

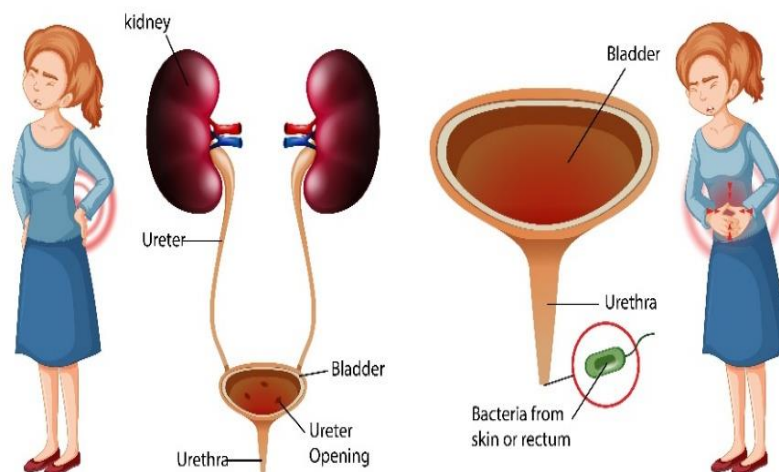
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Infeksi Saluran Kemih (ISK)

Infeksi saluran kemih (ISK) merupakan infeksi yang terjadi pada sistem saluran kemih meliputi uretra, kandung kemih, ureter, dan ginjal. ISK terjadi akibat masuknya mikroorganisme terutama bakteri ke dalam saluran kemih dan berkembang biak sehingga menyebabkan gejala klinis seperti nyeri saat buang air kecil. Frekuensi buang air kecil meningkat dan adanya leukosit dalam urin (Firdaus & Yunita, 2021).

ISK dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu ISK bagian bawah (uretritis dan sistitis) dan ISK bagian atas (pielonefritis). ISK bagian bawah lebih sering terjadi biasanya disebabkan oleh bakteri yang berasal dari usus yang berpindah ke saluran kemih (Canalia, 2023).

Urinary tract infections



Gambar 1. Ilustrasi saluran kemih dan jalur infeksi pada infeksi saluran kemih (ISK).

Sumber: CDC. *Urinary Tract Infection (UTI) Basics*. 2024.

B. Bakteri Penyebab Infeksi Saluran Kemih

1. *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang tidak memiliki spora bisa hidup tanpa oksigen dan mampu melekat erat pada lapisan saluran kemih. Pada media MacConkey Agar, *E. Coli* memfermentasikan laktosa sehingga menghasilkan koloni merah muda, sedangkan pada Blood

Agar koloni tampak bulat, halus, dan keabu-abuan. Bakteri ini merupakan penyebab tersering ISK (Purba et al., 2024; Siregar, 2023).

2. *Klebsiella Pneumoniae*

Klebsiella pneumoniae adalah bakteri gram negatif berbentuk batang, tidak motil, dan memiliki kapsul tebal yang membuat koloni tampak mukoid. Pada MacConkey Agar, bakteri ini memfermentasikan laktosa dan menghasilkan koloni besar berwarna merah muda dan berlendir, sedangkan pada Blood Agar koloni tampak licin dan berkilau. Bakteri ini sering ditemukan pada pasien ISK terutama menggunakan kateter (Situmorang, 2023).

3. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram-positif berbentuk kokus yang dapat menjadi penyebab infeksi saluran kemih (ISK) meskipun frekuensinya lebih rendah dibandingkan bakteri Gram-negatif. Bakteri ini umumnya ditemukan pada kasus ISK yang berhubungan dengan perawatan di rumah sakit, penggunaan kateter urin, serta pada pasien dengan kondisi imun yang menurun. *Staphylococcus aureus* bersifat oportunistik dan memiliki berbagai faktor virulensi yang memungkinkan bakteri bertahan serta berkembang di saluran kemih. Selain itu beberapa strain *Staphylococcus aureus* termasuk yang resisten terhadap metisilin (MRSA) menunjukkan resistensi terhadap berbagai antibiotik, sehingga dapat menyulitkan proses pengobatan dan memerlukan terapi yang disesuaikan berdasarkan hasil uji kepekaan antibiotik (Tong et al., 2020; Turner et al., 2022).

4. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa merupakan bakteri Gram-negatif yang sering ditemukan sebagai penyebab infeksi saluran kemih (ISK), terutama pada pasien yang menjalani perawatan di rumah sakit dalam waktu lama dan menggunakan kateter urin jangka panjang. Bakteri ini bersifat oportunistik, sehingga lebih mudah menyebabkan infeksi pada pasien dengan kondisi imun yang menurun. Selain itu *Pseudomonas aeruginosa* dikenal memiliki tingkat resistensi antibiotik yang tinggi terhadap beberapa antibiotik yang umum digunakan dalam terapi ISK sehingga infeksi yang ditimbulkan cenderung lebih sulit ditangani dan memerlukan pemilihan antibiotik yang lebih spesifik berdasarkan uji kepekaan (antibiotik) (Flores-Mireles et al., 2021; Pang et al., 2023).

C. Etiologi dan Jenis Bakteri Penyebab ISK

Infeksi saluran kemih (ISK) umumnya disebabkan oleh bakteri, dengan *Escherichia coli* sebagai patogen yang paling sering ditemukan. Bakteri ini berasal dari flora normal saluran cerna yang berpindah ke saluran kemih melalui area perineum dan kemudian berkembang biak di traktus urinarius. Selain *E. coli*, bakteri lain yang juga sering diidentifikasi sebagai penyebab ISK antara lain *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus aureus* (Flores-Mireles et al., 2021; Hooton, 2022).

Berdasarkan karakteristik pasien dan pola pelayanan kesehatan, kasus ISK di RSUD Bunda Thamrin Medan diperkirakan memiliki etiologi yang serupa, yaitu didominasi oleh bakteri Gram-negatif terutama *Escherichia coli* dan *Klebsiella pneumoniae*. Keberadaan bakteri lain seperti *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus* umumnya berkaitan dengan kasus ISK komplikat, penggunaan kateter urin, serta riwayat perawatan medis sebelumnya. Pola resistensi antibiotik pada bakteri penyebab ISK juga menunjukkan kecenderungan resistensi terhadap antibiotik lini pertama, sehingga pemilihan terapi perlu disesuaikan dengan hasil pemeriksaan kultur dan uji kepekaan antibiotik (Pang et al., 2023; CDC, 2022).

Infeksi Berdasarkan lokasi anatominya, ISK dibedakan menjadi infeksi saluran kemih bagian bawah dan infeksi saluran kemih bagian atas. ISK bagian bawah dan infeksi saluran kemih bagian atas. ISK bagian bawah meliputi uretritis dan sistitis, yang umumnya ditandai dengan gejala seperti nyeri saat berkemih, sering berkemih, dan rasa tidak tuntas setelah miksi. Sementara itu, ISK bagian atas mencakup pielonefritis, yang melibatkan ginjal dan biasanya disertai gejala sistemik seperti demam, nyeri pinggang, mual, dan muntah, serta berpotensi menimbulkan komplikasi yang lebih serius (Hooton, 2022; Flores-Mireles et al., 2021).

Berdasarkan kompleksitasnya, ISK diklasifikasikan menjadi ISK tidak terkomplikasi dan ISK terkomplikasi. ISK tidak terkomplikasi umumnya terjadi pada individu sehat tanpa kelainan struktural atau fungsional saluran kemih, dan paling sering ditemukan pada perempuan dewasa. Sebaliknya, ISK terkomplikasi terjadi pada pasien dengan faktor risiko tertentu seperti penggunaan kateter urin, kelainan anatomi saluran kemih, penyakit kronis (misalnya diabetes mellitus), kehamilan, atau pada pasien laki-laki. ISK terkomplikasi cenderung disebabkan oleh bakteri yang lebih resisten terhadap antibiotik dan memerlukan penanganan yang lebih intensif (Bonkat et al., 2023). Selain berdasarkan Lokasi anatomi dan

