Systematic Review

Efektivitas Intervensi Digital Terhadap Optimalisasi Penggunaan Antibiotik Pada Pneumonia Komunitas

The Effectiveness of Digital Interventions in Optimizing Antibiotic Use Among Patients with Community-Acquired Pneumonia

*Hardiyani Presticasari[1] *, Mohammad Febry Andintias[1]*

[1]Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Wahid Hasyim, Kota Semarang, Indonesia

**E-mail:hardiyani.presticasari@unwahas.ac.id*

Diterima: 11 November 2026 Direvisi: 16 November 2026 Disetujui: 23 November 2026

Abstrak

Community-Acquired Penumonia (CAP) merupakan kondisi infeksi yang dapat mendorong penggunaan antibiotik yang tidak rasional. Intervensi digital, seperti *Clinical Decision Support System* (CDSS), *Computerized Physician Order Entry (*CPOE), dan fitur pengingat pada Rekam Medis Elektronik (RME), dikembangkan untuk mendukung ketepatan pengambilan keputusan penggunaan antibiotik. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji efektivitas intervensi digital dalam optimalisasi penggunaan antibiotik pada pasien CAP, meliputi kesesuaian terapi dengan pedoman klinis, durasi penggunaan antibiotik, penggunaan antibiotik spektrum luas, luaran klinis dan kemanan pasien. *Systematic review* yang disusun berdasarkan pedoman PRISMA. Pencarian literatur dilakukan pada database Scopus, ScienceDirect, Web of Science dan Google Scholar hingga 30 september 2026 menggunakan kata kunci "*Antibiotik Stewardship*", "*Clinical Decision Support System"* dan "*Community-Acquired Pneumonia"*. Sebanyak tujuh artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara naratif. Intervensi digital berpotensi meningkatkan kesesuaian penggunaan antibiotik dengan pedoman klinis, mengurangi penggunaan antibiotik spektrum luas, dan mampu mengoptimalisasikan durasi terapi. penggunaan antibiotik spektrum luas menurun menjadi 28,4%, sedangkan peningkatan keseuaian terapi pada pedoman meningkat dari 83,5% menjadi 90,2%. Jumlah pasien yang menerima antibiotik enam hari atau kurang mengalami peningkatan 54% menjadi 72,7%. Namun, dampak mortalitas, lama rawat inap, readmisi dan keselamatan pasien menunjukan hasil yang bervariasi. Intervensi digital seperti CDSS, *order set,* dan alat pengendali durasi mampu mengoptimalkan penggunaan antibiotik pada CAP melalui pengurangan penggunaan antibiotik spektrum luas, peningkatan kesesuain pedoman, dan pemendekan durasi terapi.

Kata Kunci: Antibiotik; Pneumonia Komunitas; Intervensi Digital; Antimicrobial Stewardship

Abstract

Community-Acquired Pneumonia (CAP) is an infectious disease that may lead to inappropriate antibiotic use. Digital interventions, such as Clinical Decision Support Systems (CDSS), Computerized Physician Order Entry (CPOE), and reminder features in Electronic Medical Records (EMRs), have been developed to support appropriate decision-making in antibiotic prescribing. Objective of this study io evaluate the effectiveness of digital interventions in optimizing antibiotic use among patients with CAP, including adherence to clinical guidelines, antibiotic treatment duration, broad-spectrum antibiotic use, clinical outcomes, and patient safety. A systematic review was conducted in accordance with the PRISMA guidelines. A literature search was performed in Scopus, ScienceDirect, Web of Science, and Google Scholar up to September 30, 2026, using the keywords "Antibiotic Stewardship," "Clinical

Decision Support System," and "Community-Acquired Pneumonia." Seven articles met the inclusion criteria and were analyzed narratively. Digital interventions showed potential to improve adherence to clinical guidelines, reduce broad-spectrum antibiotic use, and optimize antibiotic treatment duration. Broad-spectrum antibiotic use decreased to 28.4%, while adherence to clinical guidelines increased from 83.5% to 90.2%. The proportion of patients receiving antibiotics for six days or less increased from 54% to 72.7%. However, the effects on mortality, length of hospital stay, readmission, and patient safety varied across studies. Digital interventions, including CDSS, electronic order sets, and antibiotic duration control tools, have the potential to optimize antibiotic use in patients with CAP by reducing broad-spectrum antibiotic use, improving adherence to clinical guidelines, and shortening treatment duration.

