful</i> 3,0% menjadi 0,3%; kepatuhan scan pasien 13,6%, obat 55,9% pasca
Hogerwaard et al., 2023	Belanda, kamar operasi dan ICU dengan infus pump	Mixed-methods before-after; observasi + analisis laporan MAE (2019–2022)	Mixed-methods before-after; observasi + analisis laporan MAE (2019–2022)	Kepatuhan double check (3 momen), MAE per momen		70,9% MAE terjadi saat ganti syringe; 90% dinilai dapat dicegah BCMA; <i>double check</i> ganti syringe naik 14,3% menjadi 85,0%; MAE momen 2 & 3 turun signifikan (p=0,0075)
Risør et al., 2018	Denmark; 2 acute medical units (unit intervensi & kontrol)	Controlled before-after; 3 periode observasi (baseline, 10, 20 bulan)	Dua sistem: cAMS = ADC + unit-dose + BCMA; npsAMS = unit-dose + BCMA	Proporsi dosis dengan ≥ 1 administration error; procedural vs clinical		Dibanding kontrol, cAMS menurunkan risiko <i>administration error</i> total (OR 0,53) dan <i>procedural error</i> (OR 0,44); npsAMS menurunkan <i>clinical errors</i> (OR 0,38)
Yu et al., 2024	Taiwan; RS akademik 2202-bed, setting farmasi (dispensing)	Before-and-after study, 126.586.008 medication orders selama periode 2017–2023	Automated Dispensing Cabinet (ADC), Barcode Medication Administration (BCMA), dan Smart Dispensing Counter (SDC)	Dispensing error rate, jenis dispensing error, severity of harm berdasarkan NCC MERP		Implementasi teknologi terkait obat menurunkan dispensing <i>error rate</i> dari 0,0063% menjadi 0,0014%. BCMA berkontribusi dalam penurunan <i>wrong drug, wrong dose</i> , dan <i>medication dispensing errors</i> secara signifikan.

PEMBAHASAN

Dari 6 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, dua penelitian dilakukan di Belanda, penelitian lain dilakukan di Norwegia, Amerika Serikat, Taiwan, dan Denmark. Semua penelitian dilakukan di rumah sakit dengan berbagai unit pelayanan, yaitu bangsal rawat inap, unit perawatan akut, instalasi farmasi, ruang operasi dan ICU (Hogerwaard et al., 2023; Jessurun et al., 2021; Mulac et al., 2021; Risør et al., 2018; Truitt et al., 2016; Yu et al.,

2025). Sebagian besar studi menunjukkan bahwa implementasi BCMA mampu menurunkan kejadian *medication error*. Namun, manfaat penggunaan BCMA sangat dipengaruhi oleh kepatuhan tenaga kesehatan untuk melakukan *scanning*. Studi melaporkan, kepatuhan yang rendah akan menurunkan efektivitas BCMA meskipun teknologi telah diimplementasikan.

Temuan Medication Error

Beberapa studi yang disertakan dalam *systematic review* mengevaluasi kategori *medication error* yang berkaitan dengan prinsip “5 benar” seperti benar pasien, benar obat, benar dosis, benar rute pemberian, dan benar waktu pemberian obat (Truitt et al., 2016; Yu et al., 2025). Selain itu beberapa penelitian juga menilai *medication error* lain seperti *omission error*, benar bentuk sediaan, benar teknik pemberian, hingga kesalahan dispensing obat (Hogerwaard et al., 2023; Jessurun et al., 2021; Mulac et al., 2021; Risør et al., 2018).

Hasil studi menunjukkan bahwa *medication error* dapat dicegah oleh adanya penerapan BCMA, seperti kesalahan pasien, *omission error*, dan *dispensing error*. Dari beberapa jenis *medication error* yang diamati, *omission error* dan kesalahan dosis merupakan jenis kesalahan yang paling sering dilaporkan mengalami penurunan setelah implementasi BCMA. Penurunan kejadian *omission error* karena BCMA mewajibkan proses verifikasi sebelum dokumentasi pemberian obat dilakukan. Selain itu, penurunan kesalahan dosis dapat terjadi karena sistem BCMA mampu mencocokkan identitas obat dengan resep elektronik. Beberapa studi menyebutkan bahwa BCMA tidak hanya berpengaruh pada tahap administrasi obat saja, namun dapat mendukung penurunan kejadian *dispensing error* saat diintegrasikan dengan teknologi lain seperti *automated dispensing cabinet* dan *smart dispensing counter*.

