

Infeksi Nosokomial di Unit Perawatan Intensif : Pencegahan dan Pengendalian

Teguh Setiadi^{1*}, Akhmad Yun Jufan², Erlangga Prasamya³

¹⁻³ Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran-Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada/RS Sardjito, Indonesia

*Penulis Korespondensi: tgoehans3@gmail.com¹

Abstract: Nosocomial infections in the intensive care unit (ICU) are a significant health problem with high susceptibility rates among critically ill patients. These infections are caused by pathogenic microorganisms that spread through medical equipment, direct contact with healthcare workers, or poorly maintained environments. Key risk factors include the use of invasive devices such as catheters and ventilators, immunocompromised conditions, and inappropriate antibiotic use that can lead to antibiotic resistance. The most common types of nosocomial infections in the ICU are ventilator-associated pneumonia (VAP), central line-associated bloodstream infection (CLABSI), catheter-associated urinary tract infections (CAUTI), surgical site infections (SSI), and multidrug-resistant organism (MDRO) infections. Data shows approximately 30% of nosocomial infections occur in ICUs, with 51% of ICU patients experiencing infections and 64% of infection sources originating from the respiratory tract. Prevention and control of infections requires a comprehensive approach through implementation of prevention bundles, strict hygiene management, use of sterile medical equipment, and rational antibiotic use. Consistent infection prevention and control (IPC) programs can reduce nosocomial infection incidence, decrease morbidity, mortality, and healthcare costs in ICUs. Teguh Setiadi, Akhmad Yun Jufan, Erlangga Prasamya. Nosocomial infections in intensive care units: prevention and control.

Keywords: CAUTI; CLABSI; MDRO; SSI; VAP.

Abstrak: Infeksi nosokomial di unit perawatan intensif (ICU) merupakan masalah kesehatan yang signifikan dengan tingkat kerentanan yang tinggi pada pasien kritis. Infeksi ini disebabkan oleh mikroorganisme patogen yang menyebar melalui peralatan medis, kontak langsung dengan tenaga medis, atau lingkungan yang tidak terjaga kebersihannya. Faktor risiko utama meliputi penggunaan alat invasif seperti kateter, ventilator, kondisi *immunocompromised*, dan penggunaan antibiotik yang tidak tepat yang dapat menyebabkan resistensi antibiotik. Jenis infeksi nosokomial yang paling sering terjadi di ICU adalah *ventilator-associated pneumonia* (VAP), *central line-associated bloodstream infection* (CLABSI), *catheter-associated urinary tract infections* (CAUTI), *surgical site infections* (SSI), dan infeksi akibat *multidrug-resistant organism* (MDRO). Data menunjukkan sekitar 30% infeksi nosokomial terjadi di ICU dengan 51% pasien ICU mengalami infeksi dan 64% sumber infeksi berasal dari saluran napas. Pencegahan dan pengendalian infeksi memerlukan pendekatan komprehensif melalui implementasi *bundle* pencegahan, pengelolaan kebersihan yang ketat, penggunaan alat medis steril, dan penggunaan antibiotik yang rasional. Program pencegahan dan pengendalian infeksi (PPI) yang konsisten dapat mengurangi kejadian infeksi nosokomial, menurunkan morbiditas, mortalitas, serta beban biaya perawatan kesehatan di ICU.

Kata kunci: CAUTI; CLABSI; MDRO; SSI; VAP.

1. PENDAHULUAN

Infeksi nosokomial atau *healthcare-associated infections* (HAIs) di unit perawatan intensif (ICU) merupakan tantangan utama dalam pelayanan kesehatan yang berdampak signifikan terhadap morbiditas, mortalitas, dan beban ekonomi (Lanaghan and Stenhouse, 2024). Pasien yang dirawat di ICU memiliki risiko 5-10 kali lebih tinggi untuk mengalami infeksi dibandingkan pasien di unit perawatan lainnya (Ali *et al.*, 2019). Hal ini disebabkan oleh kondisi pasien yang kritis dengan sistem imun yang terganggu, penggunaan alat invasif

yang ekstensif, paparan antibiotik spektrum luas, dan lingkungan ICU yang memfasilitasi transmisi mikroorganisme patogen (Blot *et al.*, 2022).

Data epidemiologi menunjukkan bahwa sekitar 30% dari seluruh infeksi nosokomial di rumah sakit terjadi di ICU, meskipun ICU hanya menampung 5-10% dari total pasien rumah sakit (Ellsworth and Ostrosky-Zeichner, 2024). Di Indonesia, tingkat infeksi nosokomial mencapai 19,2%, jauh lebih tinggi dibandingkan negara maju yang berkisar 5,7-9,1% (Khan, Baig and Mehboob, 2017; Raoofi *et al.*, 2023). Tingginya angka infeksi nosokomial di ICU Indonesia mencerminkan perlunya peningkatan program pencegahan dan pengendalian infeksi yang komprehensif dan berkelanjutan (Supriadi *et al.*, 2023).

Infeksi nosokomial di ICU tidak hanya menyebabkan peningkatan mortalitas hingga 38,8% pada infeksi yang disebabkan *multidrug-resistant organism* (MDRO), tetapi juga memperpanjang lama rawat inap rata-rata 4,8-9,2 hari dan meningkatkan biaya perawatan secara signifikan (Barrasa-Villar *et al.*, 2017). Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang epidemiologi, faktor risiko, dan strategi pencegahan infeksi nosokomial di ICU menjadi sangat penting untuk meningkatkan kualitas dan keselamatan pasien (Busl, 2017; Despotovic *et al.*, 2020).

2. METODE

Studi ini merupakan tinjauan pustaka naratif yang bertujuan menganalisis secara komprehensif epidemiologi, faktor risiko, patogenesis, dan strategi pencegahan serta pengendalian infeksi nosokomial di unit perawatan intensif. Pencarian literatur dilakukan secara sistematis melalui basis data elektronik PubMed/MEDLINE, Cochrane Library, EMBASE, dan Google Scholar hingga September 2024. Kata kunci yang digunakan mencakup "nosocomial infection", "healthcare-associated infection", "intensive care unit", "ventilator-associated pneumonia", "central line-associated bloodstream infection", "catheter-associated urinary tract infection", "multidrug-resistant organisms", "infection prevention", dan "antimicrobial stewardship" dengan kombinasi operator Boolean. Pencarian tambahan dilakukan melalui situs web organisasi profesional seperti World Health Organization (WHO), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), dan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia untuk memperoleh pedoman klinis dan data surveilans terkini.

Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir (2014-2024), publikasi dalam bahasa Indonesia atau Inggris, studi yang melibatkan pasien dewasa di unit perawatan intensif, serta pedoman klinis dari organisasi profesional

internasional. Kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak tersedia dalam bentuk full-text, studi pediatrik atau neonatal, artikel yang tidak spesifik membahas infeksi di ICU, serta publikasi editorial tanpa data substantif. Proses seleksi dilakukan dalam dua tahap yaitu screening judul dan abstrak, kemudian evaluasi full-text berdasarkan kualitas metodologi dan relevansi konten. Data yang diekstraksi mencakup karakteristik studi, jenis infeksi nosokomial, patogen penyebab, faktor risiko, intervensi pencegahan, dan luaran klinis.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan sintesis naratif mengingat heterogenitas studi yang disertakan. Data epidemiologi disajikan dalam bentuk proporsi dan tingkat insiden sesuai literatur sumber, dengan perbandingan antara negara berkembang dan maju untuk mengidentifikasi disparitas tingkat infeksi nosokomial. Penilaian kualitas literatur didasarkan pada desain studi, ukuran sampel, dan kredibilitas sumber, dengan prioritas pada systematic review, randomized controlled trial, dan pedoman organisasi profesional internasional. Studi ini menggunakan data sekunder yang telah dipublikasikan sehingga tidak memerlukan persetujuan etik, namun memiliki keterbatasan berupa variabilitas metodologi antar studi dan kemungkinan bias publikasi.

3. PEMBAHASAN

Epidemiologi dan Karakteristik Infeksi Nosokomial di ICU

Prevalensi infeksi nosokomial di ICU bervariasi secara signifikan antar negara dan wilayah geografis (Raoofi *et al.*, 2023). Indonesia memiliki tingkat infeksi nosokomial tertinggi yaitu 19,2%, sementara negara-negara maju seperti Amerika Serikat melaporkan tingkat yang jauh lebih rendah yaitu 3,2% (Ling, Apisarnthanarak and Madriaga, 2015; Magill *et al.*, 2018). Di wilayah Eropa, data dari *European Centre for Disease Prevention and Control* (ECDC) menunjukkan bahwa 15,6% pasien ICU yang dirawat lebih dari dua hari mengalami setidaknya satu infeksi nosokomial (Khavandegar *et al.*, 2025).

Jenis infeksi nosokomial yang paling sering terjadi di ICU dapat dikategorikan berdasarkan lokasi dan mekanisme transmisi (Busl, 2017). VAP merupakan infeksi yang paling prevalens, terjadi pada 51% pasien ICU dengan tingkat insiden yang bervariasi dari 1,1 per 1.000 hari ventilator di negara maju hingga 44,3 per 1.000 hari ventilator di beberapa negara berkembang (Alagna *et al.*, 2023). *Central line-associated bloodstream infection* (CLABSI) menempati urutan kedua dengan tingkat insiden berkisar 0,8-12,2 per 1.000 hari kateter sentral (Harrington *et al.*, 2024; Alomari *et al.*, 2025).

Spektrum mikroorganisme penyebab infeksi nosokomial di ICU didominasi oleh bakteri gram negatif, terutama kelompok ESKAPE pathogens (*Enterococcus faecium*,

Staphylococcus aureus, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Enterobacter species*) (Maraki *et al.*, 2025). Yang memprihatinkan adalah tingginya tingkat resistensi antimikroba pada patogen-patogen ini, dengan 85% isolat *Acinetobacter baumannii* resisten terhadap karbapenem dan 30% *Pseudomonas aeruginosa* resisten karbapenem (Boutzoukas and Doi, 2025).

Tabel 1. Prevalensi Infeksi Nosokomial di ICU Berdasarkan Wilayah Geografis.

Wilayah/Negara	Tingkat Infeksi Nosokomial (%)	Sumber Data
Indonesia	19,2	PMC5329718
Pakistan	17,5	TPMJ 2024
Ekuador	12,7	PMC6481264
Turki	12,8	PMC10407457
India	9,1	PMC10407457
Global (Negara Berkembang)	15,0	ECDC 2021
Eropa (EU/EEA)	15,6	ECDC 2021
Amerika Serikat (NHSN)	3,2	CDC/NHSN
Global (Negara Maju)	7,0	ECDC 2021

Tabel ini menunjukkan variasi tingkat prevalensi infeksi nosokomial di ICU antar negara dan wilayah geografis (Pradhan, Bhat and Ghadage, 2014; Salgado Yopez *et al.*, 2017; “Healthcare-associated infections acquired in intensive care units - Annual epidemiological report 2021,” 2021a; Listiowati *et al.*, 2023; Huma Iqbal Choudhry *et al.*, 2024). Indonesia memiliki tingkat tertinggi (19,2%), menunjukkan perlunya peningkatan program pencegahan dan pengendalian infeksi yang komprehensif dibandingkan negara maju seperti Amerika Serikat (3,2%) (Magill *et al.*, 2018; Mawo and Molenaar, 2025).

Tabel 2. Tingkat Insiden Infeksi Terkait Alat per 1.000 Hari Alat.

Wilayah/Negara	VAP per 1.000 Hari Ventilator	CLABSI per 1.000 Hari CVC	CAUTI per 1.000 Hari UC	Sumber Data
Indonesia	23,9	12,2	12,2	(Wardoyo <i>et al.</i> , 2018)
Ekuador	44,3	6,5	5,7	(Salgado Yopez <i>et al.</i> , 2017)
Turki	13,4	10,6	2,1	(HekiMoğlu <i>et al.</i> , 2022)
Eropa (EU/EEA)	8,9	5,9	3,6	(“Healthcare-associated infections acquired in intensive care units - Annual epidemiological report 2021,” 2021b)
Amerika Serikat	1,1	0,8	1,3	(“Bloodstream Infections,” 2025; “NHSN Patient Safety Component Manual,” 2025)
Global (Negara Berkembang)	16,5	4,9	5,3	(Kanj <i>et al.</i> , 2012)

Tabel ini menampilkan tingkat insiden spesifik untuk tiga jenis infeksi terkait alat yang paling sering terjadi di ICU. Data menunjukkan disparitas yang besar antara negara berkembang dan maju, dengan Ekuador memiliki tingkat VAP tertinggi (44,3 per 1.000 hari ventilator) sementara Amerika Serikat memiliki tingkat terendah untuk semua kategori infeksi (Rosenthal *et al.*, 2016).

