

MIKROORGANISME PENYEBAB INFEKSI NOSOKOMIAL DAN FAKTOR RISIKO PADA PASIEN *INTENSIVE CARE* : TINJAUAN LITERATUR DAN IMPLIKASINYA DALAM PERAWATAN KLINIS

Laras Ayu Pramesti^{1*}, Syaifun Niam²

Program Studi Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara¹, Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Rumah Sakit Daerah K.R.M.T Wongsonegoro Semarang²

*Corresponding Author : pramesti10laras@gmail.com

ABSTRAK

Infeksi nosokomial, atau yang juga dikenal sebagai infeksi terkait pelayanan kesehatan (*Healthcare-Associated Infections* /HAI), merupakan jenis infeksi yang muncul pada pasien setelah lebih dari 48 jam dirawat di fasilitas kesehatan. Kasus ini punya dampak besar terhadap keselamatan pasien, terutama di ruang perawatan intensif (ICU), di mana pasien cenderung memiliki kondisi yang lebih rentan. Penelitian ini bertujuan untuk mengulas jenis-jenis mikroorganisme penyebab HAI di ICU, faktor-faktor risiko yang memperbesar kemungkinan terjadinya infeksi, serta dampaknya terhadap penatalaksanaan pasien selama perawatan intensif. Kajian dilakukan melalui telaah pustaka dari sejumlah sumber ilmiah yang relevan, dengan penelusuran data melalui basis data medis seperti PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian antara lain "*Healthcare-Associated Infections*", "*Intensive Care Unit*", "*Pathogens*", "*Risk Factors*", dan "*Systemic Inflammation*". Hasil penelusuran menunjukkan bahwa bakteri Gram-positif seperti *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis*, serta bakteri Gram-negatif seperti *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Klebsiella pneumoniae* merupakan mikroorganisme utama penyebab HAI di lingkungan ICU. Beberapa faktor yang secara signifikan meningkatkan risiko infeksi di antaranya adalah penggunaan alat medis invasif, usia lanjut, status imun pasien yang lemah, serta lamanya pasien dirawat di ICU. Selain itu, infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme pembentuk biofilm, seperti *S. aureus* dan *E. coli*, cenderung lebih sulit ditangani karena tingkat resistensinya yang tinggi terhadap pengobatan standar, sehingga meningkatkan kemungkinan infeksi berulang pada pasien ICU.

Kata kunci : gangguan kekebalan tubuh, infeksi nosokomial, medis invasif, mikroorganisme

ABSTRACT

Nosocomial infections, also known as Healthcare-Associated Infections (HAIs), are infections acquired by patients after 48 hours of hospitalization in a healthcare facility. These infections pose a serious threat to patient safety, especially in the Intensive Care Unit (ICU), where patients are often in critical condition and highly vulnerable. This research was carried out through a structured literature review of existing scientific studies, with sources gathered from major medical databases including PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar. The search strategy included keywords such as "Healthcare-Associated Infections", "Intensive Care Unit", "Pathogens", "Risk Factors", and "Systemic Inflammation". Findings indicate that Gram-positive bacteria such as Staphylococcus aureus and Staphylococcus epidermidis, along with Gram-negative bacteria like Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, and Klebsiella pneumoniae, are the predominant pathogens causing HAIs in ICU patients. Several critical risk factors have been identified, including the use of invasive medical equipment (e.g., ventilators, catheters), advanced patient age, weakened immune systems, and prolonged ICU stays. Moreover, infections caused by biofilm-forming organisms, particularly S. aureus and E. coli, show significantly higher resistance to standard treatments. This resistance not only complicates clinical management but also contributes to increased rates of reinfection and prolonged recovery times in ICU patients.

Keywords : nosocomial infections, microorganisms, immune disorders, invasive medical

PENDAHULUAN

Infeksi yang terkait dengan perawatan kesehatan (Healthcare Associated Infections atau HAI) merujuk pada infeksi yang didapat pasien selama mereka menjalani perawatan medis di fasilitas kesehatan, termasuk rumah sakit dan unit perawatan intensif (ICU). Masalah ini telah menjadi tantangan signifikan dalam sistem kesehatan global, mengingat dampaknya yang luas terhadap keselamatan pasien, terutama bagi mereka yang dirawat intensif di ICU. Data dari Centers for Disease Control and Prevention (CDC) menunjukkan bahwa sekitar 1 dari 25 pasien yang dirawat di rumah sakit di Amerika Serikat mengalami infeksi nosokomial, yang berujung pada lebih dari 70.000 kematian setiap tahunnya. Angka ini menandakan besarnya tantangan yang dihadapi dalam pengendalian infeksi di rumah sakit dan menyoroti pentingnya upaya pencegahan yang lebih efektif dalam mengurangi insiden HAI (Kemenkes, 2017; Zaenal, 2022).

Intensive Care Unit(ICU) memiliki tingkat kerentanannya yang sangat tinggi terhadap infeksi nosokomial. Hal ini disebabkan oleh kondisi medis pasien yang serius dan sering kali memerlukan intervensi medis yang invasif, penggunaan perangkat medis yang terpasang dalam tubuh pasien, serta lamanya durasi perawatan. Prosedur medis yang kompleks seperti intubasi, pemasangan kateter, penggunaan ventilator, serta drainase luka terbuka atau pemasangan prostetik, seringkali meningkatkan peluang bagi mikroorganisme untuk menginfeksi tubuh pasien yang sudah dalam keadaan rentan. Oleh karena itu, infeksi nosokomial di ICU menjadi isu yang sangat penting dan membutuhkan perhatian yang lebih mendalam dalam pencegahan dan penanganannya.(Kemenkes, 2017),(Zaenal, 2022)