Keywords: Antibiotics, Community-Acquired Pneumonia, Digital Interventions, Antimicrobial Stewardship

PENDAHULUAN

Community-Acquired Pneumonia (CAP) merupakan infeksi tersering yang banyak dijumpai pada pasien rawat inap dan juga sekaligus memicu penggunaan antibiotik spektrum luas yang tidak rasional (1). Meskipun kejadian *Multidrug-Resistant Organism* (MDRO) relative rendah, namun kondisi klinis kerap memicu penggunaan antibiotik empiris secara agresif (2). Kepatuhan terhadap kebijakan penggunaan antibiotik dalam praktik klinis masih rendah, dengan penggunaan antibiotik spektrum luas yang tinggi (1). Di Amerika Setrikat, hampir 80% pasien rawat inap dengan CAP menggunakan antibiotik yang tidak rasional. Proporsi penggunaan antibiotik melebihi durasi juga dilaporkan serta penggunaan antibiotik empirik yang tidak tepat berkisar 40-55% dan 17-57% (3,4).

Dampak klinis peresepan obat yang tidak rasional akan menimbulkan efek yang tidak diinginkan. Efek samping antibiotik terjadi pada sekitar 20% pasien rawat inap, disetai peningkatan kejadian infeksi *nosocomial* dan resistensi antibiotik (1). Penambahan penggunaan antibiotik berlebihan meningkatkan kemungkinan kejadian tidak diinginkan dalam 30 hari (adjusted OR 1,03 per hari, 95% CL 1,00-1,06). Terapi empiris dengan antibiotik spektrum luas juga dikaitkan dengan kejadian kematian, cidera ginjal, dan infeksi sekunder berat (4). CAP juga menimbulkan biaya kesehatan yang besar dan perpanjangan durasi rawat inap dengan terapi intravena yang lebih banyak (5).

Intervensi digital seperti *Clinical Decision Support System* (CDSS) yang terintegrasi rekam medis elektronik banyak dikembangkan untuk menjawab masalah tersebut. CDSS di usulkan sebagai solusi untuk meningkatkan kepatuhan terhadap pedoman dan mengurangi penggunaan antibiotik tidak rasional (6). Meskipun demikian, bukti secara keseluruhan belum konsisten. Sintesis sejumlah *systematic review* menyimpulkan bahwa intervensi digital umumnya menurunkan penggunaan antibiotik dan meningkatkan ketepatan penggunaan antibiotik, namun dampak secara klinis tidak konsisten dan aspek implementasi masih terbatas. Sebagian besar *review* membahas *stewardship* dirumah sakit secara umum lintas penyakit, sehingga bukti spesifik pada CAP belum terangkum secara terstruktur. Berdasarkan latar belakang tersebut, *systematic review* ini bertujuan untuk mensistesis bukti efektivitas intervensi digital terhadap optimalisasi penggunaan antibiotik pada pasien CAP, mencakup kesesuain pemilihan antibiotik terhadap pedoman, durasi, *de-eskalasi* dan konsumsi antibiotik, serta luaran klinis dan keamanan.

METODE

Penelitian ini merpakan *systematic review* yang disusun berdasarkan pedoman *Preferred Reporting Items For Systematic review And Meta-Analyses* (PRISMA). Stragtegi pencarian literatur dilakukan melalui Scopus, Science Direct, Web of Science, dan Google Scholar untuk artikel yang diterbitkan pada 1 Januari 2021 sampai 30 september 2026 menggunakan kata kunci "*Antibiotik Stewardship*", "*Clinical Decision Support System"* dan "*Community-Acquired Pneumonia*". Strategi pencarian menggunakan kata kunci "*Antibiotik Stewardship*", "*Clinical Decision Support System*" dan "*Community-Acquired Pneumonia*". Kemudian, dilanjutkan proses verifikasi dengan membandingkan judul, abstrak, tahun publikasi, dan daftar penulis pada artikel . Strategi lengkap tiap database disajikan dalam gambar 1 mengikuti PRISMA-S.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi penelitian ini meliputi pasien dewasa dengan diagnosis CAP dan menggunakan intervensi digitasl untuk pengambilan keputusan penggunaan antibiotik. Sedangkan kriteria eksklusi dari penelitian ini meliputi artikel yang diterbitkan selain dalam bahasa inggris dan tidak tersedia dalam bentuk *full text*.