Tabel 3. Mikroorganisme Penyebab Infeksi Nosokomial di ICU dan Tingkat Resistensi.

Mikroorganisme	Lokasi Infeksi Tersering	Antibiotik	Tingkat Resistensi (%)	Sumber Data
Acinetobacter baumannii	Pneumonia, Bakteremia	Karbapenem	85	(Jiang <i>et al.</i> , 2022; Itani <i>et al.</i> , 2023)
Pseudomonas aeruginosa	Pneumonia	Karbapenem	30	(Jiang <i>et al.</i> , 2022; Boutzoukas and Doi, 2025)
Klebsiella pneumoniae	UTI, Bakteremia	Karbapenem	12	(Kerimoglu, Catak and Kilinc, 2025)
Staphylococcus aureus (MRSA)	Bakteremia, SSI	Oksasilin	15	(Bandić Pavlović <i>et al.</i> , 2024)
Enterococcus (VRE)	spp UTI, Bakteremia	Glikopeptida	7	(Wei <i>et al.</i> , 2016; Bandić Pavlović <i>et al.</i> , 2024)
Escherichia coli (ESBL)	UTI	Sefalosporin-3	25	(Bandić Pavlović <i>et al.</i> , 2024)

Tabel ini menunjukkan profil mikroorganisme patogen utama di ICU beserta pola resistensi antimikrobanya. *Acinetobacter baumannii* menunjukkan tingkat resistensi karbapenem yang sangat tinggi (85%), menandakan tantangan serius dalam penatalaksanaan infeksi dan perlunya strategi antimicrobial stewardship yang ketat (Nguyen and Joshi, 2021; Quyen *et al.*, 2025).

Faktor Risiko dan Patogenesis

Faktor risiko infeksi nosokomial di ICU dapat dibagi menjadi faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor risiko intrinsik berkaitan dengan kondisi klinis pasien yang tidak dapat dimodifikasi, termasuk usia lanjut, kondisi immunosupresi, keparahan penyakit yang tinggi, dan malnutrisi (Ferreira *et al.*, 2017; Stewart *et al.*, 2021). Pasien dengan *multiple organ dysfunction syndrome* (MODS) memiliki risiko yang lebih tinggi karena gangguan barrier mukosa dan kulit, serta disfungsi sistem imun (“Maintaining immune barriers,” 2025).

Faktor risiko ekstrinsik berkaitan dengan intervensi medis dan lingkungan ICU yang dapat dimodifikasi (Ferreira *et al.*, 2017). Penggunaan alat invasif merupakan faktor risiko utama, dengan tingkat risiko yang berbeda-beda (Hixson *et al.*, 2024). Intubasi dan ventilasi mekanik meningkatkan risiko VAP melalui bypass mekanisme pertahanan natural saluran napas atas dan aspirasi sekret yang terkontaminasi (Robba *et al.*, 2020; Coelho *et al.*, 2023). *Central venous catheter* (CVC) memfasilitasi terjadinya CLABSI melalui kontaminasi extraluminal dari kulit dan kontaminasi intraluminal dari hub kateter (O’Grady, 2023).

Penggunaan antibiotik spektrum luas dan durasi pemberian yang panjang merupakan faktor risiko untuk kolonisasi dan infeksi MDRO. *Selective pressure* dari antibiotik menyeleksi mikroorganisme resisten dan mengganggu flora normal yang berperan sebagai kolonisasi resistance (Póvoa, Ramirez and Blot, 2024). Kepatuhan terhadap *hand hygiene* yang rendah

juga berkontribusi signifikan, dengan rata-rata kepatuhan dokter 19-37% dan perawat 35-48% (Neo *et al.*, 2016; Bredin *et al.*, 2022).

Dampak Klinis dan Ekonomi

Infeksi nosokomial di ICU berdampak signifikan terhadap outcomes klinis pasien (Lanaghan and Stenhouse, 2024). Mortalitas yang dapat diatribusikan kepada infeksi nosokomial bervariasi tergantung jenis infeksi dan patogen penyebab (Adrie *et al.*, 2017). CLABSI memiliki excess mortality rate tertinggi yaitu 30,9%, diikuti oleh *catheter-associated urinary tract infection* (CAUTI) sebesar 17,6% dan VAP sebesar 14,5%.¹² Infeksi yang disebabkan MDRO memiliki mortalitas yang lebih tinggi lagi, mencapai 38,8% (Falcone *et al.*, 2023; Berteau *et al.*, 2025).

Selain mortalitas, infeksi nosokomial menyebabkan morbiditas yang signifikan melalui perpanjangan lama rawat inap. Kelebihan lama tinggal bervariasi dari 4,8 hari untuk VAP hingga 9,2 hari untuk CAUTI (Landelle *et al.*, 2018). Beban ekonomi infeksi nosokomial di ICU sangat substantial, dengan estimasi biaya tambahan per episode infeksi nosokomial berkisar dari \$15.000-\$40.000, tergantung jenis infeksi dan kompleksitas penanganan (Cabrera-Tejada *et al.*, 2023; Yu, Jung and Ai, 2023; Kelly *et al.*, 2024).

Tabel 4. Dampak Klinis dan Ekonomi Infeksi Nosokomial di ICU.

Jenis Infeksi	Tingkat Mortalitas (%)	Perpanjangan Lama Rawat (Hari)	Estimasi Biaya Tambahan (USD)	Sumber Data
CLABSI	30,9	7,4	25.000-40.000	(O'Grady, 2023; Yu, Jung and Ai, 2023)
CAUTI	17,6	9,2	15.000-25.000	(Kelly <i>et al.</i> , 2024; Howroyd <i>et al.</i> , 2025)
VAP	14,5	4,8	20.000-35.000	(Rosenthal <i>et al.</i> , 2011; Melsen <i>et al.</i> , 2013)
Infeksi MDRO	38,8	Tidak tersedia	35.000-50.000	(Nelson <i>et al.</i> , 2021)
Keseluruhan HAI	10,0	Tidak tersedia	15.000-40.000	(Manoukian <i>et al.</i> , 2021; Khavandegar <i>et al.</i> , 2025)

Tabel ini mengilustrasikan burden yang signifikan dari infeksi nosokomial dalam hal mortalitas, morbiditas, dan biaya ekonomi. Infeksi MDRO memiliki mortalitas tertinggi (38,8%), sementara CAUTI menyebabkan perpanjangan rawat inap terlama (9,2 hari). Beban ekonomi yang substantial ini menekankan pentingnya investasi dalam program pencegahan infeksi (Salgado Yopez *et al.*, 2017; Falcone *et al.*, 2023; Wp, Norhidayah and Ar, 2025).