Infeksi yang terjadi di unit perawatan intensif (ICU) melibatkan beragam mikroorganisme penyebab, termasuk bakteri, virus, dan jamur. Beberapa bakteri gram negatif seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, dan *Escherichia coli* (E. coli) sering menjadi penyebab utama infeksi di ICU. Di sisi lain, bakteri gram positif seperti *Staphylococcus aureus*, termasuk varian yang resisten terhadap metisilin (MRSA), juga sering ditemukan sebagai patogen yang terlibat. Infeksi yang paling umum terjadi di ICU meliputi infeksi saluran pernapasan, infeksi saluran kemih, infeksi aliran darah, serta infeksi pada luka pasca-operasi. Berdasarkan data penelitian di Indonesia, prevalensi infeksi di ICU tergolong tinggi, dengan infeksi saluran pernapasan mencapai 24,5%, infeksi luka operasi (ILO) sebesar 18,9%, infeksi saluran kemih (ISK) 15,1%, dan infeksi aliran darah primer (IADP) 26,4%. Angka-angka ini mencerminkan pentingnya pengelolaan infeksi yang ketat di ICU untuk mengurangi dampak buruk pada pasien yang dirawat di unit tersebut (Kemenkes, 2017).

Selain jenis mikroorganisme, ada sejumlah faktor risiko yang turut berperan dalam meningkatkan peluang terjadinya infeksi nosokomial di ICU. Beberapa faktor risiko tersebut meliputi usia lanjut, kondisi medis yang melemahkan sistem imun (seperti diabetes, penyakit jantung, atau kanker), serta penggunaan terapi immunosupresif atau antibiotik yang berlebihan. Penggunaan antibiotik yang tidak sesuai dapat mengakibatkan ketidakseimbangan mikrobiota tubuh, yang pada gilirannya memudahkan pertumbuhan patogen yang resisten. Selain itu, prosedur invasif yang melibatkan alat medis, seperti kateter, ventilator, dan intubasi, juga memiliki peran signifikan dalam meningkatkan risiko infeksi nosokomial di ICU (Brigitta, I. R., & Dhamanti, 2022). Walaupun berbagai pedoman untuk mencegah dan mengendalikan infeksi sudah diterapkan di banyak fasilitas kesehatan, kenyataannya angka kejadian infeksi nosokomial atau HAI (*Healthcare-Associated Infections*) masih tergolong tinggi, baik pada pasien maupun tenaga medis. Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan Indonesia tahun 2011, angka infeksi di rumah sakit secara global berkisar antara 3% sampai 21%, dengan rata-rata sekitar 9%. Ini berarti kurang lebih 1,4 juta pasien rawat inap mengalami infeksi selama dirawat. Di Amerika Serikat, sebuah survei tahun 2014 yang dilakukan di rumah sakit dengan unit perawatan akut mencatat sekitar 722.000 kasus HAI, dan dari jumlah tersebut, sebanyak

75.000 pasien meninggal dunia karena infeksi yang didapat selama perawatan di rumah sakit. Laporan dari WHO tahun 2016 juga mengungkapkan bahwa sekitar 15% pasien rawat inap terinfeksi HAI, dengan angka kematian bayi baru lahir akibat infeksi ini berada di kisaran 4% hingga 56%. Kondisi ini jauh lebih parah di wilayah seperti Asia Tenggara dan Afrika Sub-Sahara, di mana tingkat kejadiannya bisa mencapai 75%. Di Indonesia sendiri, angka prevalensi HAI berada pada 15,74%, yang artinya masih cukup tinggi jika dibandingkan dengan negara maju yang mencatat angka antara 4,8% sampai 15,5%. Data-data ini menunjukkan bahwa walaupun berbagai strategi pencegahan sudah dilakukan, infeksi nosokomial tetap menjadi tantangan serius di dunia medis, terutama di negara-negara berkembang (Brigitta & Dhamanti, 2022; Dadi, Radochová, Vargová, & Bujdáková, 2021).

Pencegahan infeksi nosokomial di ICU butuh pendekatan yang menyeluruh dan sistematis. Upaya yang bisa dilakukan mencakup berbagai aspek, mulai dari penerapan protokol kebersihan tangan yang ketat, penggunaan antibiotik yang bijak untuk mencegah resistensi, penerapan SOP pengendalian infeksi yang jelas, sampai pelatihan rutin bagi tenaga medis. Teknologi juga bisa berperan penting, misalnya dengan sistem pemantauan dini atau pelacakan mikroorganisme secara real-time yang bisa membantu dalam mendeteksi dan merespons potensi infeksi lebih cepat. Yang tak kalah penting, kesadaran dan kepatuhan tenaga kesehatan terhadap protokol pengendalian infeksi harus dijaga agar penularan bisa ditekan semaksimal mungkin (Brigitta & Dhamanti, 2022; Dadi, Radochová, Vargová, & Bujdáková, 2021).

Tinjauan ini bertujuan untuk mengidentifikasi mikroorganisme penyebab utama infeksi nosokomial di ruang ICU dan menggali faktor-faktor risiko yang memperbesar kemungkinan terjadinya infeksi. Selain itu, pembahasan juga akan diarahkan pada bagaimana pengetahuan tentang agen penyebab dan faktor risiko ini dapat diterapkan dalam praktik klinis, khususnya dalam pengembangan strategi pencegahan yang lebih efektif.

METODE

Penelusuran literatur dilakukan untuk mengevaluasi mikroorganisme penyebab infeksi nosokomial di *Intensive Care Unit* (ICU) serta faktor risiko yang memengaruhi kejadian infeksi tersebut. Pencarian dilakukan melalui database jurnal ilmiah yang terpercaya, seperti *PubMed*, *ScienceDirect*, dan *Google Scholar*, dengan tujuan untuk mengidentifikasi penelitian terbaru terkait mikroorganisme penyebab infeksi nosokomial di ICU dan faktor risiko yang terkait. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian mencakup “*Healthcare-Associated Infections*,” “*Intensive Care Unit*,” “*Pathogens*,” “*Risk Factors*,” dan “*Systemic Inflammation*.”