Temuan dari Studi

Mayoritas studi menunjukkan bahwa penerapan BCMA berhubungan erat dengan penurunan kejadian *medication error*, baik pada tahap dispensing maupun administrasi. Penurunan paling banyak terjadi pada kesalahan dosis, *omission error*, *dispensing error* dan ADEs. Hal ini menunjukkan bahwa BCMA mampu meningkatkan prinsip pada penerapan 5 benar di layanan kesehatan. Hal tersebut karena penerapan BCMA dalam melakukan verifikasi identitas pasien dan obat dilakukan secara *real-time* sebelum pemberian obat. Sehingga, mekanisme tersebut dianggap lebih efektif dibandingkan kebiasaan pemeriksaan yang dilakukan secara manual yang dianggap memiliki risiko *human error* yang lebih tinggi (Jessurun et al., 2021; Risør et al., 2018; Truitt et al., 2016; Yu et al., 2025).

Efektivitas BCMA terbukti lebih besar ketika dilakukan integrasi dengan eMAR, *automated dispensing cabinet*, *unit-dose dispensing*, dan *closed-loop medication systems*.

Pada studi tersebut menunjukkan penurunan kejadian *medication error* yang konsisten dibandingkan implementasi BCMA tunggal (Jessurun et al., 2021; Risør et al., 2018; Truitt et al., 2016; Yu et al., 2025). Meskipun BCMA dianggap efektif dalam menurunkan kejadian *medication error*, beberapa studi melaporkan tingkat kepatuhan yang rendah tenaga kesehatan dalam melakukan *scanning barcode* pada gelang dan obat pasien. Hal tersebut menyebabkan munculnya *workaround* yang berpotensi mengurangi manfaat BCMA. Keberhasilan BCMA tidak hanya tergantung pada penerapan teknologi, namun juga perilaku tenaga kesehatan dan budaya keselamatan kesehatan di layanan kesehatan (Jessurun et al., 2021; Mulac et al., 2021; Van Der Veen et al., 2018).

Hambatan lain penerapan BCMA yang dijumpai meliputi masalah perangkat, desain sistem yang kurang optimal, beban kerja tenaga kesehatan, dan kurangnya dukungan organisasi. Faktor-faktor tersebut berpotensi menyebabkan penyimpangan prosedur yang berujung pada peningkatan kejadian *medication error* meskipun BCMA telah diterapkan (Hogerwaard et al., 2023; Mulac et al., 2021; Tan et al., 2024; Van Der Veen et al., 2018).

Meskipun seluruh studi dilakukan di negara maju, temuan dalam *systematic review* ini memiliki relevansi yang tinggi di pelayanan kesehatan terutama rumah sakit di Indonesia. Tingginya kejadian *medication error* dilaporkan di beberapa rumah sakit di Indonesia, sehingga perlu dilakukan upaya pencegahan berbasis sistem. BCMA dapat dipilih sebagai alternatif upaya peningkatan keselamatan pasien jika diintegrasikan dengan sistem rekam medis elektronik. Namun, kesiapan sumber daya manusia, infrastruktur teknologi informasi, budaya keselamatan pasien menjadi hal penting sebelum dilakukan implementasi secara luas (Adiningsih & Hermanto, 2024; Atmaja et al., 2024; Widyastuti et al., 2025).

Penilaian Kualitas Bukti

Tidak ada studi yang menggunakan desain uji acak, sehingga seluruh bukti dalam tinjauan yang dilakukan ini dikategorikan sebagai *low quality evidence*. Pada penelitian dengan *outcome total medication error*, studi observasional berkualitas rendah-sedang yang terbukti mampu menurunkan kejadian *medication error* setelah implementasi BCMA. Namun, karena keterbatasan desain (non acak) dan berpotensi adanya *confounding*, maka kualitas bukti dinilai *low-*

moderate. Pada penelitian dengan outcome *medication error* dan potensial membahayakan atau ADEs yang dapat dicegah, jumlah sampel lebih sedikit meskipun arah efek implementasi BCMA terhadap *medication error* menunjukkan adanya hasil yang sama (penurunan), kualitas bukti tetap dinilai *low*. Keseluruhan bukti yang digunakan didominasi oleh studi observasional dengan kualitas *low-moderate*. Keterbatasan utama adalah tidak adanya kontrol, risiko *confounding*, dan adanya potensi *under-reporting*.