Ekstraksi Data dan Kepastian Bukti

Data yang sudah diperoleh kemudian dilakukan ekstraski dari seluruh kriteria inklusi yang telah di tetapkan. Karakteristik utama dari setiap penelitin disajikan dalam tabel 1. Informasi yang dikumpulkan meliputi nama penulis, tahun publikasi, negara peneliti, desain studi, jumlah sampel, *outcome* yang di ukur, dan hasil. Kemudian data dilakukan evaluasi. Skrining judul, abstrak dan *full text* dilakukan oleh dua *reviewer.* Perbedaan pendapat diselesaikan melalui diskusi. Ekstraksi data dilakukan menggunakan formular yang memuat nama penulis, tahun, negara, desain, populasi, jumlah, sampel, jenis intervensi digital, komponen non digital, luaran, dan hasil. Kemudian hasil di ekstrasksi dan di verifikasi.

Penilaian kepastian bukti dilakukan dengan pedoman *Grading of Recommendations Assesment, Development and Evaluation* (GRADE). Kualitas akan dikategorikan dalam empat tingkatan, yaitu tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah (7). 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 (8)

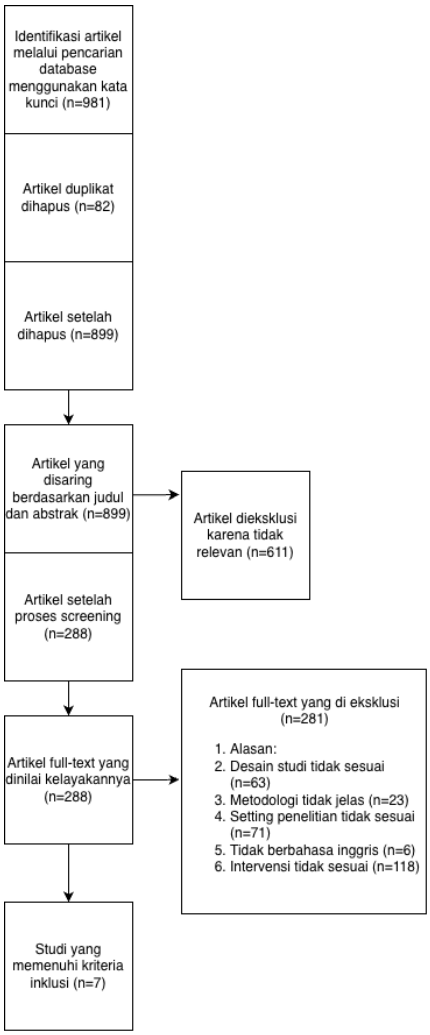
Sintesis Temuan Studi yang Diseratakan

Intervensi digital yang diterapkan untuk optimalisasi penggunaan antibiotik pada pasien CAP menunjukan variasi yang beragam, meliputi kesesuain pemilihan antibiotik terhadap pedoman, durasi dan konsumsi antibiotik, serta luaran klinis dan keamanan. intervensi tersebut bertujuan untuk meningkatkan keterapan penggunaan antibiotik dengan pedoman klinis, optimalisasi dosis dan durasi penggunaan antibiotik, mendorong *de-eskalasi* sesuai kondisi pasien. Desain penelitian yang digunakan bervariatif meliputi uji klinis terkontrol secara acak (RCT), *stepped-wedge*, kuasi-eksperimental, pra-pasca, dan retrospektif. Outcome yang dilaporkan meliputi ketepatan penggunaan antibiotik, kesesuaian terapi dengan pedoman, durasu terapi, konsumsi antibiotik (DOT dan LOT), serta luaran klinis seperti mortalitas, lama rawat inap,

transfer ICU dan readmisi. Adanya heterogenitas pada jenis intervensi, desain penelitian, metode pengukuran, dan outcome yang dinilai menyebabkan hasil studi sulit dibandingkan secara langsung, oleh karena itu meta-analisis tidak dilakukan, sehingga temuan studi disajikan menggunakan pendekatan sintesis naratif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelusuran literatur melalui Scopus, Science Direct, Web of Science, dan Google Scholar, diperoleh tujuh artikel yang memenuhi kriteria inklusi penelitian. 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

Tabel 1. Ringkasan karakteristik utama dari studi yang disertakan

Studi	Desain	Intervensi	Luaran	Hasil
Gohil et al. (2024). Amerika	RCT klister, 59 Rumah sakit	Prompt CPOE dengan estimasi	Primer: hari terapi antibiotik	Hasil terapi spektrum luas