Seleksi literatur dilakukan menggunakan pendekatan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) untuk memastikan kualitas dan transparansi kajian. Artikel yang ditemukan melalui pencarian awal akan diskrining untuk menghapus duplikasi dan mengevaluasi relevansi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Setiap artikel yang disertakan akan dianalisis secara mendalam untuk menentukan kelayakan dan relevansinya dalam kajian ini, guna memberikan kontribusi yang valid dan terpercaya mengenai infeksi nosokomial di ICU.

PEMBAHASAN

Definisi

Infeksi yang terjadi di fasilitas kesehatan, yang dikenal juga sebagai *Healthcare-Associated Infections* (HAI), merujuk pada infeksi yang didapatkan pasien selama menjalani perawatan medis di rumah sakit atau fasilitas kesehatan lainnya. Infeksi ini tidak terjadi pada

saat pasien pertama kali diterima, melainkan muncul setelah periode tertentu, biasanya antara 48 jam hingga 30 hari pasca perawatan. HAI dapat berkembang di berbagai jenis fasilitas medis, seperti rumah sakit, klinik rawat jalan, dan panti jompo, bahkan setelah pasien dipulangkan. Selain itu, infeksi ini juga bisa menular kepada tenaga medis atau staf rumah sakit, yang berisiko tinggi terpapar saat menangani pasien (Dadi, N. C. T., Radochová, B., Vargová, J., & Bujdáková, 2021; Duszynska, W.; Rosenthal, V.D.; Szczesny, A.; Zajackowska, K.; Fulek, M.; Tomaszewski, n.d.).

HAI sering kali terjadi pada pasien yang memiliki sistem kekebalan tubuh yang lemah, yang memungkinkan patogen seperti bakteri, virus, atau jamur untuk berkembang. Prosedur medis invasif, termasuk pembedahan, penggunaan perangkat medis yang ditempatkan dalam tubuh dalam jangka waktu lama, serta penggunaan prostetik, sering kali berkontribusi pada peningkatan risiko infeksi. Penyebab utama HAI sangat bergantung pada jenis patogen yang terlibat, yang bisa berasal dari lingkungan rumah sakit atau tubuh pasien itu sendiri (Prevention, 2019).

Etiologi

Infeksi yang diperoleh selama perawatan di fasilitas kesehatan, yang dikenal dengan istilah infeksi nosokomial atau HAI (*Healthcare-Associated Infections*), merujuk pada infeksi yang berkembang pada pasien setelah mereka menjalani pengobatan atau prosedur medis. Infeksi ini tidak muncul pada saat pasien pertama kali diterima di rumah sakit, melainkan setelah periode tertentu sejak perawatan dimulai. Penyebab infeksi nosokomial dapat beragam, meliputi bakteri, virus, maupun jamur, yang masing-masing memiliki cara berbeda dalam menginfeksi pasien yang memiliki kerentanannya. Patogen penyebab infeksi ini bisa berasal dari tubuh pasien sendiri, yaitu mikroorganisme yang biasa ada dalam tubuh (sumber endogen), atau dari luar tubuh pasien, seperti melalui peralatan medis yang tidak steril, kontak dengan tenaga medis yang tidak higienis, atau udara yang terkontaminasi di lingkungan rumah sakit (sumber eksogen). Keberadaan patogen ini di lingkungan rumah sakit berkaitan erat dengan berbagai prosedur medis yang dilakukan, penggunaan alat medis yang dimasukkan ke dalam tubuh, serta interaksi antara pasien dan lingkungan sekitar yang mengandung mikroorganisme (Prevention, 2019).

Bakteri Penyebab HAI

Infeksi yang berhubungan dengan perawatan medis di rumah sakit (nosokomial) utamanya disebabkan oleh bakteri. Bakteri ini dapat berasal dari sumber eksternal, seperti lingkungan rumah sakit yang terkontaminasi, atau dari sumber endogen, seperti mikrobiota pasien sendiri (Weiner-Lastinger et al., 2022). Bakteri Gram positif dan Gram negatif bertanggung jawab atas infeksi nosokomial. Infeksi aliran darah, infeksi saluran kemih, dan infeksi pascaoperasi sering dikaitkan dengan bakteri gram positif, termasuk spesies *Streptococcus*, spesies *Enterococcus*, dan *Staphylococcus aureus* (termasuk strain resistan methicillin, atau MRSA). Karena strain *Staphylococcus aureus* tertentu dapat menjadi resistan terhadap jenis antibiotik tertentu, sehingga pengobatan menjadi sulit dan meningkatkan risiko kematian bagi individu yang terinfeksi, bakteri ini sangat berbahaya (Prevention, 2019). Sebaliknya, infeksi nosokomial sering kali disebabkan oleh bakteri Gram-negatif, termasuk *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Escherichia coli*. *Pseudomonas aeruginosa* dan *Acinetobacter baumannii* lebih sering ditemukan pada pasien yang menerima perawatan di unit perawatan intensif (ICU), sedangkan *Escherichia coli* dan *Klebsiella pneumoniae* biasanya dikaitkan dengan masalah gastrointestinal dan infeksi saluran kemih. Mengingat kecenderungannya untuk menjadi resistan terhadap berbagai macam antibiotik, *Acinetobacter baumannii* menimbulkan risiko serius bagi pasien dalam perawatan intensif yang menderita penyakit serius (Weiner-Lastinger et al., 2022).