Strategi Pencegahan dan Pengendalian

Pendekatan bundel merupakan strategi berbasis bukti yang menggabungkan beberapa intervensi sederhana yang ketika diterapkan secara bersamaan dapat meningkatkan luaran klinis secara signifikan (Lavallée *et al.*, 2017; Goldman *et al.*, 2021). Bundel pencegahan pneumonia terkait ventilator (VAP) mencakup peninggian kepala tempat tidur 30-45 derajat,

penghentian sedasi harian dan penilaian untuk penyapihan ventilator, perawatan mulut dengan klorheksidin, profilaksis penyakit ulkus peptikum, dan pencegahan trombosis vena dalam (Fried *et al.*, 2016; Okgün Alcan, Demir Korkmaz and Uyar, 2016).

Bundel pencegahan CLABSI terdiri dari bundel pemasangan dan bundel perawatan. Bundel pemasangan meliputi kebersihan tangan, tindakan pencegahan steril maksimal, antisepsis kulit dengan klorheksidin, pemilihan lokasi kateter yang optimal, dan pelepasan segera ketika tidak diperlukan lagi (Ista *et al.*, 2016; Rosenthal, Memish, Shweta, *et al.*, 2025). Bundel perawatan mencakup kebersihan tangan, pembersihan sambungan kateter, desinfeksi port sebelum akses, evaluasi harian untuk pelepasan kateter, dan perawatan balutan yang tepat (Tripathi *et al.*, 2023).

Kebersihan tangan tetap menjadi landasan utama pencegahan infeksi nosokomial karena 80% infeksi ditularkan melalui tangan (Lotfinejad *et al.*, 2021; Boyce, 2023). Lima Momen Kebersihan Tangan WHO menyediakan kerangka kerja yang jelas: sebelum menyentuh pasien, sebelum tindakan bersih/aseptik, setelah berisiko terpapar cairan tubuh, setelah menyentuh pasien, dan setelah menyentuh lingkungan sekitar pasien (Stuart *et al.*, 2025). Antiseptik tangan berbasis alkohol merupakan baku emas untuk kebersihan tangan ketika tangan tidak terlihat kotor.

Program penatalaksanaan antimikroba merupakan pendekatan multidisiplin untuk mengoptimalkan penggunaan antibiotik yang tepat dalam hal indikasi, pemilihan jenis obat, dosis, jalur pemberian, dan durasi terapi (Santibañez, Rincon-Ponte and Perez, 2025). Komponen kunci program penatalaksanaan antimikroba di ICU meliputi audit prospektif dengan umpan balik, pembatasan formularium dan praotorisasi, terapi de-eskalasi berdasarkan hasil kultur dan uji kepekaan, perintah penghentian otomatis, optimalisasi dosis, dan konversi pemberian intravena menjadi oral (Pickens and Wunderink, 2019; Mokrani *et al.*, 2023).

Tabel 5. Komponen Bundle Pencegahan Infeksi Nosokomial di ICU.

Jenis Bundle	Komponen	Level Evidens	Sumber Data
VAP Prevention Bundle	Elevasi kepala 30-45°	A	(Mastrogianni <i>et al.</i> , 2023; Fiatun, I Komang Widarma Atmaja, and Ni Luh Kompiang Ariani, 2024)
VAP Prevention Bundle	Daily sedation vacation	A	(Martinez-Reviejo <i>et al.</i> , 2023)
VAP Prevention Bundle	Oral care dengan klorheksidin	A	(Kassab <i>et al.</i> , 2023)
VAP Prevention Bundle	Profilaksis ulkus peptikum	B	(Mastrogianni <i>et al.</i> , 2023)
VAP Prevention Bundle	Profilaksis trombosis vena dalam	A	(Mastrogianni <i>et al.</i> , 2023)

CLABSI Prevention Bundle	Hand hygiene	A	(Martinez-Reviejo <i>et al.</i> , 2023; Trifianingsih, Ivana and Hawini, 2024)
CLABSI Prevention Bundle	Maximal sterile barrier precautions	A	(Pramesti and Niam, 2025)
CLABSI Prevention Bundle	Antisepsis kulit klorheksidin	A	(Trifianingsih, Ivana and Hawini, 2024; Pramesti and Niam, 2025)
CLABSI Prevention Bundle	Pemilihan lokasi optimal	A	(Rosenthal, Yin, <i>et al.</i> , 2025)
CLABSI Prevention Bundle	Evaluasi harian untuk pelepasan	A	(Rosenthal, Memish, Shweta, <i>et al.</i> , 2025; Rosenthal, Yin, <i>et al.</i> , 2025)
CAUTI Prevention Bundle	Indikasi yang tepat	A	(Schweiger <i>et al.</i> , 2020; Chambers and Lee, 2023)
CAUTI Prevention Bundle	Teknik insersi aseptik	A	(Schweiger <i>et al.</i> , 2020; Rosenthal, Memish, Nicastrì, <i>et al.</i> , 2025)
CAUTI Prevention Bundle	Perawatan kateter yang tepat	B	(Gray, Rachakonda and Karnon, 2023; Al-Sulami, 2025)
CAUTI Prevention Bundle	Evaluasi harian untuk pelepasan	A	(Schweiger <i>et al.</i> , 2020; Gray, Rachakonda and Karnon, 2023; Whitaker <i>et al.</i> , 2023)

Tabel ini menyajikan komponen-komponen evidence-based dari bundle pencegahan untuk tiga jenis infeksi terkait alat utama di ICU. Mayoritas komponen memiliki level evidens A, menunjukkan kekuatan rekomendasi yang tinggi berdasarkan hasil uji klinis randomized controlled trials yang berkualitas baik (Jüni *et al.*, 2025).

Monitoring dan Evaluasi Program

Sistem surveilans yang kuat merupakan landasan program pencegahan dan pengendalian infeksi yang efektif. Surveilans berbasis ICU harus menggunakan definisi yang terstandar untuk memastikan konsistensi dan daya banding data. Indikator kinerja utama untuk surveilans meliputi tingkat infeksi terkait alat (tingkat VAP per 1.000 hari ventilator, tingkat CLABSI per 1.000 hari kateter sentral, tingkat CAUTI per 1.000 hari kateter urin), rasio pemanfaatan alat, dan pola resistensi antimikroba (Shenoy and Branch-Elliman, 2023).