Serikat (HCA Healthcare, 59 RS komunitas)	komunitas AS. 96.451 pasin pneumonia non kritis (51.671 pperiode awal; 44.780 periode intervensi)	Risiko MDRO spesifik pasien (resiko <10% memicu rekomendasi antibiotik spektrum standar) disertai edukasi dan umpan balik.	spektrum luas empiris (3 hari pertama). Sekunder: hari terapi vanskomisin dan antipsudomonas. Keselamatan: hari ke transfer ICU, lama rawat, hari ke eskalasi antibiotik.	turun 28,4% (RR 0,72; CI 95% 0,66-0,78). Vankomsin RR 0,77 dan antipsudomonas RR 0,68. Lama rawat (6,8 vs 7,1 hari) dan hari ke transfer ICU tidak berbeda bermakna. Waktu *de-eskalasi* antibiotik lebih lama pada kelompok prompt (HR 0,82; p=0,02).
Dean et al. (2022), Amerika Serikat (Intermountain Healthcare, Utah, 16 IGD RS komunitas)	Uji *Stepped-wedge* terkontrol pragmatis, 16 RS komunitas, 6.848 pasien IGD dengan pneumonia (4.536 pra, 2.312 pasca)	ePNa: CDSS *real time* terintegrasi HER (diagnosis, stratifikasi Risiko, Lokasi perwatan, antibiotik)	Primer: mortalitas semua sebab 30 hari. Sekunder: kesesuaian antibiotik dengan pedoman, waktu ke antibiotik pertama, disposisi, rawat inap sekunder 7 hari	Mortalitas 8,6% menjadi 4,8% (aOR 0,62; IK 95% 0,49-0,79). Antibiotik sesuai ePNa 83,5% menjadi 90,2% (p<0,001). Antibiotik aktif terhadap MRSA berkurang. Penggunaan antibiotik spektrum luas dalam 8 jam tidak berbeda bermakna (27% menjadi 25%. Waktu ke antibiotik pertama 159,4 menjadi 150,9 menit. Disposisi rawat jalan 29,25 menjadi 46,9% dengan rawat inap sekunder 7 hari tidak berubah. ePNa dipakai pada 67% pasien tidak memenuhi syarat.
Ciarkowski et al. (2026), Amerika Serikat (University of Utah Health)	Studi perbaikan mutu retrospektif pra-pasca dengan *interrupted time series* (ITS). 2.193 pasien rawat non-	Pembaruan *order set* CAP berbasis CDSS: seftriakson 1 hari lalu otomatis amoksisilin oral, total 3 hari.	Primer: durasi total antibiotik dan penggunaan azitromisin. Sekunder: terapi 5 hari atau	Durasi median 6 median 5 hari (aRR 0,92; IK 95% 0,89-0,95). Azitromisin 62,4% menjadi 39,4%

	ICU (777 pra, 1.416 pasca)	Azitomisin dihapus untuk Sebagian besar pasien, kultur darah dan antigen urin pneumokokus tidak dipilih secara default; disertai edukasi dan pengingat apoteker	kurang, amsisilin, kunjungan IGD, readmisi, mortalitas 30 hari, lama rawat, transfer ICU.	(aOR 0,39). Amoksisilin 5,1% menjadi 51,1%. Kultur darah dan antigen urin pneumokokus berkurang. Mortalitas 30 hari 6,9% menjadi 4,9% (aOR 0,71; p=0,07). Transfer ICU turun (aOR 0,65), namun kunjungan IGD 30 hari (aOR 1,42) dan readmisi 30 hri (aOR 1,59) meningkat; gabungan readmisi + mortalitas tidak berbeda (AOR 1,12). *Order set* dipakai pada sekitar 38% kunjungan.
Babu et al. (2026), Amerika Serikat (Henry Ford Health, 5 RS, Michigan)	Kuasi-eksperimental pra-pasca dengan non *equivalent dependent variable*. 234 pasien CAP tanpa komplikasi (124 pra, 110 pasca).	EMR *transition-of-care*: perhitungan total hari antibiotik dan *carrt-over* tanggal stop dari rawat inap ke resep pulang	Primer: proporsi pasien dengan terapi total 6 hari atau kurang. Sekunder: readmisi 30 hari terkait CAP, C.difficile, MDRO 90 hari, hari terapi saat pulang.	Terapi 6 hari atau kurang: 54% menjadi 72,7% (p=0.003); aOR 2,27 (IK 95% 1,31-3,93). Hari terapi pulang 3 menjadi 2 (p<0,001). Readmisi terkait CAP 12,1% menjadi 4,5% (p=0.039). C.diffisile dan MDRO tidak berbeda. Durasi antibiotik rawat inap justru lebih lama pada kelompok pasca (4 vs 3 haru, p=0,027
Galimam et al. (2022), Australia (Central Coast Local Health District, NSW)	Studi intervensi pra-pasca (Sampel acak dari pasien dengan antimikroba terbatas), dua RS.	*e*Meds (peresepan elektronik) dengan fungsi antibiotik *hardstop* (*default* 5 hari)	DOT dan lama terapi (LOT); kejadian tidak diinginkan terkait *hardstop*	DOT turun 3 hari (IK 95% 0,41-5,63) dan LOT turun 1,97 hari (IK 95% 0,39-3,55).