Penanganan infeksi nosokomial terhambat oleh adanya resistensi antibiotik pada kuman yang menyebabkannya. Lingkungan rumah sakit sering kali menjadi tempat tinggal bagi bakteri Multidrug-Resistant (MDR), yang menunjukkan resistensi terhadap beberapa golongan obat dan sering kali mengakibatkan tingkat kematian pasien yang tinggi. Bakteri MDR, yang dapat menjadi resistan terhadap beberapa jenis obat, meliputi Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), Vancomycin-resistant *Enterococcus* (VRE), Carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* (CRE), dan *Pseudomonas aeruginosa*. Menurut Weiner-Lastinger et al. (2022), bakteri ini sering disebut sebagai penyebab utama infeksi nosokomial, dan kurangnya pengobatan yang efektif untuk mikroba ini membuat pengobatan menjadi lebih sulit dan menambah beban pada sistem perawatan kesehatan saat ini.

Fungi Penyebab HAI

Pasien dengan sistem imun yang lemah atau mereka yang menggunakan alat medis invasif seperti saluran sentral atau kateter urin biasanya lebih rentan terhadap infeksi jamur. Jamur berbahaya ini, yang juga disebut infeksi oportunistik, dapat menginfeksi orang yang lebih rentan. Infeksi nosokomial sering disebabkan oleh spesies *Candida*, termasuk *Candida albicans*, *Candida parapsilosis*, dan *Candida glabrata*. Infeksi ini terutama umum terjadi pada pasien di unit perawatan intensif (ICU) atau mereka yang memiliki gangguan medis mendasar yang membahayakan sistem imun mereka. Spesies *Candida* adalah penyebab paling umum infeksi jamur pada penyakit terkait perawatan kesehatan (HAIs), terutama pada luka, saluran kemih, dan infeksi aliran darah (kandidemia) (Letica-Kriegel et al., 2019).

Meningkatnya *Candida auris*, yang semakin mendapat perhatian di seluruh dunia, merupakan salah satu masalah paling signifikan yang muncul. Jamur ini sulit dideteksi dengan tepat dan menunjukkan resistensi terhadap berbagai macam obat antijamur. Masalah signifikan dalam pengendalian infeksi adalah keberadaan *Candida auris*, patogen yang sangat berbahaya karena sulit diobati, tingkat kegagalan pengobatan yang tinggi, dan kapasitas penyebaran yang cepat di rumah sakit (Medina-Polo et al., 2019). Selain *Candida*, *Aspergillus fumigatus* dan jamur lainnya sering diidentifikasi sebagai penyebab infeksi di rumah sakit, terutama pada pasien dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah. Di rumah sakit yang sedang direnovasi atau di area dengan ventilasi yang tidak memadai, jamur ini dapat menyebar melalui spora yang terhirup, sehingga meningkatkan risiko penularan (Medina-Polo et al., 2019).

Virus Penyebab HAI

Meskipun infeksi bakteri dan jamur lebih umum daripada infeksi virus, virus tetap berkontribusi terhadap sebagian kecil infeksi nosokomial. Hepatitis B dan C adalah dua virus yang dapat menyebabkan infeksi nosokomial; infeksi ini biasanya terjadi melalui penggunaan jarum suntik yang terinfeksi atau peralatan yang tidak steril selama prosedur medis. Selain itu, virus HIV dapat menyebar melalui praktik medis yang berisiko, namun hal ini lebih jarang terjadi daripada infeksi hepatitis (Li et al., 2018). Virus lain yang dapat menyebabkan infeksi nosokomial meliputi influenza, rotavirus, virus herpes simpleks (HSV), cytomegalovirus (CMV), dan rhinovirus, yang biasanya menyebabkan infeksi saluran pernapasan atas. Sementara virus herpes simpleks sering terdeteksi pada pasien dengan gangguan medis yang menurunkan kekebalan tubuh mereka, CMV sangat berbahaya bagi pasien dengan sistem kekebalan tubuh yang terganggu (Malchau et al., 2021).

Klasifikasi

Healthcare-Associated Infections (HAI) disebabkan oleh berbagai patogen yang dapat berasal dari berbagai sumber dan dikategorikan dalam berbagai jenis berdasarkan jenis infeksi. *The Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) mengklasifikasikan HAI

menjadi empat kategori utama berdasarkan jenis infeksi, yaitu: *Catheter-Associated Urinary Tract Infection* (CAUTI): Infeksi saluran kemih yang terjadi akibat pemasangan kateter urin. Infeksi ini sering disebabkan oleh bakteri Gram negatif seperti *Escherichia coli* dan *Klebsiella pneumoniae*. *Surgical Site Infection* (SSI): Infeksi yang terjadi pada daerah luka operasi. Bakteri yang menyebabkan infeksi ini meliputi *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* spp., dan *Enterococcus* spp. *Ventilator-Associated Pneumonia* (VAP): Pneumonia yang berkembang akibat penggunaan ventilator mekanik. Patogen penyebab VAP termasuk *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, dan *Acinetobacter baumannii*. *Blood Stream Infection* (BSI): Infeksi aliran darah yang dapat terjadi akibat penggunaan kateter intravena atau prosedur invasif lainnya yang menyebabkan patogen masuk ke dalam aliran darah (CDC, 2024).

Selain empat kategori infeksi utama yang telah disebutkan sebelumnya, ada beberapa jenis infeksi nosokomial lainnya yang juga sering terjadi di fasilitas kesehatan, antara lain: *Pneumonia Rumah Sakit Non-ventilator* (NV-HAP): Jenis pneumonia yang berkembang selama perawatan di rumah sakit tetapi tidak terkait dengan penggunaan ventilator. *Pneumonia* ini bisa disebabkan oleh berbagai jenis patogen, termasuk bakteri, virus, dan jamur (Malchau *et al*, 2021). *Infeksi Saluran Pencernaan*: Infeksi yang terjadi di saluran pencernaan, terutama yang disebabkan oleh patogen seperti *Clostridioides difficile*, yang dapat menyebabkan diare dan peradangan pada usus besar (Malchau *et al*, 2021). *Infeksi Aliran Darah Primer*: Infeksi yang memengaruhi aliran darah yang tidak terkait dengan penggunaan kateter sentral, sering disebabkan oleh bakteri seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (CDC, 2024). *Infeksi Saluran Kemih Lainnya*: Infeksi saluran kemih yang tidak berkaitan dengan kateter urin, tetapi dapat terjadi pada pasien yang memiliki sistem kekebalan tubuh yang lemah atau setelah prosedur medis tertentu (Malchau *et al*, 2021).