Indikator proses mengukur kepatuhan terhadap praktik berbasis bukti dan mencerminkan kualitas implementasi program pencegahan. Tingkat kepatuhan bundel, tingkat kepatuhan kebersihan tangan, dan ketepatan peresapan antimikroba merupakan indikator proses yang penting untuk memantau efektivitas program (Tartari *et al.*, 2021; Abraao *et al.*, 2022).

Tabel 6. Indikator Kinerja Program Pencegahan dan Pengendalian Infeksi.

Kategori Indikator	Indikator	Target	Frekuensi Monitoring	Sumber Data
Indikator Proses	Kepatuhan bundle VAP (%)	≥95%	Bulanan	(Kerridge <i>et al.</i> , 2011; Hassan and Elsaman, 2022; Tripathi <i>et al.</i> , 2023)
Indikator Proses	Kepatuhan bundle CLABSI (%)	≥95%	Bulanan	(Alqalah, 2024; Obama <i>et al.</i> , 2025; Samanta <i>et al.</i> , 2025)
Indikator Proses	Kepatuhan hand hygiene (%)	≥90%	Mingguan	(Hassan and Elsaman, 2022)
Indikator Proses	Ketepatan penggunaan antibiotik (%)	≥80%	Bulanan	(Santibañez, Rincon-Ponte and Perez, 2025)
Indikator Outcome	Tingkat infeksi VAP per 1.000 hari ventilator	<2,0	Bulanan	(Hassan and Elsaman, 2022; Leong <i>et al.</i> , 2024)
Indikator Outcome	Tingkat infeksi CLABSI per 1.000 hari CVC	<1,0	Bulanan	(Alqalah, 2024)
Indikator Outcome	Tingkat infeksi CAUTI per 1.000 hari UC	<2,0	Bulanan	(Abraao <i>et al.</i> , 2022)
Indikator Outcome	Tingkat resistensi antimikroba (%)	Menurun dari baseline	Triwulanan	(Lim <i>et al.</i> , 2024)

Tabel ini memberikan framework untuk monitoring dan evaluasi program pencegahan dan pengendalian infeksi di ICU. Indikator proses mengukur kepatuhan terhadap best practices, sementara indikator outcome mengukur efektivitas program. Target yang ditetapkan berdasarkan benchmark internasional dan dapat disesuaikan dengan kondisi lokal.

4. KESIMPULAN

Infeksi nosokomial di unit perawatan intensif merupakan tantangan kompleks yang memerlukan pendekatan multidisiplin dan berkelanjutan. Tingginya tingkat infeksi nosokomial di Indonesia dibandingkan negara maju menunjukkan perlunya peningkatan kualitas program pencegahan dan pengendalian infeksi yang komprehensif dan berbasis bukti. Implementasi pendekatan bundel yang konsisten, peningkatan kepatuhan kebersihan tangan, program penatalaksanaan antimikroba yang kuat, dan sistem surveilans yang efektif merupakan strategi kunci yang telah terbukti efektif mengurangi tingkat infeksi nosokomial. Keberhasilan program pencegahan dan pengendalian infeksi memerlukan komitmen kepemimpinan yang kuat, sumber daya yang memadai, dan budaya keselamatan yang melibatkan seluruh tim tenaga kesehatan. Program yang efektif memerlukan kerja sama multidisiplin untuk mencapai tujuan nol infeksi yang dapat dicegah dan memberikan pelayanan yang aman dan berkualitas tinggi untuk pasien kritis di ICU.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraao, L.M., et al. (2022). Infection prevention and control program assessment tools: A comparative study. *American Journal of Infection Control*, 50(10), 1162-1170. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2022.01.020>
- Adrie, C., et al. (2017). Attributable mortality of ICU-acquired bloodstream infections: Impact of the source, causative micro-organism, resistance profile and antimicrobial therapy. *Journal of Infection*, 74(2), 131-141. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2016.11.001>
- Alagna, L., et al. (2023). Comparison of multiple definitions for ventilator-associated pneumonia in patients requiring mechanical ventilation for non-pulmonary conditions: Preliminary data from PULMIVAP, an Italian multi-centre cohort study. *Journal of Hospital Infection*, 140, 90-95. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2023.07.023>
- Ali, M., et al. (2019). Rational use of antibiotics in an intensive care unit: A retrospective study of the impact on clinical outcomes and mortality rate. *Infection and Drug Resistance*, 12, 493-499. <https://doi.org/10.2147/IDR.S187836>
- Alomari, S., et al. (2025). Central line-associated bloodstream infections (CLABSI) in critical care: Understanding incidence and risk factors in Palestine. *BMC Infectious Diseases*, 25(1), 463. <https://doi.org/10.1186/s12879-025-10855-0>
- Alqalah, T.A.H. (2024). Mitigating risks in central line-associated bloodstream infection: A comprehensive insight into critical care nurses' knowledge, attitudes, barriers, and compliance. *BMC Nursing*, 23(1), 497. <https://doi.org/10.1186/s12912-024-02168-5>
- Al-Sulami, A. (2025). Evaluating the outcomes of evidence-based catheter care bundles on reducing CAUTIs. *Journal of Patient Care and Nursing Practice*, 2(1), 28-31. <https://doi.org/10.33545/30789087.2025.v2.i1.A.9>
- Bandić Pavlović, D., et al. (2024). Multidrug-resistant bacteria in surgical intensive care units: Antibiotic susceptibility and β -lactamase characterization. *Pathogens*, 13(5), 411. <https://doi.org/10.3390/pathogens13050411>
- Barrasa-Villar, J.I., et al. (2017). Impact on morbidity, mortality, and length of stay of hospital-acquired infections by resistant microorganisms. *Clinical Infectious Diseases*, 65(4), 644-652. <https://doi.org/10.1093/cid/cix411>
- Berteau, F., et al. (2025). Epidemiology and prediction of non-targeted bacteria by the filmarray pneumonia plus panel in culture-positive ventilator-associated pneumonia: A retrospective multicentre analysis. *Annals of Intensive Care*, 15(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s13613-025-01468-6>
- Blot, S., et al. (2022). Healthcare-associated infections in adult intensive care unit patients: Changes in epidemiology, diagnosis, prevention, and contributions of new technologies. *Intensive and Critical Care Nursing*, 70, 103227. <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2022.103227>
- Boutzoukas, A., & Doi, Y. (2025). The global epidemiology of carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii*. *JAC-Antimicrobial Resistance*, 7(4), dlaf134. <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlaf134>
- Boyce, J.M. (2023). Current issues in hand hygiene. *American Journal of Infection Control*, 51(11), A35-A43. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2023.02.003>