kompleksitasnya, ISK juga dapat diklasifikasikan berdasarkan frekuensi kekambuhannya menjadi ISK sporadic dan ISK rekuren. ISK sporadic merupakan infeksi yang terjadi sesekali, sedangkan ISK rekuren ditandai dengan terjadinya infeksi berulang, yaitu dua kali atau lebih enam bulan dan tiga kali atau lebih dalam satu tahun. Kekambuhan ini dapat disebabkan oleh reinfeksi bakteri baru maupun persistensi bakteri yang sebelumnya belum sepenuhnya tereradikasi. Faktor risiko ISK rekuren meliputi kebersihan personal yang kurang baik, aktivitas seksual, penggunaan alat kontrasepsi tertentu, menopause, serta riwayat penggunaan kateter urin dalam jangka Panjang (Hooton, 2022).

Selain itu ISK juga dapat diklasifikasikan berdasarkan sumber perolehan infeksi, yaitu ISK komunitas dan ISK terkait pelayanan Kesehatan. ISK komunitas terjadi pada pasien yang tidak memiliki riwayat perawatan medis sebelumnya, sedangkan ISK terkait pelayanan kesehatan sering ditemukan pada pasien rawat inap atau individu yang menggunakan alat medis seperti kateter urin. Jenis ISK terakhir ini sering dikaitkan dengan bakteri oportunistik dan pola resistensi antibiotik yang lebih tinggi (CDC, 2022; Pang et al., 2023).

D. Faktor Risiko Infeksi Saluran Kemih

Beberapa faktor risiko yang berkontribusi terhadap kejadian ISK antara lain:

- a. Penggunaan kateter urin: Kateterisasi yang lama dapat meningkatkan kolonisasi bakteri pada saluran kemih (Mendrofa, 2024).
- b. Faktor anatomi dan fisiologis: Perempuan lebih berisiko karena uretra pendek dan letaknya dekat dengan anus (Annisah et al., 2024).
- c. Kebersihan diri (personal hygiene): Penelitian Ismail (2022) di Medan menunjukkan hubungan signifikan antara pengetahuan personal hygiene dengan kejadian ISK pada mahasiswa.
- d. Penyakit penyerta: Pasien dengan diabetes melitus memiliki risiko lebih tinggi karena kadar glukosa dalam urin dapat menjadi media pertumbuhan bakteri (Amalia Septi, 2023).

E. Identifikasi Bakteri Pada ISK

1. Pengambilan Sampel Urin

Sampel urin diperoleh menggunakan teknik midstream clean catch, yaitu urin pancar tengah yang dikumpulkan ke dalam wadah steril. Bila pasien tidak dapat berkemih, sampel diambil melalui kateterisasi sesuai indikasi medis. Sampel kemudian segera dikirim ke laboratorium untuk mencegah pertumbuhan kontaminan.

2. Urinalisis dan Kultur Urin

Urinalisis merupakan pemeriksaan awal atau tes skrining yang cepat dalam menilai adanya infeksi saluran kemih (ISK) dengan menggunakan metode dipstick urine. Beberapa parameter penting yang dinilai pada pemeriksaan ini meliputi leukosit esterase, nitrit, pH urine, dan hematuria. Hasil leukosit esterase positif menunjukkan adanya leukosit dalam urine yang mengindikasikan proses infeksi. Nitrit positif menandakan keberadaan bakteri pereduksi nitrat menjadi nitrit, seperti *Escherichia coli*. Peningkatan pH urine dapat terjadi akibat aktivitas bakteri penghasil enzim urease, misalnya *Proteus sp.*, sedangkan hematuria dapat ditemukan apabila infeksi menyebabkan iritasi pada saluran kemih. Kombinasi hasil positif leukosit esterase dan nitrit memiliki nilai prediktif yang tinggi dalam mendukung diagnosis ISK. Untuk memastikan diagnosis secara definitive dilakukan pemeriksaan kultur urine yang merupakan gold standard dalam penegakan diagnosis ISK. Kultur urine bertujuan untuk mengidentifikasi jenis bakteri penyebab infeksi serta menentukan jumlah koloni bakteri. Hasil kultur dinyatakan bermakna apabila jumlah bakteri $\geq 10^5$ CFU/mL, yang menunjukkan adanya infeksi signifikan. Jumlah bakteri antara 10^3 – 10^4 CFU/mL dapat mengindikasikan kemungkinan infeksi, tergantung pada gejala klinis pasien, sedangkan jumlah bakteri $<10^3$ CFU/mL umumnya dianggap sebagai kontaminasi.

