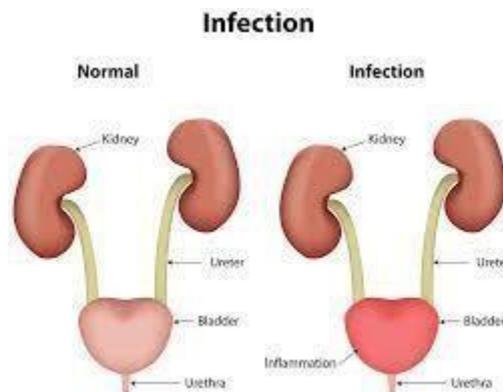


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Infeksi Saluran Kemih (ISK)

Infeksi Saluran Kemih (ISK) adalah kondisi yang terjadi akibat adanya mikroorganisme patogen yang menginfeksi saluran kemih, termasuk uretra (uretritis), kandung kemih (sistitis), ureter, dan ginjal (pielonefritis). ISK merupakan salah satu infeksi yang paling sering dijumpai, baik di lingkungan masyarakat maupun fasilitas kesehatan. Risiko infeksi ini lebih tinggi pada wanita karena perbedaan anatomi, di mana uretra wanita yang lebih pendek mempermudah bakteri mencapai kandung kemih (Andriani et al., 2023). Infeksi saluran kemih kerap terjadi disebabkan oleh bakteri uropatogenetik, yaitu *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, dan *Streptococcus agalactiae* dan 90% infeksi tersebut disebabkan oleh *Escherichia coli*. Bakteri tersebut dapat masuk ke kandung kemih dan mengalahkan kekebalan bawaan tubuh.



Gambar 2.1. Urinary Tract Infection Sumber:
(North Eastern Urology, 2020)

2.1.1 Epidemiologi Infeksi Saluran Kemih

Infeksi saluran kemih (ISK) umum terjadi pada populasi lanjut usia, dengan prevalensi rata-rata 9,3% pada wanita di atas 65 tahun, serta berkisar antara 2,5% hingga 11% pada pria dalam kelompok usia yang sama. Selain itu, ISK merupakan infeksi nosokomial paling sering ditemukan, dengan angka kejadian mencapai 40- 60%. Diagnosis ISK ditegakkan ketika jumlah bakteri dalam urin melebihi 100.000 koloni per mililiter dari spesies yang sama.

Pemeriksaan urinalisis menunjukkan bahwa sekitar 5% wanita mengalami bakteriuria tanpa gejala, sementara sekitar 30% mengalami gejala dalam satu tahun (Teguh Firdaus & Rina Yunita, 2021). Di Indonesia, angka kejadian ISK diperkirakan berkisar antara 90 hingga 100 kasus per 100.000 penduduk setiap tahunnya. Berbagai jenis bakteri dapat menyebabkan ISK, tetapi *Escherichia coli* menjadi penyebab utama pada sekitar 90% kasus di Indonesia (Rosana et al., 2020).

2.1.2 Klasifikasi Infeksi Saluran Kemih

Secara anatomi, infeksi saluran kemih (ISK) terbagi menjadi dua jenis. Pertama, ISK bagian bawah yang mencakup sistitis, yaitu infeksi pada kandung kemih, serta uretritis yang merupakan infeksi pada uretra. Dari kedua jenis ini, sistitis adalah yang paling sering terjadi, terutama pada wanita setelah berhubungan seksual, karena bakteri dapat masuk ke kandung kemih melalui uretra. Gejala uretritis umumnya mirip dengan sistitis (Kandou Manado et al., 2015).

ISK bagian atas melibatkan infeksi ginjal, yang dikenal sebagai pielonefritis. Infeksi saluran kemih yang tidak disertai komplikasi mengacu pada kondisi tanpa adanya gangguan struktural atau neurologis yang mempengaruhi aliran urin normal. Infeksi ini umumnya dialami oleh individu dalam rentang usia subur, yaitu 15–45 tahun. Pada pria, ISK jarang terjadi dan sering kali dikaitkan dengan kelainan struktural atau neurologis, sehingga tidak dikategorikan sebagai ISK tanpa komplikasi. Selain itu, ISK juga dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu ISK tanpa komplikasi dan ISK dengan komplikasi (Bettcher et al., 2021).

2.1.3 Faktor risiko Infeksi Saluran Kemih

Beberapa faktor yang diduga berkontribusi terhadap terjadinya infeksi saluran kemih (ISK) antara lain usia, jenis kelamin, aktivitas seksual, riwayat diabetes melitus, kebiasaan buang air kecil, dan tingkat pendidikan (Triyani et al., 2023).