- Bredin, D., et al. (2022). Hand hygiene compliance by direct observation in physicians and nurses: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Hospital Infection*, 130, 20-33. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2022.08.013>
- Busl, K.M. (2017). Nosocomial infections in the neurointensive care unit. *Neurologic Clinics*, 35(4), 785-807. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2017.06.012>
- Cabrera-Tejada, G.G., et al. (2023). Estimation of additional costs in patients with ventilator-associated pneumonia. *Antibiotics*, 13(1), 2. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13010002>
- Chambers, N.E., & Lee, J. (2023). Implementation of a catheter-associated urinary tract prevention bundle in a medical-neurological intensive care unit. *American Journal of Infection Control*, 51(7), S52-S53. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2023.04.108>
- Coelho, L., et al. (2023). Airway and respiratory devices in the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Medicina*, 59(2), 199. <https://doi.org/10.3390/medicina59020199>
- Despotovic, A., et al. (2020). Hospital-acquired infections in the adult intensive care unit: Epidemiology, antimicrobial resistance patterns, and risk factors for acquisition and mortality. *American Journal of Infection Control*, 48(10), 1211-1215. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.01.009>
- Ellsworth, M., & Ostrosky-Zeichner, L. (Eds.). (2024). *Infection prevention in the intensive care setting*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-67062-6>
- Falcone, M., et al. (2023). Mortality attributable to bloodstream infections caused by different carbapenem-resistant gram-negative bacilli: Results from a nationwide study in Italy (ALARICO Network). *Clinical Infectious Diseases*, 76(12), 2059-2069. <https://doi.org/10.1093/cid/ciad100>
- Ferreira, E., et al. (2017). Risk factors for healthcare-associated infections: From better knowledge to better prevention. *American Journal of Infection Control*, 45(10), e103-e107. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.03.036>
- Fiatun, F.D., I Komang Widarma Atmaja, & Ni Luh Kompiang Ariani. (2024). Implementation of the ventilator-associated pneumonia bundle in the intensive care unit. *Nursing and Health Sciences Journal (NHSJ)*, 4(3), 269-273. <https://doi.org/10.53713/nhsj.v4i3.379>
- Fried, H.I., et al. (2016). The insertion and management of external ventricular drains: An evidence-based consensus statement: A statement for healthcare professionals from the Neurocritical Care Society. *Neurocritical Care*, 24(1), 61-81. <https://doi.org/10.1007/s12028-015-0224-8>
- Goldman, J., et al. (2021). Implementation of a central-line bundle: A qualitative study of three clinical units. *Implementation Science Communications*, 2(1), 105. <https://doi.org/10.1186/s43058-021-00204-y>
- Gray, J., Rachakonda, A., & Karnon, J. (2023). Pragmatic review of interventions to prevent catheter-associated urinary tract infections (CAUTIs) in adult inpatients. *Journal of Hospital Infection*, 136, 55-74. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2023.03.020>
- Harrington, E.M., et al. (2024). Descriptive epidemiology of central line-associated bloodstream infections at an academic medical center in Iowa, 2019-2022. *American Journal of Infection Control*, 52(4), 436-442. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2023.09.021>

- Hassan, E.A., & Elsaman, S.E.A. (2022). Relationship between ventilator bundle compliance and the occurrence of ventilator-associated events: A prospective cohort study. *BMC Nursing*, 21(1), 207. <https://doi.org/10.1186/s12912-022-00997-w>
- Healthcare-associated infections acquired in intensive care units - Annual epidemiological report 2021* (2021a).
- Healthcare-associated infections acquired in intensive care units - Annual epidemiological report 2021* (2021b).
- HekiMoğlu, C.H., et al. (2022). Standardized infection ratio: Can we still reliably use the national invasive device-associated infection models in intensive care units in Turkey? *Türkiye Halk Sağlığı Dergisi*, 20(2), 177-185. <https://doi.org/10.20518/tjph.989565>
- Hixson, R., et al. (2024). Device associated complications in the intensive care unit. *BMJ*, e077318. <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-077318>
- Howroyd, F., et al. (2025). Ventilator-associated pneumonia: Mechanisms, an appraisal of current therapies, and the role for inhaled antibiotics in prevention and treatment. *Respiratory Medicine*, 247, 108275. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2025.108275>
- Huma Iqbal Choudhry, et al. (2024). To compare the frequency of ventilator-associated pneumonia among mechanically ventilated patients with four-hourly chlorhexidine mouthwash VS six-hourly chlorhexidine mouthwash. *The Professional Medical Journal*, 31(08), 1195-1199. <https://doi.org/10.29309/TPMJ/2024.31.08.8182>
- Ista, E., et al. (2016). Effectiveness of insertion and maintenance bundles to prevent central-line-associated bloodstream infections in critically ill patients of all ages: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, 16(6), 724-734. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(15\)00409-0](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(15)00409-0)
- Itani, R., et al. (2023). Acinetobacter baumannii: Assessing susceptibility patterns, management practices, and mortality predictors in a tertiary teaching hospital in Lebanon. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 12(1), 136. <https://doi.org/10.1186/s13756-023-01343-8>
- Jiang, Y., et al. (2022). Carbapenem-resistant Acinetobacter baumannii: A challenge in the intensive care unit. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1045206. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1045206>
- Jüni, P., et al. (2025). 2024 revision of the level of evidence grading system for ESC clinical practice guideline recommendations I: Therapy and prevention. *European Heart Journal*, 46(20), 1885-1894. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaf009>
- Kanj, S., et al. (2012). International nosocomial infection control consortium findings of device-associated infections rate in an intensive care unit of a Lebanese university hospital. *Journal of Global Infectious Diseases*, 4(1), 15. <https://doi.org/10.4103/0974-777X.93755>
- Kassab, C., et al. (2023). Improving compliance with lung protective strategies for patients on invasive mechanical ventilation in the medical intensive care unit. *CHEST*, 164(4), A3872. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2023.07.2523>
- Kelly, T., et al. (2024). Catheter-associated urinary tract infections (CAUTIs) and non-CAUTI hospital-onset urinary tract infections: Relative burden, cost, outcomes, and related hospital-onset bacteremia and fungemia infections. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 45(7), 864-871. <https://doi.org/10.1017/ice.2024.26>