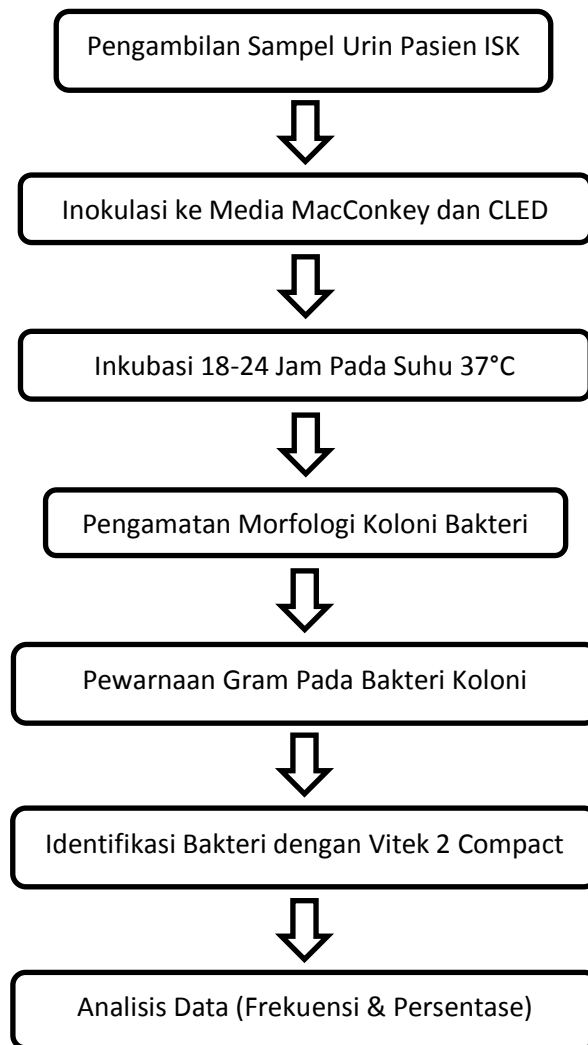
3. Pewarnaan Gram

Digunakan untuk membedakan jenis bakteri antara lain Gram negatif yaitu *E.coli*, *Klebsiella sp.*, *Pseudomonas aeruginosa* dan Gram positif yaitu *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*.

4. Identifikasi Lanjutan (VITEK 2 Compact)

Identifikasi lanjutan bakteri dilakukan menggunakan VITEK 2 Compact, yaitu sistem otomatis yang digunakan untuk menentukan spesies bakteri secara cepat dan akurat serta untuk melakukan uji kepekaan antibiotik Antimicrobial Susceptibility Testing (AST). Metode ini bekerja dengan menganalisis pola metabolisme bakteri berdasarkan reaksi biokimia pada kartu uji khusus. Penggunaan VITEK 2 Compact memungkinkan proses identifikasi dan penentuan sensitivitas antibiotik dilakukan dalam waktu kurang dari 24 jam, sehingga mempercepat penegakan diagnosis dan membantu dalam pemilihan terapi antibiotik yang tepat serta mendukung upaya pengendalian resistensi antibiotik.

F. Kerangka Teori



Gambar 2. Kerangka konsep