	200 pasien (100 pra, 100 pasca), CAP 64 pra dan 84 pasca, PPOK eksaserbasi infeksi (IECOPD) 35 pra dna 17 pasca			Subkelompok CAP:DOT 14,61 menjadi 12 hari (p=0,123), LOT 8,78 menjadi 7,31 hari (p=0,145). secara *hardstop* aktif pada 34% pasien; 2 kasus dosis terlewat atau terhenti tidak disengaja, tanpa dampak kliniks terdokumentasi.
Schaut et al. (2022), Jerman (Charite Berlin; data UKE Hamburg)	Analisis retrospektif (*proof-of-concept*): rekomendasi CDSS vs peresepan nyata pada kasus yang sama. 3.279 kasus (3.664 infeksi; 6.651 resep),	CDSS berbasis aturan (*Id Antibiotic*) yang terintegrasi dalam CPOE; hanya diterapkan secara retrospektif	Kinerka pada indikator kualitas *stewardship* (durasi CAP maks 7 hari), durasi terapi (DOT), biaya	Terapi CAP > 7 hari pada CAP berpotensi turun 20,2% (OR 0,134; IK 95% 0,101-0,178)), kepatuhan indikatir hingga 95,9% vs 75,7% peresepan nyata. Median DOT rekomendasi CDSS lebih Panjang (7 vs 3,1 hari). Biaya harian median sama (4,78 euro p=0,081)
Pham et al (2025), Amerika Serikat (Ascension Borgess Hospital, Michigan)	Kohort retrospektif pra-pasca (*review* rekam medis), satu pusat, 236 pasien (118 pra; p 0,091)	*Order set* CAP dalam HER (seftriakson IV 5 hari + azitromisin PO 3 hari dengan tanggal stop otomatis) disertai audit dan umpan balik prospektif oleh apoteker	Primer: komposit ketepatan pemilihan, dosis, dan durasi empiris sesuai pedoman. Sekunder: lama rawat, readmisi, mortalitas, infeksi C.difficile.	Terapi sesuai pedoman 5,9% menjadi 35,6% (p<0,001), terutama dari durasi tepat 6.8% menjadi 39,8% (p<0,001). Pemilihan antibiotik (82,2% vs 89,9%, p<0,091) dosis (83,9% vs 88,1, p=0,348) tidak berbeda bermakna. Lama rwat, readmisi 30 hari, C.difficile, dan mortalitas tidak berbeda. Order set

				dipakai pada 66,1% pasien.

Proses Seleksi Studi

Seleksi artikel dilakukan dengan tahapan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA). Hasil pencarian literatur melalui database menghasilakan 981 artikel. Terdapat 82 artikel duplikat, sehingga diperoleh 899 artikel untuk dilanjutkan seleksi melalui judul dan abstrak. Pada tahap ini, 611 artikel dikeluarkan karena tidak relevan. Sebanayak 288 artiel yang tersisa kemudian dilakukan penilaian kelayakan melalui telaah *full-text*. Hasil menunjukkan sebanyak artikel tidak memenuhi kriteria inklusi, diantaranya desain penelitian yang tidak sesuai (n=63), metodologi tidak jelas (n=23), setting penelitian tidak sesuai (n=71), tidak berbahasa inggris (n=6) dan intervensi yang tidak sesuai (n=118). Dengan demikian, sebanyak 7 artikel memenuhi kriteria inklusi dan diikutsertakan dalam sintesis akhir penelitian.