1). Usia

Risiko ISK meningkat seiring bertambahnya usia. Pada pria, kondisi ini sering dikaitkan dengan gangguan anatomi seperti pembesaran prostat. Sementara pada wanita menopause, perubahan flora vagina dan periuretra menjadi faktor pemicu. Faktor lain yang berkontribusi meliputi kebersihan perineum yang kurang baik akibat inkontinensia fekal, gangguan neuromuskular, serta penggunaan kateter. Insiden ISK pada wanita di atas 60 tahun bahkan bisa mencapai 10%. Seiring bertambahnya usia, kemampuan tubuh dalam mempertahankan sterilitas kandung kemih dan uretra berkurang akibat penurunan fungsi sel imun, khususnya sel T. Perubahan ini mengurangi efektivitas sistem imun dalam melawan infeksi.

2) Jenis Kelamin

Perempuan memiliki risiko lebih tinggi terkena ISK dibandingkan laki-laki. Penelitian menunjukkan bahwa 54,5% perempuan mengalami ISK dalam berbagai rentang usia. Faktor utama yang berkontribusi adalah anatomi uretra perempuan yang lebih pendek, sehingga bakteri dari area perianal lebih mudah mencapai kandung kemih.

3) Riwayat Diabetes Melitus

Penderita diabetes melitus (DM) memiliki risiko lebih tinggi terkena infeksi, termasuk ISK. Semakin lama seseorang menderita DM, semakin besar kemungkinan mengalami neuropati akibat kadar gula darah yang tinggi. Neuropati pada sistem urogenital dapat menyebabkan gangguan berkemih dan retensi urin, sehingga menghambat pembersihan bakteri dari kandung kemih. Kondisi ini meningkatkan pertumbuhan bakteri dan berisiko menyebabkan infeksi. Leukosituria, yaitu keberadaan leukosit dalam urine lebih dari 5/lpb, juga sering ditemukan pada pasien dengan ISK (Ariwijaya & Suwitra, 2022).

4) Aktivitas Seksual

Hubungan seksual dapat memicu masuknya bakteri ke dalam kandung kemih, yang menjadi penyebab utama ISK pada perempuan muda. Kebiasaan buang air kecil setelah berhubungan seksual terbukti dapat mengurangi risiko ISK, karena membantu mengeluarkan bakteri yang masuk selama aktivitas seksual.

5) Kebiasaan Buang Air Kecil

Stasis urin atau penumpukan urin dalam kandung kemih merupakan faktor utama yang memicu ISK. Normalnya, pengosongan kandung kemih yang sempurna dapat mencegah bakteri berkembang biak dan menyebar. Namun, kebiasaan menahan buang air kecil atau berkemih yang tidak tuntas dapat menyebabkan tekanan tinggi dalam kandung kemih, yang pada akhirnya meningkatkan pertumbuhan bakteri dan risiko ISK.

6) Tingkat Pendidikan

Tingkat pendidikan seseorang berpengaruh terhadap pengetahuan tentang kesehatan. Individu dengan pendidikan lebih tinggi cenderung memiliki pemahaman yang lebih baik mengenai kesehatan, termasuk cara mencegah ISK. Sebaliknya, keterbatasan pendidikan dapat menghambat akses terhadap informasi kesehatan yang penting.

2.1.4 Diagnosis Infeksi Saluran Kemih

Diagnosis pasti infeksi saluran kemih (ISK) didasarkan pada kultur urine, sementara urinalisis berperan sebagai tes skrining yang membantu mengidentifikasi kemungkinan ISK dan memandu pengobatan empiris awal. Hasil urinalisis yang mencurigakan ISK ditandai dengan uji leukosit esterase dan uji nitrit yang menunjukkan hasil positif (Pardede, 2018).

1. Pemeriksaan Leukosit Urine

Uji leukosit esterase bekerja berdasarkan reaksi enzim esterase yang terdapat dalam granula azurofilik pada leukosit granulosit. Granula ini ditemukan dalam sitoplasma granulosit, monosit, dan makrofag, tetapi tidak pada limfosit. Jumlah enzim esterase yang terdeteksi mencerminkan jumlah leukosit dalam urine. Keberadaan leukosit esterase menjadi indikator tidak langsung adanya infeksi bakteri. Pyuria, yaitu kondisi dengan peningkatan sel darah putih dalam urine, menunjukkan kemungkinan adanya ISK.

Tingginya kadar leukosit esterase dalam urine dapat mengindikasikan infeksi saluran kemih. Namun, hasil negatif palsu dapat terjadi akibat kadar berat jenis (BJ) urine yang tinggi, adanya protein dan glukosa dalam jumlah besar. Sebaliknya, hasil positif palsu dapat muncul akibat kontaminasi urine dengan cairan vagina atau sumber esterase lain (Lase et al., 2023).