Weiner-Lastinger *et al*. (2020) melakukan analisis mendalam berdasarkan data yang dikumpulkan oleh National Healthcare Safety Network (NHSN) antara 2015 dan 2017, yang mencatatkan 311.897 insiden infeksi terkait pelayanan kesehatan (HAI) dan mengidentifikasi 356.633 patogen. Hasil ini memberikan wawasan yang sangat penting mengenai pola epidemiologi HAI di lingkungan rumah sakit. Dari berbagai jenis infeksi yang tercatat, Infeksi Luka Bedah (*Surgical Site Infections* atau SSI) menjadi penyumbang terbesar dengan persentase mencapai 43%, menunjukkan bahwa infeksi pasca-operasi mendominasi kejadian HAI selama periode tersebut. Setelah SSI, Infeksi Saluran Kemih yang Berkaitan dengan Kateter (*Catheter-Associated Urinary Tract Infections* atau CAUTI) menyumbang 29%, sementara Infeksi Aliran Darah yang Berkaitan dengan Central Line (*Central Line-Associated Bloodstream Infections* atau CLABSI) mencatatkan kontribusi sebesar 25%. *Pneumonia* yang Terkait dengan Ventilator (*Ventilator-Associated Pneumonia* atau VAP) berada pada angka 3%. Data ini menunjukkan bahwa infeksi yang terkait dengan perangkat medis invasif, seperti kateter dan ventilator, menjadi penyebab utama HAI yang tercatat dalam penelitian tersebut (Weiner-Lastinger *et al*, 2022).

Terkait dengan patogen penyebab HAI, *Escherichia coli* tercatat sebagai patogen yang paling sering ditemukan, dengan kontribusi sebesar 18% dari seluruh patogen yang teridentifikasi dalam kejadian HAI. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa *E. coli* adalah penyebab utama dari infeksi saluran kemih dan infeksi aliran darah. Setelah *E. coli*, *Staphylococcus aureus* berada di urutan kedua dengan kontribusi sebesar 12%, diikuti oleh *Klebsiella* spp. yang menyumbang 9%. Patogen-patogen ini berperan besar dalam infeksi yang melibatkan perangkat medis, dan sering kali berhubungan dengan peningkatan tingkat morbiditas serta mortalitas akibat HAI (Weiner-Lastinger, L.M.; Abner, S.; Edwards, J.R.; Kallen, A.J.; Karlsson, M.; Magill, S.S.; Pollock, D.; See, I.; Soe, M.M.; Walters, 2022; Pinto, H.; Simões, M.; Borges, 2021). Infeksi terkait pelayanan kesehatan (HAI) yang telah dijelaskan sebelumnya sering kali berhubungan dengan

keberadaan biofilm yang terbentuk pada perangkat medis yang digunakan. Biofilm adalah struktur yang terdiri dari koloni mikroorganisme yang saling melekat pada permukaan, memberikan perlindungan terhadap pengobatan antimikroba serta respons imun tubuh. Ketika patogen membentuk biofilm pada perangkat medis, hal ini dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya infeksi nosokomial yang lebih tahan terhadap pengobatan. Patogen yang paling sering ditemukan dalam pembentukan biofilm pada perangkat medis meliputi *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterococcus spp.*, yang semuanya termasuk dalam kelompok bakteri Gram-positif. Di sisi lain, bakteri Gram-negatif seperti *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Pseudomonas aeruginosa* juga berkontribusi pada infeksi yang terkait dengan biofilm pada alat medis (Pinto, H.; Simões, M.; Borges, 2021).

Tidak hanya bakteri, jamur mikroskopis juga memainkan peran penting dalam penyebab HAI, terutama yang melibatkan perangkat medis. *Candida*, khususnya *Candida albicans*, adalah patogen utama yang terlibat dalam infeksi nosokomial yang terkait dengan penggunaan perangkat medis, seperti kateter urin atau saluran intravena. Infeksi yang disebabkan oleh *Candida* sering terjadi pada pasien yang menggunakan perangkat medis untuk waktu yang lama, atau pada mereka yang memiliki sistem imun yang tertekan, sehingga memungkinkan jamur ini berkembang biak dengan cepat dan menyebabkan infeksi yang lebih kompleks (Pinto, H.; Simões, M.; Borges, 2021).

Fenomena pembentukan biofilm oleh mikroorganisme pada perangkat medis menjadi tantangan besar dalam pengelolaan HAI. Mikroorganisme yang membentuk biofilm dapat bertahan dan berkembang biak pada perangkat medis seperti kateter atau ventilator, yang banyak digunakan selama prosedur medis. Salah satu masalah utama dalam pengobatan HAI yang berhubungan dengan biofilm adalah ketahanannya terhadap terapi antimikroba. Mikroorganisme dalam bentuk biofilm cenderung lebih resisten terhadap antibiotik jika dibandingkan dengan bentuk planktonik mereka, yang menyebabkan infeksi menjadi lebih sulit untuk ditangani dan memerlukan pendekatan pengobatan yang lebih khusus dan intensif (Pinto, H.; Simões, M.; Borges, 2021).