Kepatuhan Terhadap Pedoman dan Ketepatan Pemilihan Antibiotik

Intervensi digital menunjukan potensi dalam optimalisasi penggunaan antibiotik pada CAP, terutama para proses peresepan. Manfaat tersebut dalam dilihat dari peningkatan kepatuhan terhadap pedoman klinis, pengurangan penggunaan antibiotik spektrum luas dan optimalisasi durasi terapi. Penggunaan ePNa mampu meningkatkan pemberian antibiotik sesuai pedoman dari 83,5% menjadi 90,2% (adjOR 1,9; P<0,001) (9). Penelitian lain dilakukan dengan menggunakan set perintah pneumonia melaporkan terjadinya peningkatan drastis pada pasien yang menerima terapi sesuai pedoman dari 5,9% menjadi 35,6% (10). Selain itu, penggunaan CDSS dapat meningkatkan kepatuhan pada indikator kualitas pelayanan (SBD-Qis) hingga 95,9% pada kasus CAP (11). Peningkatan kesesuaian terapi dengan pedoman akan menurunkan kejadian variasi praktik peresepan dan meningkatkan kepatuhan terhadap rekomendasi klinis.

Penurunan Durasi Terapi

Dampak nyata intervensi digital adalah terjadinya penurunan durasi penggunaan antibiotik. Empat penelitian melaporkan penurunan durasi penggunaan antibiotik setelah dilakuakn intervensi digital (10,12–14). Fitur *handstop* elektronik mengurangi rata-rata *Days Of Therapy* (DOT) sebesar 3,02 hari (14). Alat transisi perawatan (*EMR tools*) terbukti meningkatkan proporsi pasien yang menerima terapi antibiotik <6 hari dari 54% menjadi 72,7% (13). Set perintah berbasis CDSS juga terbukti menurunkan median durasi penggunaan total antibiotik dari 6 menjadi 5 hari (9). Selain itu, penggunaan *bundle* CPOE juga terbukti menurunkan penggunaan antibiotik spektrum luas sebagai terapi empiris sebensar 28,4% (15). Penurunan durasi penggunaan antibiotik sebagian besar dicapai melalui pengaturan waktu berhenti dan penghitungan hari transisi perawatan. Resep pulang tetap menjadi sumber durasi berlebih pada beberapa studi, sehingga intervensi pada titik transisi perawatan layak dipertimbangkan sebagai komponen terpisah. Penurunan penggunaan antibiotik mengindikasikan dukungan pengambilan keputusan penggunaan antibiotik. Selain itu, intervensi digital juga dianggap memberikan manfaat pengendalian durasi terapi. Penggunaan EMR dan elektronik *order set* membantu menghitung total durasi antibiotik, memberikan pengingat penghentian obat dan optimalisasi penggunaan antibiotik saat rawat inap ke rawat jalan.

De-Eskalasi dan Penggunaan Antibiotik Spektrum Luas

Intervensi digital berhasil menekan penggunaan antibiotik spektrum luas yang tidak rasional. Penggunaan CDSS dan CPOE membantu tenaga kesehatan dalam menentukan pilihan antibiotik berdasarkan kondisi klinis dan faktor resiko pasien. Penggunaan antibiotik pada kasus MRSA menurun dari 13% menjadi 10% dengan bantuan ePNa (9). Bukti terkuat berasal dari uji acak dengan prompt CPOE berbasis risiko MDRO mengurangi hari terapi antibiotik spektrum luas sekitar 28,4% tanpa perubahan lama rawat inap atau transfer ICU (9,12). Studi lain juga menunjukan penurunan penggunaan vankomisin dan antibiotik antipseudomonal melalui teknologi CPOE (15). Penurunan penggunaan azitromicin menurun dari 62,4% menjadi 39,4%. Sedangkan penggunaan amoksisilin meningkat drastis dari 5,1% menjadi 51,1% setelah penerapan set perintah pada system (9).

Peran Apoteker

Hampir semua studi menggabunngkan sistem digital dengan edukasi, audit umpan balik, dukungan apoteker. Peran komponen digital saja tidak bisa dipisahkan, kecuali pada penelitian yang dilakukan oleh Gohil et al. (2024) yang menunjukan penurunan cepat setelah dilakukan intervensi aktif. Penelitian Pham et al. (2025) menunjukan bahwa intervensi apoteker meningkat setelah *order set.* Sistem digital sebaiknya dirancang dan dioperasikan bersama apoteker klinis sebagai penyusun order set, audit prospektif dan umpan balik dan dijadikan bagian dari penerapan *Antimicrobial Stewardship* di rumah sakit, termasuk pemantauan ketepatan pemilihan antibiotik