Ringkasan Hasil Penelitian dan Implikasi

Secara keseluruhan, sebagian besar bukti mendukung bahwa penerapan BCMA dapat menurunkan kejadian *medication error* jika didukung oleh pelatihan staf yang memadai dan integrasi sistem yang baik dengan *workflow* klinis (Bonkowski et al., 2013; Jessurun et al., 2021). Namun keberhasilannya sangat tergantung pada kepatuhan prosedur. *Workaround* masih sering terjadi karena kendala teknik ataupun beban kerja sehingga berpotensi menyebabkan *medication error* (Mulac et al., 2021; Van Der Veen et al., 2018). *Medication error* seperti *wrong-time errors* justru meningkat jika tidak ada perbaikan sistem yang baik (Helmons et al., 2009; Tan et al., 2024). Keterbatasan lain yang dijumpai adalah kurangnya data jangka panjang mengenai dampak implementasi BCMA pada *outcome* pasien dan variasi hasil antar rumah sakit yang berbeda, tergantung kesiapan organisasi dan budaya kerja (Helmons et al., 2009; Tan et al., 2024). Maka diperlukan evaluasi berkelanjutan paska implementasi BCMA agar manfaat yang optimal dapat tercapai.

SIMPULAN

BCMA dan sistem terkait mampu meningkatkan keselamatan pasien, meskipun efektivitasnya dipengaruhi oleh desain sistem, integrasi teknologi, dan kepatuhan tenaga kesehatan. Namun, beberapa penelitian menyebutkan *wrong-time error* dapat tetap terjadi atau meningkat. Faktor sumber daya manusia dan *workflow* menjadi tantangan implementasi BCMA. Secara keseluruhan, BCMA efektif jika digunakan sebagai bagian dari sistem yang terintegrasi, bukan sebagai teknologi tunggal. Peningkatan desain sistem, kepatuhan *scanning*, dan integrasi *workflow* menjadi faktor penting untuk memaksimalkan BCMA.

REFERENSI

- Adiningsih, M., & Hermanto, F. (2024). Review: Gambaran Tingkat Kesalahan Pengobatan Pada Beberapa Rumah Sakit Di Indonesia. In *Jurnal Ilmiah Farmasi* (Vol. 4, Number 4).
- Adiningsih, M., & Hermanto, F. (2024). Review: Gambaran Tingkat Kesalahan Pengobatan Pada Beberapa Rumah Sakit Di Indonesia. In *Jurnal Ilmiah Farmasi* (Vol. 4, Number 4).
- Amalia, A. E., & Basabih, M. (2023). Overview Of Medication Error Incidence In Hospitals In Various Countries: Literature Review. In *Indonesian Journal of Health Administration* (Vol. 11, Number 1, pp. 145–153). Airlangga University. <https://doi.org/10.20473/jaki.v11i1.2023.145-153>
- Assiri, G. A., Shebl, N. A., Mahmoud, M. A., Aloudah, N., Grant, E., Aljadhey, H., & Sheikh, A. (2018). What is the epidemiology of medication errors, error-related adverse events and risk factors for errors in adults managed in community care contexts? A systematic review of the international literature. In *BMJ Open* (Vol. 8, Number 5). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019101>
- Atmaja, D. S., Saksono, R. Y., Yulistiani, Suharjono, & Zairina, E. (2024). Evaluation of medication errors in one of the largest public hospital: A retrospective study. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2024.101640>
- Balshem, H., Helfand, M., Schünemann, H. J., Oxman, A. D., Kunz, R., Brozek, J., Vist, G. E., Falck-Ytter, Y., Meerpohl, J., Norris, S., & Guyatt, G. H. (2011). GRADE guidelines: 3. Rating the quality of evidence. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64(4), 401–406. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.07.015>
- Bonkowski, J., Carnes, C., Melucci, J., Mirtallo, J., Prier, B., Reichert, E., Moffatt-Bruce, S., & Weber, R. (2013). Effect of barcode-assisted medication administration on emergency department medication errors. *Academic Emergency Medicine*, 20(8), 801–806. <https://doi.org/10.1111/acem.12189>
- Brignardello-Petersen, R., Santesso, N., & Guyatt, G. H. (2025). Systematic reviews of the literature: an introduction to current methods. *American Journal of*