Manifestasi Klinis

Infeksi yang terkait dengan perawatan medis, atau yang lebih dikenal dengan *Healthcare-Associated Infections* (HAI), merujuk pada infeksi yang muncul setelah lebih dari 48 jam pasca pasien dirawat di rumah sakit atau fasilitas kesehatan lainnya. Infeksi ini tidak termasuk infeksi yang sudah ada sebelum pasien diterima atau yang terjadi pada saat pertama kali masuk rumah sakit. Gejala umum yang muncul pada HAI mencakup demam, kelelahan, nyeri tubuh, batuk, kesulitan bernafas, gangguan pencernaan, dan rasa tidak nyaman pada perut. Salah satu komplikasi serius yang sering terkait dengan HAI adalah sepsis, suatu kondisi yang dapat memicu reaksi sistemik berbahaya, termasuk kerusakan organ dan peradangan yang meluas. Ketika gejala-gejala ini muncul pada pasien, hal ini sering menandakan adanya infeksi yang membutuhkan penanganan medis segera untuk menghindari perkembangan komplikasi lebih lanjut (Pinto, *et al* 2021).

Faktor Risiko

Infeksi aliran darah (*Bloodstream Infection* atau BSI) di rumah sakit menjadi masalah besar, terutama pada pasien dengan sistem imun yang terganggu atau yang tengah menjalani terapi immunosupresif. Salah satu prosedur medis yang sering dikaitkan dengan peningkatan risiko BSI adalah pemasangan kateter vena sentral (Central Venous Catheter atau CVC). CVC adalah alat medis yang digunakan untuk memberikan akses langsung ke pembuluh darah besar, yang memudahkan infus cairan, pemberian obat, atau pengambilan sampel darah, baik pada pasien dewasa maupun anak-anak. Meskipun memberikan manfaat besar, pemasangan CVC juga membuka kemungkinan infeksi yang dapat memperburuk kondisi pasien, menyebabkan peningkatan tingkat komplikasi, dan berisiko menambah angka kematian.

Penggunaan CVC pada pasien dengan kekebalan tubuh yang rendah, seperti pasien pasca-transplantasi atau yang sedang menjalani kemoterapi, meningkatkan risiko infeksi yang lebih tinggi. Ketika kateter berada dalam tubuh dalam waktu lama, mikroorganisme memiliki kesempatan untuk berkembang biak pada permukaan kateter, yang sering menyebabkan infeksi yang sangat sulit diatasi (Pinto *et al*, 2021).

Selain itu, infeksi terkait kateter urin, yang dikenal sebagai Catheter-Associated Urinary Tract Infection (CAUTI), juga merupakan salah satu jenis HAI yang sangat umum terjadi di rumah sakit. Upaya untuk mengurangi kejadian CAUTI berfokus pada penghindaran penggunaan kateter urin yang tidak diperlukan serta pengangkatan kateter segera setelah tidak diperlukan lagi. Meskipun langkah-langkah ini jelas dalam pedoman medis, penerapannya sering kali sulit dilakukan di lapangan. Kateter urin sebaiknya hanya dipasang dalam keadaan yang sangat membutuhkan, dengan durasi pemakaian yang sebisa mungkin dipersingkat. Letica-Kriegel *et al*. (2019) mencatat bahwa semakin lama kateter terpasang, semakin tinggi risiko infeksi. Sekitar 12% dari pasien yang menggunakan kateter indwelling dalam waktu 30 hari mengalami CAUTI. Faktor-faktor risiko yang meningkatkan kemungkinan terjadinya CAUTI meliputi jenis kelamin (wanita) dan masalah mobilitas pada pasien (Letica-Kriegel *et al*, 2019).

Medina-Polo *et al*. (2021) memandang pentingnya faktor risiko tambahan yang dapat meningkatkan insiden *Catheter-Associated Urinary Tract Infections* (CAUTI), terutama pada pasien yang menjalani prosedur kateterisasi saluran kemih bagian atas dan mereka yang menerima terapi immunosupresif. Keberadaan mikroorganisme yang resisten terhadap banyak obat (Multidrug-Resistant - MDR) dalam infeksi saluran kemih menunjukkan adanya tantangan besar dalam pengobatan dan pengelolaan infeksi ini, yang memerlukan perhatian lebih dalam pengendalian infeksi rumah sakit (Letica-Kriegel *et al*, 2016). Ventilator-associated pneumonia (VAP) adalah infeksi yang sangat mengkhawatirkan, terutama di ruang perawatan intensif (ICU), yang muncul ketika pasien yang menggunakan ventilator mekanik mengembangkan infeksi pada paru-paru. Penelitian oleh Li *et al*. (2018) mengungkapkan bahwa ventilator yang tidak terkelola dengan baik dapat menjadi tempat berkembangnya bakteri yang dapat menyebabkan infeksi. Oleh karena itu, penting untuk menekankan proses sterilisasi yang ketat pada perangkat medis yang digunakan secara berulang, seperti ventilator, untuk mencegah potensi infeksi. Selain itu, pemantauan intensif pasien, terutama yang menggunakan ventilator, berperan penting dalam mendeteksi tanda-tanda awal masalah pernapasan, yang berpotensi mengurangi angka kematian akibat VAP (Li *et al*, 2017).