- Kerimoglu, E., Catak, T., & Kilinc, A. (2025). Evaluation of infections caused by carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, and *Klebsiella pneumoniae* in an intensive care unit: A retrospective study. *Antibiotics*, 14(7), 700. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14070700>
- Kerridge, J., et al. (2011). Compliance with bundle for prevention of ventilator-associated pneumonias: Things are not what they seem. *American Journal of Infection Control*, 39(5), E145-E146. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2011.04.248>
- Khan, H.A., Baig, F.K., & Mehboob, R. (2017). Nosocomial infections: Epidemiology, prevention, control, and surveillance. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(5), 478-482. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2017.01.019>
- Khavandegar, A., et al. (2025). Impact of healthcare-associated infections on in-hospital outcomes during the COVID-19 era: A multicenter comparative study of 20,942 isolated microorganisms from ICU patients. *Frontiers in Public Health*, 13, 1475221. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1475221>
- Lanaghan, F., & Stenhouse, P. (2024). Nosocomial infections in the intensive care unit. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 25(10), 652-656. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2024.07.003>
- Landelle, C., et al. (2018). Impact of a multifaceted prevention program on ventilator-associated pneumonia including selective oropharyngeal decontamination. *Intensive Care Medicine*, 44(11), 1777-1786. <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5227-4>
- Lavallée, J.F., et al. (2017). The effects of care bundles on patient outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Implementation Science*, 12(1), 142. <https://doi.org/10.1186/s13012-017-0670-0>
- Leong, Y.H., et al. (2024). Compliance to ventilator care bundles and its association with ventilator-associated pneumonia. *Anesthesiology and Perioperative Science*, 2(2), 20. <https://doi.org/10.1007/s44254-024-00059-1>
- Lim, L., et al. (2024). Antimicrobial-resistant central line-associated bloodstream infections in adult intensive care units: Findings from an Australian surveillance network, 2011-2022. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 45(12), 1378-1384. <https://doi.org/10.1017/ice.2024.132>
- Ling, M.L., Apisarnthanarak, A., & Madriaga, G. (2015). The burden of healthcare-associated infections in Southeast Asia: A systematic literature review and meta-analysis. *Clinical Infectious Diseases*, 60(11), 1690-1699. <https://doi.org/10.1093/cid/civ095>
- Listiowati, E., et al. (2023). Evaluating infection prevention and control structure of Indonesian COVID-19 referral hospitals. *Jambá Journal of Disaster Risk Studies*, 15(1). <https://doi.org/10.4102/jamba.v15i1.1466>
- Lotfinejad, N., et al. (2021). Hand hygiene in healthcare: 20 years of ongoing advances and perspectives. *The Lancet Infectious Diseases*, 21(8), e209-e221. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00383-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00383-2)
- Magill, S.S., et al. (2018). Changes in prevalence of healthcare-associated infections in U.S. hospitals. *New England Journal of Medicine*, 379(18), 1732-1744. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1801550>
- Maintaining immune barriers (2025). *Nature Immunology*, 26(7), 977. <https://doi.org/10.1038/s41590-025-02222-7>

- Manoukian, S., et al. (2021). Bed-days and costs associated with the inpatient burden of healthcare-associated infection in the UK. *Journal of Hospital Infection*, 114, 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.12.027>
- Maraki, S., et al. (2025). The evolving epidemiology of antimicrobial resistance of ESKAPE pathogens isolated in the intensive care unit of a Greek university hospital. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 112(3), 116804. <https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2025.116804>
- Martinez-Reviejo, R., et al. (2023). Prevention of ventilator-associated pneumonia through care bundles: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Intensive Medicine*, 3(4), 352-364. <https://doi.org/10.1016/j.jointm.2023.04.004>
- Mastrogianni, M., et al. (2023). The impact of care bundles on ventilator-associated pneumonia (VAP) prevention in adult ICUs: A systematic review. *Antibiotics*, 12(2), 227. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020227>
- Mawo, F.H.M., & Molenaar, E.R. (2025). Strategi pencegahan dan pengendalian infeksi nosokomial: Literatur review. *Jurnal Publikasi Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 12(1), 39. <https://doi.org/10.20527/jpkmi.v12i1.22009>
- Melsen, W.G., et al. (2013). Attributable mortality of ventilator-associated pneumonia: A meta-analysis of individual patient data from randomised prevention studies. *The Lancet Infectious Diseases*, 13(8), 665-671. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70081-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70081-1)
- Mokrani, D., et al. (2023). Antibiotic stewardship in the ICU: Time to shift into overdrive. *Annals of Intensive Care*, 13(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s13613-023-01134-9>
- Nelson, R.E., et al. (2021). National estimates of healthcare costs associated with multidrug-resistant bacterial infections among hospitalized patients in the United States. *Clinical Infectious Diseases*, 72(Supplement_1), S17-S26. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1581>
- Neo, J.R.J., et al. (2016). Evidence-based practices to increase hand hygiene compliance in health care facilities: An integrated review. *American Journal of Infection Control*, 44(6), 691-704. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.11.034>
- Nguyen, M., & Joshi, S.G. (2021). Carbapenem resistance in *Acinetobacter baumannii*, and their importance in hospital-acquired infections: A scientific review. *Journal of Applied Microbiology*, 131(6), 2715-2738. <https://doi.org/10.1111/jam.15130>
- NHSN Patient Safety Component Manual (2025).
- Obama, B.M., et al. (2025). Digitalised measures for the prevention of central line-associated bloodstream infections: A scoping review. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 14(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s13756-025-01549-y>
- O'Grady, N.P. (2023). Prevention of central line-associated bloodstream infections. *New England Journal of Medicine*, 389(12), 1121-1131. <https://doi.org/10.1056/NEJMr2213296>
- Okgün Alcan, A., Demir Korkmaz, F., & Uyar, M. (2016). Prevention of ventilator-associated pneumonia: Use of the care bundle approach. *American Journal of Infection Control*, 44(10), e173-e176. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.04.237>
- Pickens, C.I., & Wunderink, R.G. (2019). Principles and practice of antibiotic stewardship in the ICU. *Chest*, 156(1), 163-171. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.01.013>