- Epidemiology*, 194(2), 536–542.
<https://doi.org/10.1093/aje/kwae232>
- Guyatt, G. H., Oxman, A. D., Vist, G., Kunz, R., Brozek, J., Alonso-Coello, P., Montori, V., Akl, E. A., Djulbegovic, B., Falck-Ytter, Y., Norris, S. L., Williams, J. W., Atkins, D., Meerpohl, J., & Schünemann, H. J. (2011). GRADE guidelines: 4. Rating the quality of evidence - Study limitations (risk of bias). *Journal of Clinical Epidemiology*, 64(4), 407–415.
<https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.07.017>
- Helmons, P. J., Wargel, L. N., & Daniels, C. E. (2009). Effect of bar-code-assisted medication administration on medication administration errors and accuracy in multiple patient care areas. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 66(13), 1202–1210.
<https://doi.org/10.2146/ajhp080357>
- Hogerwaard, M., Stolk, M., Dijk, L. Van, Faasse, M., Kalden, N., Hoeks, S. E., Bal, R., & Horst, M. Ter. (2023). Implementation of barcode medication administration (BMCA) technology on infusion pumps in the operating rooms. *BMJ Open Quality*, 12(2).
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-002023>
- Jessurun, J. G., Hunfeld, N. G. M., Van Rosmalen, J., Van Dijk, M., & Van Den Bemt, P. M. L. A. (2021). Effect of automated unit dose dispensing with barcode scanning on medication administration errors: An uncontrolled before-and-after study. *International Journal for Quality in Health Care*, 33(4).
<https://doi.org/10.1093/intqhc/mzab142>
- Knoll, T., Omar, M. I., Maclennan, S., Hernández, V., Canfield, S., Yuan, Y., Bruins, M., Marconi, L., Van Poppel, H., N'Dow, J., & Sylvester, R. (2018). Key Steps in Conducting Systematic Reviews for Underpinning Clinical Practice Guidelines: Methodology of the European Association of Urology. *European Urology*, 73(2), 290–300.
<https://doi.org/10.1016/j.eururo.2017.08.016>
- Mahendra, A. D. (2021). The Natural And Prevalence Of Medication Errors In A Tertiary Hospital In Indonesia. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 55–58.
<https://doi.org/10.22159/ijcpr.2021v13i3.42096>
- Mulac, A., Taxis, K., Hagesaether, E., & Gerd Granas, A. (2021). Severe and fatal medication errors in hospitals: findings from the Norwegian Incident Reporting System. *European Journal of Hospital Pharmacy*, 28(e1), E56–E61.
<https://doi.org/10.1136/ejhpharm-2020-002298>
- Prasad, M. (2024). Introduction to the GRADE tool for rating certainty in evidence and recommendations. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 25.
<https://doi.org/10.1016/j.cegh.2023.101484>
- Risør, B. W., Lisby, M., & Sørensen, J. (2018). Complex automated medication systems reduce medication administration errors in a Danish acute medical unit. *International Journal for Quality in Health Care*, 30(6), 457–465.
<https://doi.org/10.1093/intqhc/mzy042>
- Stenuit, S., Tchuente Modjo, G., & Pardo, A. (2019). 5PSQ-161 Securing storage of high-risk medicines in a care unit: where are we now? A276.1-A276.
<https://doi.org/10.1136/ejhpharm-2019-eahpconf.594>
- Tan, W., Bingham, G., Tong, E., Shakibaei Bonakdeh, E., Wang, W., Health, A., & and, A. (n.d.). *The impact of barcode-assisted medication administration on medication administration errors in non-unit-dose settings: a systematic review*.
- Truitt, E., Thompson, R., Blazey-Martin, D., NiSai, D., & Salem, D. (2016). Effect of the implementation of barcode technology and an electronic medication administration record on adverse drug events. *Hospital Pharmacy*, 51(6), 474–483.
<https://doi.org/10.1310/hpj5106-474>
- Van Der Veen, W., Van Den Bemt, P. M. L. A., Wouters, H., Bates, D. W., Twisk, J. W. R., De Gier, J. J., Taxis, K., Duyvendak, M., Lutikhuis, K. O., Ros, J. J. W., Vasbinder, E. C., Atrafi, M., Brasse, B., & Mangelaars, I. (2018). Association between workarounds and medication administration errors in barcode-assisted medication administration in hospitals. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 25(4), 385–392.
<https://doi.org/10.1093/jamia/ocx077>
- Webster, C. S. (2022). Existing Knowledge of Medication Error Must Be Better Translated Into Improved Patient Safety. *Frontiers in Medicine*, 9.
<https://doi.org/10.3389/fmed.2022.870587>

- Widyastuti, R. D., Arso, S. P., & Suryoputro, A. (2025). Keselamatan pasien sebagai pilar penting dalam mencegah kesalahan medis: Tinjauan sistematik. *Holistik Jurnal Kesehatan*, *19*(2), 277–285. <https://doi.org/10.33024/hjk.v19i2.639>
- Yu, W. N., Cheng, Y. D., Hou, Y. C., & Hsieh, Y. W. (2025). Implementation of Medication-Related Technology and Its Impact on Pharmacy Workflow: Real-World Evidence Usability Study. *Journal of Medical Internet Research*, *27*. <https://doi.org/10.2196/59220>