Luaran Klinis dan Keamanan

Hasil penelitian menunjukan pengaruh intervensi digital terhadap kondisi klinis dan keselamatan pasien masih bervariasi. Dean et al. (2023) menunjukan adanya penurunan angka kematian pada pasien (aOR 0,62). Namun, penelitian tersebut menggunaan desain non-acak dan hasilnya tidak konsisten dengan penelitian Ciarkowski et al. (2026) (aOR 0,71; p=0,07) sehingga belum dipastikan hahwa intervensi benar-benarmampu menurunkan angka mortalitas. Lama rawat inap juga tidak mengalami perubahan (2,10,12). Kunjungan ulang ke IGD dan *readmisi* rawat inap dalam 30 hari juga diamati dalam penelitian ini. Peningkatan kunjungan IGD dan *readmisi* terjadi peningkatan pada penelitian Ciarkowski et al. (2026), sedanfkan penelitian Babu et al. (2026) menunjukan penurunan *readmisi* 12,1% menjasi 4,5%. Penelitian lain tidak menunjukan perubahan yang bermakna (9,10).

Pasien yang mendapatkan intervensi pengingat digital (*prompt*) membutuhkan waktu yang lebih lama sebelum digunakan antibiotik spektrum luas. Hal ini menunjukan bahwa intervensi digital mampu memepertahankan penggunaan ntibiotik spektrum sempit lebih lama tanpa disertai peningkatan jumlah pasien yang harus di rawat di ICU (2). Pemendekan durasu pemebrian antibiotik dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi pasien. Penelitian Dean et al. (2021) menunjukan hasil penghentian antiotik beta-laktam setelah tiga hari pada pasien CAP tidak memberikan hasil yang buruk dibandingkan dengan durasi pemberian yang lebih lama (9).

Efisiensi alur kerja

Waktu pemberian antibiotik pertama di UGD menunjukan adanya perbaikan dengan penuruanan rata-rata dari 159,4 menit menjadi 150,9 menit setelah implementasi ePNa (9). Penerapam CDSS juga terbukti tidak meningkatkan biaya obat harian secara signifikan dibandingkan peresepan konvensional (16).

Penilaian Kepastian Bukti

Hasil penilaian GRADE menunjukan kepastian bukti tertinggi pada outcome pengurangan penggunaan antibiotik spektrum luas (*moderate),* didukung oleh Gohil et al. (2024) yang melaporkan penurunan sebesar 28,4% (RR 0,72; IK 95% 0,66-0,78). *Outcome k*esesuaian antibiotik dengan pedoman memiliki kepastian bukti *low*, dengan adanya peningkatan kesesuaian terapi pada penelitian Dean et al. (2022) dan Pham et al. (2025). Outcome durasi terapia antibiotik, mortalitas, readmisi, dan keselamatan pasien memiliki kepastian bukti *very low*. Hal ini disebebkan karena variasi hasil antar peneliti, perbedaan desain dan karakteristik intervensi, serta keterbatasan estimasi efek klinis.

Secara keseluruhan, CDSS menunjukan manfaat pada perbaikan proses peresepan antibiotik, khususnya penggunaan antibiotik spektrum luas dan peningkatan kesesuaian terapi dengan pedoman. Namun, bukti mengenai dampak klinis dan keselamatn pasien masih terbatas. Maka, diperlukan penelitian dengan desain yang lebih kuat untuk memastikan efektivitas dan hubungan kualitas penerapan CDSS dengan keberhasilan terapi CAP.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *systematic review*, intervensi digital seperti CDSS, *order set*, dan alat pengendali durasi mampu mengoptimalkan penggunaan antibiotik pada CAP melalui pengurangan penggunaan antibiotik spektrum luas, peningkatan kesesuain pedoman, dan pemendekan durasi terapi. Namun, manfaat intervensi digital pada luaran klinis, mortalitas, lama rawat inap, dan readmisi belum menunjukan hasil yang konsisten. Saat ini intergrasi intervensi digital sebagai komponen penting dalam strategi penatagunaan antimikroba di rumah sakit untuk meningkatkan kualitas perawatan pasien CAP dan memerangi ancaman resistensi antibiotik.