- Póvoa, P., Ramirez, P., & Blot, S. (2024). Decolonization strategies against multidrug-resistant organisms in the ICU. *Intensive Care Medicine*, 50(4), 577-579. <https://doi.org/10.1007/s00134-024-07360-4>
- Pradhan, N.P., Bhat, S.M., & Ghadage, D.P. (2014). Nosocomial infections in the medical ICU: A retrospective study highlighting their prevalence, microbiological profile, and impact on ICU stay and mortality. *The Journal of the Association of Physicians of India*, 62(10), 18-21.
- Pramesti, L.A., & Niam, S. (2025). Mikroorganisme penyebab infeksi nosokomial dan faktor risiko pada pasien intensive care: Tinjauan literatur dan implikasinya dalam perawatan klinis. *PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(1), 2246-2256. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v9i1.44322>
- Quyen, T.L.T., et al. (2025). Molecular epidemiology of carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* group in Taiwan. *mSphere*, 10(1), e00793-24. <https://doi.org/10.1128/msphere.00793-24>
- Raoofi, S., et al. (2023). Global prevalence of nosocomial infection: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 18(1), e0274248. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274248>
- Robba, C., et al. (2020). Incidence, risk factors, and effects on outcome of ventilator-associated pneumonia in patients with traumatic brain injury. *Chest*, 158(6), 2292-2303. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.06.064>
- Rosenthal, V.D., et al. (2011). Time-dependent analysis of extra length of stay and mortality due to ventilator-associated pneumonia in intensive-care units of ten limited-resources countries: Findings of the International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC). *Epidemiology and Infection*, 139(11), 1757-1763. <https://doi.org/10.1017/S0950268811000094>
- Rosenthal, V.D., et al. (2016). International Nosocomial Infection Control Consortium report, data summary of 50 countries for 2010-2015: Device-associated module. *American Journal of Infection Control*, 44(12), 1495-1504. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.08.007>
- Rosenthal, V.D., Memish, Z.A., Nicastrì, E., et al. (2025). Preventing catheter-associated urinary tract infections: A position paper of the International Society for Infectious Diseases, 2024 update. *International Journal of Infectious Diseases*, 151, 107304. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2024.107304>
- Rosenthal, V.D., Memish, Z.A., Shweta, F., et al. (2025). Preventing central line-associated bloodstream infections: A position paper of the International Society for Infectious Diseases, 2024 update. *International Journal of Infectious Diseases*, 150, 107290. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2024.107290>
- Rosenthal, V.D., Yin, R., et al. (2025). Multicenter, multinational, prospective cohort study of the impact of chlorhexidine impregnated versus plain central lines on central line-associated bloodstream infections. *American Journal of Infection Control*, 53(8), 862-868. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2025.03.002>
- Salgado Yopez, E., et al. (2017). Device-associated infection rates, mortality, length of stay and bacterial resistance in intensive care units in Ecuador: International Nosocomial Infection Control Consortium's findings. *World Journal of Biological Chemistry*, 8(1), 95. <https://doi.org/10.4331/wjbc.v8.i1.95>

- Samanta, P., et al. (2025). A quality improvement initiative to reduce central line-associated bloodstream infection rates in the polytrauma intensive care unit of a tertiary care trauma hospital in India. *Infection Prevention in Practice*, 100478. <https://doi.org/10.1016/j.infpip.2025.100478>
- Santibañez, M., Rincon-Ponte, A.M., & Perez, G.S. (2025). Antimicrobial stewardship principles for critically ill patients. *AACN Advanced Critical Care*, 36(1), 5-13. <https://doi.org/10.4037/aacnacc2025715>
- Schweiger, A., et al. (2020). Impact of an evidence-based intervention on urinary catheter utilization, associated process indicators, and infectious and non-infectious outcomes. *Journal of Hospital Infection*, 106(2), 364-371. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.07.002>
- Shenoy, E.S., & Branch-Elliman, W. (2023). Automating surveillance for healthcare-associated infections: Rationale and current realities (Part I/III). *Antimicrobial Stewardship & Healthcare Epidemiology*, 3(1), e25. <https://doi.org/10.1017/ash.2022.312>
- Stewart, S., et al. (2021). Personalized infection prevention and control: Identifying patients at risk of healthcare-associated infection. *Journal of Hospital Infection*, 114, 32-42. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.03.032>
- Stuart, J.P., et al. (2025). Visualizing the WHO 'My Five Moments for Hand Hygiene' framework: A virtual reality training program for improving hand hygiene adherence among nurses. *American Journal of Infection Control*, 53(5), 576-581. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2025.01.007>
- Supriadi, I.R., et al. (2023). Infection prevention and control in Indonesian hospitals: Identification of strengths, gaps, and challenges. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 12(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s13756-023-01211-5>
- Tartari, E., et al. (2021). Implementation of the infection prevention and control core components at the national level: A global situational analysis. *Journal of Hospital Infection*, 108, 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.11.025>
- Trifianingsih, D., Ivana, T., & Hawini, Z. (2024). Knowledge of the nursing team on ventilator-associated pneumonia (VAP) prevention strategies in the intensive care unit Ulin Hospital Banjarmasin. *Jurnal Keperawatan Suaka Insan (JKSI)*, 9(1), 61-69. <https://doi.org/10.51143/jksi.v9i1.615>
- Tripathi, S., et al. (2023). Compliance with central line maintenance bundle and infection rates. *Pediatrics*, 152(3), e2022059688. <https://doi.org/10.1542/peds.2022-059688>
- Wardoyo, E.H., et al. (2018). Surveilans pasif dan aktif kejadian infeksi terkait pelayanan kesehatan di RSUD Provinsi NTB, 2017. *The Indonesian Journal of Infectious Diseases*, 4(1). <https://doi.org/10.32667/ijid.v4i1.43>
- Wei, Y., et al. (2016). Evaluating hospital infection control measures for antimicrobial-resistant pathogens using stochastic transmission models: Application to Vancomycin-Resistant Enterococci in intensive care units. *arXiv*. <https://doi.org/10.1177/0962280215627299>
- Whitaker, A., et al. (2023). Decreasing catheter-associated urinary tract infection (CAUTI) at a community academic medical center using a multidisciplinary team employing a multi-pronged approach during the COVID-19 pandemic. *American Journal of Infection Control*, 51(3), 319-323. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2022.08.006>

- Wp, S.E., Norhidayah, M., & Ar, M.N.A. (2025). Factors associated with multidrug-resistant organism (MDRO) mortality: An analysis from the national surveillance of multidrug-resistant organism, 2018-2022. *BMC Infectious Diseases*, 25(1), 60. <https://doi.org/10.1186/s12879-024-10338-8>
- Yu, K.C., Jung, M., & Ai, C. (2023). Characteristics, costs, and outcomes associated with central-line-associated bloodstream infection and hospital-onset bacteremia and fungemia in US hospitals. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 44(12), 1920-1926. <https://doi.org/10.1017/ice.2023.132>