Selain bakteri Gram-positif seperti *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis*, serta bakteri Gram-negatif seperti *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Acinetobacter baumannii*, patogen lain yang sering terkait dengan infeksi nosokomial adalah spesies jamur, terutama *Candida albicans*. Patogen-patogen ini sering ditemukan pada perangkat medis yang digunakan di rumah sakit, seperti kateter dan perangkat intravena (Li *et al*, 2021). Mikroorganisme ini tidak hanya ditemukan dalam bentuk bebas di dalam tubuh, namun juga memiliki kemampuan untuk membentuk biofilm pada permukaan perangkat medis. Biofilm adalah lapisan mikroorganisme yang melekat pada permukaan dan dilindungi oleh matriks ekstraseluler yang diproduksi oleh mikroorganisme itu sendiri. Pembentukan biofilm ini membuat patogen jauh lebih tahan terhadap terapi antimikroba dan pengaruh sistem imun tubuh, yang memungkinkan mereka untuk bertahan lebih lama dan meningkatkan kemungkinan infeksi berulang. Studi oleh Svensson *et al*. (2021) menunjukkan bahwa infeksi berulang sering kali dikaitkan dengan mikroorganisme yang memproduksi biofilm yang lebih kuat. Selain itu, pembentukan biofilm mengurangi efektivitas pengobatan karena lapisan pelindung biofilm menghambat penetrasi antibiotik dan agen antimikroba lainnya (Li *et al*, 2023). Sebuah meta-analisis yang dilakukan oleh Pinto *et al*. (2021) berdasarkan data yang tersedia di *PubMed* dan *Web of Science* dari Januari 2005

hingga Mei 2020, menemukan bahwa *strain* yang memiliki kemampuan kuat untuk memproduksi biofilm sangat dominan di antara strain yang resisten terhadap antibiotik. *S. aureus* yang resisten terhadap methicillin (MRSA) adalah salah satu contoh produsen biofilm utama. Selain itu, produksi biofilm juga sangat terkait dengan persistensi *bloodstream infection* (BSI). Pada infeksi saluran kemih (ISK), *E. coli* yang resisten terhadap berbagai antibiotik ditemukan sebagai produsen biofilm yang paling kuat. Studi ini dengan jelas menunjukkan bahwa kemampuan mikroorganisme untuk membentuk biofilm memainkan peran dalam resistensi terhadap terapi dan dalam memperburuk kondisi infeksi, baik pada BSI maupun ISK. Peningkatan produksi biofilm ini berhubungan langsung dengan peningkatan kejadian infeksi berulang, yang membuat pengobatan semakin sulit.(Pinto *et al*, 2021).

KESIMPULAN

Healthcare-Associated Infections (HAI) terus menjadi masalah utama di fasilitas kesehatan, dengan dampak yang signifikan terhadap keselamatan pasien dan biaya perawatan kesehatan. HAI mencakup infeksi yang terjadi pada pasien setelah 48 jam rawat inap, dengan gejala yang beragam mulai dari demam, menggigil, kelelahan, hingga gangguan sistemik seperti sepsis dan peradangan. Penyebab utama HAI sering kali terkait dengan penggunaan perangkat medis invasif, seperti *Central Venous Catheter* (CVC), *Catheter-Associated Urinary Tract Infections* (CAUTI), dan *Ventilator-Associated Pneumonia* (VAP), yang memperburuk kondisi pasien, terutama mereka yang memiliki gangguan kekebalan tubuh atau yang membutuhkan perawatan jangka panjang.

CVC, meskipun sangat berguna untuk pemberian nutrisi parenteral dan terapi lainnya, meningkatkan risiko *Bloodstream Infection* (BSI). Infeksi akibat penggunaan kateter juga sering terjadi, dan CAUTI adalah salah satu yang paling umum. Penggunaan kateter urin yang berkepanjangan berhubungan langsung dengan peningkatan risiko infeksi, yang sangat dipengaruhi oleh faktor risiko seperti jenis kelamin, imunosupresi, dan durasi kateterisasi. Mikroorganisme penyebab HAI sangat bervariasi, dengan bakteri Gram positif seperti *S. aureus* dan *S. epidermidis* serta bakteri Gram negatif seperti *E. coli*, *P. aeruginosa*, dan *K. pneumoniae* menjadi penyebab utama. Selain itu, jamur dari genus *Candida* juga sering ditemukan pada infeksi yang terkait dengan perangkat medis. Mikroorganisme ini tidak hanya bertahan dalam bentuk planktonik, tetapi juga sering membentuk *biofilm* pada perangkat medis, yang memperburuk infeksi dan meningkatkan resistensi terhadap terapi antimikroba. *Biofilm* ini melindungi mikroorganisme dari pengobatan dan sistem kekebalan tubuh, sehingga meningkatkan risiko infeksi kronis dan berulang.