DAFTAR RUJUKAN

1. Hatton C, Atkin C, Gallier S, Sapey E. Personalised management of community-acquired pneumonia and the role of Clinical Decision Support Software. BMJ Open Respiratory Research. BMJ Publishing Group; 2026. doi:10.1136/bmjresp-2024-003096 PubMed PMID: 41985983.
2. Gohil SK, Septimus E, Kleinman K, Varma N, Avery TR, Heim L, et al. Stewardship Prompts to Improve Antibiotic Selection for Pneumonia: The INSPIRE Randomized Clinical Trial. JAMA. 2024 Jun 18;331(23):2007–17. doi:10.1001/jama.2024.6248 PubMed PMID: 38639729.
3. South K, Ducas S, Cubillos A, Chandler E, Gatskevich E. Evaluation of multifaceted interventions on antibiotic prescribing in community-acquired pneumonia. Antimicrobial Stewardship and Healthcare Epidemiology. 2026 May 25;6(1). doi:10.1017/ash.2026.10333
4. White AT, Bidwell Goetz M, Jones M, Neuhauser MM, Ciarkowski C, Ratz D, et al. Electronic Clinical Quality Measures of Antibiotic Use in Hospitalized Adults With Uncomplicated

Community-Acquired Pneumonia. Clin Infect Dis. 2026 Sep 2;83(2):e251–9. doi:10.1093/cid/ciag273 PubMed PMID: 42012353.

5. Obed-Arthur N, Lim RHM, Dunsmure L. The effectiveness of intravenous (IV) to oral (PO) antibiotic switch (IVOS) interventions in managing community- and hospital-acquired pneumonia—a systematic review. JAC-Antimicrobial Resistance. Oxford University Press; 2026. doi:10.1093/jacamr/dlag065

6. Hatton C, Quarton S, Livesey A, Alenazi BA, Jeff C, Sapey E. Impact of clinical decision support software on empirical antibiotic prescribing and patient outcomes: a systematic review and meta-analysis. BMJ Open . 2025 Nov 27;15(11). doi:10.1136/bmjopen-2025-099100 PubMed PMID: 41309484.

7. Prasad M. Introduction to the GRADE tool for rating certainty in evidence and recommendations. Clin Epidemiol Glob Health. 2024 Jan 1;25. doi:10.1016/j.cegh.2023.101484

8. Howard Balshem. Journal of Clinical Epidemiology_20261115. 2011.

9. Dean NC, Vines CG, Carr JR, Rubin JG, Webb BJ, Jacobs JR, et al. A Pragmatic, Stepped-Wedge, Cluster-controlled Clinical Trial of Real-Time Pneumonia Clinical Decision Support. Am J Respir Crit Care Med. 2022 Jun 1;205(11):1330–6. doi:10.1164/rccm. 09-2092OC PubMed PMID: 35258444.

10. Doshi J, Ngoc YP, Ma TT, Duong LT, Pham VTT, Vu VG, et al. The effect of antimicrobial stewardship interventions upon antimicrobial consumption and appropriateness in Vietnamese district hospitals: a cluster randomised trial. Lancet Reg Health West Pac. 2025 Jul 1;60. doi:10.1016/j.lanwpc.2025.101620

11. Schaut M, Schaefer M, Trost U, Sander A. Integrated antibiotic clinical decision support system (CDSS) for appropriate choice and dosage: an analysis of retrospective data. www.germs.ro • GERMS [Internet]. 2022. Available from: www.germs.ro

12. Ciarkowski CE, Howard K, Imlay H, Wu C, Hopkins CL, Vaughn VM, et al. Streamlining antibiotic use in community acquired pneumonia: A quality improvement initiative. J Hosp Med. 2026 Aug 1;21(8):890–7. doi:10.1002/jhm.70283 PubMed PMID: 41668396.

13. Babu M, Beaulac AE, Dubay J, Leman L, Shallal AB, Kenney RM, et al. Impact of incorporating electronic medical record tools on optimal antibiotic durations at discharge for uncomplicated community-acquired pneumonia: a quasi-experimental study. Antimicrobial Stewardship and Healthcare Epidemiology. 2026 Apr 13;6(1). doi:10.1017/ash.2026.10326

14. Galimam S, Panozzo B, Muir K, Chavada R. "Antibiotic hardstop" on electronic prescribing: impact on antimicrobial stewardship initiatives in patients with community acquired pneumonia (CAP) and infective exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease (IECOPD). BMC Infect Dis. 2022 Dec 1;22(1). doi:10.1186/s12879-022-07117-8 PubMed PMID: 35135486.

15. Shruti K. Gohil MMESMKKS et al. Stewardship Prompts to Improve Antibiotic Selection for Pneumonia. JAMA. 2024 Apr;23(331):2007–17.

16. Schaut M, Schaefer M, Trost U, Sander A. Integrated antibiotic clinical decision support system (CDSS) for appropriate choice and dosage: an analysis of retrospective data. www.germs.ro • GERMS [Internet]. 2022. Available from: www.germs.ro