Peningkatan kemampuan mikroorganisme untuk membentuk *biofilm* sangat terkait dengan meningkatnya resistensi terhadap antibiotik dan meningkatnya frekuensi infeksi berulang, baik pada BSI maupun ISK. Strain yang menghasilkan biofilm, terutama yang resisten terhadap berbagai antibiotik seperti MRSA dan MDR *E. coli*, menunjukkan hubungan yang kuat dengan persistensi infeksi, yang menambah tantangan dalam pengobatan infeksi nosokomial. Studi lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan solusi yang dapat mengatasi masalah pembentukan biofilm pada perangkat medis dan meningkatkan efektivitas terapi antimikroba. Selain itu, pengembangan perangkat medis yang dapat mencegah atau mengurangi pembentukan biofilm, serta penerapan kebijakan pengendalian infeksi yang lebih ketat di fasilitas kesehatan, sangat penting untuk mengurangi kejadian HAI. Pemantauan yang lebih baik, penggunaan antibiotik yang lebih bijaksana, dan pelatihan berkelanjutan untuk tenaga medis juga dapat membantu mengurangi angka kejadian HAI, serta meningkatkan keselamatan pasien secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa hormat, kami ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan selama proses penulisan ini. Kami mengucapkan terimakasih kepada pembimbing yang telah memberikan arahan, kepada Program Studi Profesi Dokter Fakultas Kedokteran, serta Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Rumah Sakit Daerah K.R.M.T Wongsonegoro Semarang atas bimbingan dan kesempatan yang diberikan. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada Universitas Tarumanegara atas segala fasilitas dan pembelajaran yang telah diberikan. Terakhir, kami memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan atau kekhilafan yang terjadi selama proses ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Blot, K.; Hammami, N.; Blot, S.; Vogelaers, D.; Lambert, M.-L. (2021). *Seasonal Variation of Hospital-Acquired Bloodstream Infections: A National Cohort Study*. *Infect. Control Hosp. Epidemiol*, 12, 1–7.
- Brigitta, I. R. and Dhamanti, I. (2022). *Literature Review: Cause Factor Analysis and an Effort to prevent Medication Administration Error (MAE) at Hospital*. *Unnes Journal of Public Health*, 2(9).
- Carolus, H.; Van Dyck, K.; Van Dijck, P. (2016). *Candida Albicans and Staphylococcus Species: A Threatening Twosome*. *Front. Microbiol*, 10, 21–61.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2021). *National Healthcare Safety Network Bloodstream Infection Event (Central Line-Associated Bloodstream Infection and Non-Central Line Associated Bloodstream Infection)*; CDC: Atlanta, GA, USA.
- Dadi, N. C. T., Radochová, B., Vargová, J., & Bujdáková, H. (2021). *Impact of Healthcare-Associated Infections Connected to Medical Devices—An Update*. *Microorganisms*, 9(11).
- Duszynska, W.; Rosenthal, V.D.; Szczesny, A.; Zajackowska, K.; Fulek, M.; Tomaszewski, J. (n.d.). *Device Associated –Health Care Associated Infections Monitoring, Prevention and Cost Assessment at Intensive Care Unit of University Hospital in Poland*. *BMC Infect. Dis*, 20, 7–61.
- Jernigan JA, Hatfield KM, Wolford H, Nelson RE, Olubajo B, Reddy SC, McCarthy N, Paul P, McDonald LC, Kallen A, Fiore A, Craig M, B. J. (2020). *Multidrug-Resistant Bacterial Infections in U.S. Hospitalized Patients, 2012-2017*. *N Engl J Med*, 82(14), 1309–1319.
- Kemenkes. (2017). *Permenkes RI Nomor 27 Tahun 2017 Tentang Pedoman Pencegahan Dan Pengendalian Infeksi Di Fasilitas Pelayanan Kesehatan*.
- Letica-Kriegel, A.S.; Salmasian, H.; Vawdrey, D.K.; Youngerman, B.E.; Green, R.A.; Furuya, E.Y.; Calfee, D.P.; Perotte, R. (2019). *Identifying the Risk Factors for Catheter-Associated Urinary Tract Infections: A Large Cross-Sectional Study of Six Hospitals*. *BMJ Open*, 9.
- Li, Y.-C.; Lin, H.-L.; Liao, F.-C.; Wang, S.-S.; Chang, H.-C.; Hsu, H.-F.; Chen, S.-H.; Wan, G.-H. (2018). *Potential Risk for Bacterial Contamination in Conventional Reused Ventilator Systems and Disposable Closed Ventilator-Suction Systems*. *PLoS ONE*, 13.
- Medina-Polo, J.; Gil-Moradillo, J.; González-Díaz, A.; Abad-López, P.; Santos-Pérez de la Blanca, R.; Hernández-Arroyo, M.; Peña-Vallejo, H.; Téigell-Tobar, J.; Calzas-Montalvo, C.; Caro-González, P. . et al. (2019). *Observational Study over 8-Year Period Evaluating Microbiological Characteristics and Risk Factor for Isolation of Multidrug-Resistant Organisms (MDRO) in Patients with Healthcare-Associated Infections (HAIs) Hospitalized in a Urology Ward*. *GMS Infect. Dis*, 9.
- Pinto, H.; Simões, M.; Borges, A. (2021). *Prevalence and Impact of Biofilms on Bloodstream*

- and Urinary Tract Infections: A Systematic Review and Meta-Analysis*. 10.
- Prevention, E. C. for D. (2019). *Point Prevalence Survey of Healthcare-Associated Infections and Antimicrobial Use in European Acute Care Hospitals—ECDC PPS Validation Protocol; Version 3.1.2*; ECDC: Stockholm, Sweden,. Available Online: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/point-prevalence-survey-healthcare-associated-infections-and-antimicrobial-use-4>.
- Sikora A, Z. F. (2023). *Nosocomial Infections*. [Updated 2023 Apr 27]. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Storr J, Twyman A, Zingg W, Damani N, Kilpatrick C, Reilly J, Price L, Egger M, Grayson ML, Kelley E, A. B. (2017). N, Kilpatrick C, Reilly J, Price L, Egger M, Grayson ML, Kelley E, Allegranzi B., WHO Guidelines Development Group. *Core components for effective infection prevention and control programmes: new WHO evidence-based recommendations*.
- Svensson Malchau, K.; Tillander, J.; Zaborowska, M.; Hoffman, M.; Lasa, I.; Thomsen, P.; Malchau, H.; Rolfson, O.; Trobos, M. (2021). *Biofilm Properties in Relation to Treatment Outcome in Patients with First-Time Periprosthetic Hip or Knee Joint Infection*. *J. Orthop. Transl*, 30, 31–40.
- Weiner-Lastinger, L.M.; Abner, S.; Edwards, J.R.; Kallen, A.J.; Karlsson, M.; Magill, S.S.; Pollock, D.; See, I.; Soe, M.M.; Walters, M. S. . et al. (2022). *Antimicrobial-Resistant Pathogens Associated with Adult Healthcare-Associated Infections : Summary of Data Reported to the National Healthcare Safety Network*. *Infect. Control. Hosp. Epidemiol*, 41, 1–18.
- Zaenal. (2022). *Pengaruh Kebijakan Dan Pengawasan Terhadap Penerapan Pencegahan Dan Pengendalian Infeksi Nosokomial Di RSUD Kota Makassar*.