Hasil tes biasanya dilaporkan dalam kategori: negatif, trace (15 leukosit/ μL), +1 (70 leukosit/ μL), +2 (125 leukosit/ μL), atau +3 (500 leukosit/ μL). Jika urine memiliki konsentrasi tinggi glukosa dan protein atau berat jenis yang tinggi, leukosit dapat menyusut dan menghambat pelepasan esterase, yang berpotensi menghasilkan hasil negatif palsu.

2. Pemeriksaan Nitrit Urine

Uji nitrit dilakukan menggunakan dipstick urine standar sebagai metode skrining bakteriuria asimtomatik. Bakteri dalam kandung kemih dapat mengubah nitrat menjadi nitrit, sehingga untuk mendeteksi ISK, urine sebaiknya ditampung minimal 4 jam, terutama pada sampel urine pagi. Hasil negatif pada uji nitrit tidak selalu menyingkirkan kemungkinan ISK. Penyebabnya bisa berupa infeksi oleh bakteri yang tidak menghasilkan nitrit, waktu penyimpanan urine di kandung kemih yang terlalu singkat, atau diuresis berlebihan. Tes dianggap positif jika warna zona uji berubah menjadi merah atau kemerahan dalam 40 detik, yang menunjukkan konsentrasi bakteri melebihi 10^5 kuman/mL. Jika tidak ada perubahan warna, hasilnya dianggap negatif. Namun, intensitas warna tidak selalu mencerminkan jumlah bakteri yang ada. Sensitivitas uji ini adalah 0,075 mg/dL nitrit.

Hasil negatif palsu dapat terjadi jika urine mengandung vitamin C lebih dari 75 mg/dL atau kadar nitrit terlalu rendah ($\leq 0,1$ mg/dL). Selain itu, beberapa bakteri seperti *Streptococcus* dan *Enterococcus* tidak mengubah nitrat menjadi nitrit. Faktor lain yang dapat memengaruhi hasil termasuk diet rendah nitrat, penggunaan antibiotik yang menghambat metabolisme bakteri, serta reduksi nitrit menjadi nitrogen (Widyastuti et al., 2018).

3. Pemeriksaan Kultur Urine

Kultur urine merupakan metode standar untuk menegakkan diagnosis ISK, dengan kriteria pertumbuhan koloni bakteri lebih dari 50.000 koloni/mL. Kultur urine dilakukan menggunakan media agar darah, MacConkey, dan Brocalin (Trihono et al., 2018). Sampel urine yang digunakan harus segar dan idealnya diambil pada pagi hari.

Pengambilan urine dapat dilakukan melalui tusukan suprapubik, kateterisasi, atau metode urine porsi tengah (midstream urine). Metode yang paling mudah adalah urine porsi tengah, yang dikumpulkan dalam wadah steril dengan mulut lebar (R. Chenari et al., 2012).

2.2 Bakteri Penyebab Infeksi Saluran Kemih

Infeksi saluran kemih (ISK) disebabkan oleh berbagai jenis bakteri patogen, yang sebagian besar merupakan bakteri Gram negatif. Berikut adalah bakteri utama yang sering menyebabkan ISK:

A. *Escherichia coli (E. coli)*

Escherichia coli merupakan penyebab utama (>70%) infeksi saluran kemih, terutama pada kasus sistitis dan pielonefritis. Bakteri ini memiliki pili dan fimbriae yang memungkinkannya menempel pada epitel saluran kemih, sehingga menghindari aliran urin yang biasanya akan membersihkan bakteri. Beberapa strain juga menghasilkan enzim Extended Spectrum Beta-Lactamases (ESBL) yang membuatnya resisten terhadap banyak jenis antibiotik (Lestari et al., 2023). Selain itu, *E. coli* diidentifikasi sebagai bakteri dominan pada pasien ISK di Rumah Sakit Bhayangkara Kediri dengan prevalensi tinggi pada kultur urin pasien (Widianingsih & Jesus, 2018).

B. *Klebsiella pneumoniae*

Klebsiella pneumoniae adalah bakteri Gram negatif yang sering ditemukan pada pasien dengan kateter urin atau komorbiditas lain seperti diabetes. Bakteri ini dapat menghasilkan enzim urease yang meningkatkan pH urin, sehingga memicu pembentukan batu ginjal. *Klebsiella pneumoniae* diidentifikasi sebagai penyebab ISK pada pasien dengan transplantasi ginjal yang mengalami pielonefritis dan rejeksi graft (Nursamsu & Febriliant, 2020).

C. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus adalah bakteri Gram positif yang dapat menyebabkan ISK terutama pada pasien yang memiliki kateter atau setelah prosedur urologi. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk membentuk biofilm yang melindunginya dari aksi antibiotik. Aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* pada ISK juga diteliti menggunakan berbagai ekstrak tumbuhan yang menunjukkan potensi penghambatan pertumbuhan bakteri ini.

D. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa sering ditemukan pada pasien ISK yang menjalani rawat inap lama dan menggunakan kateter urin jangka panjang. Bakteri ini bersifat oportunistik dan menunjukkan resistensi antibiotik yang tinggi. Penelitian menunjukkan bahwa *Pseudomonas aeruginosa* resisten terhadap beberapa antibiotik umum yang digunakan untuk ISK dan memerlukan terapi yang lebih spesifik.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Taksonomi Bakteri

Takson	<i>Escherichia coli</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Kingdom	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>
Divisi	<i>Proteobacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Firmicutes</i>	<i>Proteobacteria</i>
Kelas	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Bacilli</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>
Ordo	<i>Enterobacteriales</i>	<i>Enterobacteriales</i>	<i>Bacillales</i>	<i>Pseudomonadales</i>
Family	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Staphylococcaceae</i>	<i>Pseudomonadaceae</i>
Genus	<i>Escherichia</i>	<i>Klebsiella</i>	<i>Staphylococcus</i>	<i>Pseudomonas</i>
Spesies	<i>E. coli</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>

2.3 Pencegahan dan Diagnosis Infeksi Saluran Kemih

2.3.1 Pencegahan ISK

Untuk mengurangi risiko ISK, langkah-langkah berikut dapat diterapkan:

1. Menjaga kebersihan pribadi, khususnya di area genital
2. Mengonsumsi cukup air untuk membantu mengeluarkan bakteri dari saluran kemih
3. Tidak menahan keinginan buang air kecil terlalu lama
4. Buang air kecil setelah berhubungan seksual

5. Menghindari penggunaan produk pembersih kewanitaan yang dapat mengganggu keseimbangan flora alami
6. Memastikan prosedur pemasangan kateter dilakukan dengan teknik steril

2.3.2 Diagnosis ISK

1. Anamnesis dan Pemeriksaan Fisik

Dokter akan mengevaluasi keluhan khas seperti disuria (nyeri saat buang air kecil), urgensi dan frekuensi berkemih meningkat, nyeri suprapubik, hematuria, serta demam pada kasus pielonefritis. Namun, gejala klinis saja tidak cukup untuk memastikan diagnosis karena bisa menyerupai kondisi lain.

2. Urinalisis

Urinalisis adalah tes skrining cepat menggunakan dipstick urine. Parameter penting yang dinilai:

- Leukosit esterase: Positif → menandakan adanya leukosit, tanda infeksi
 - Nitrit: Positif → menunjukkan bakteri pengubah nitrat (misal *E. coli*)
 - pH urine: Meningkat bila ada bakteri urease seperti *Proteus*
 - Hematuria: Dapat ditemukan bila ISK menyebabkan iritasi saluran kemih
- Hasil urinalisis positif untuk leukosit esterase dan nitrit memiliki nilai prediktif tinggi untuk ISK.

3. Kultur Urine

Kultur urin merupakan gold standard dalam mendiagnosis ISK. Kriteria hasil:

- $\geq 10^5$ CFU/mL: Infeksi bermakna
- 10^3 – 10^4 CFU/mL: Infeksi mungkin, tergantung gejala
- $< 10^3$ CFU/mL: Biasanya dianggap kontaminasi

Media seperti MacConkey Agar dan CLED Agar membantu membedakan bakteri berdasarkan fermentasi laktosa.

4. Pewarnaan Gram

Digunakan untuk membedakan jenis bakteri:

- Gram negatif: *E. coli*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*
- Gram positif: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*

5. Identifikasi Lanjutan (Vitek 2 Compact)

Vitek 2 Compact digunakan untuk identifikasi spesies bakteri secara otomatis dan mengetahui sensitivitas antibiotik (AST). Teknologi ini mempercepat diagnosis dalam <24 jam dan membantu pengendalian resistensi antibiotik.

6. Pemeriksaan Tambahan

Pemeriksaan lain yang dapat dilakukan jika diperlukan:

- USG: Mendeteksi komplikasi seperti batu ginjal
- CT Scan atau Urografi: Untuk kasus ISK berulang atau komplikasi
- PCR: Deteksi cepat bakteri tertentu (masih terbatas penggunaannya)

2.4 Urine

Urine merupakan cairan sisa metabolisme tubuh yang dikeluarkan oleh ginjal melalui proses urinasi. Ekskresi urine berfungsi untuk menghilangkan zat sisa dari darah yang telah disaring oleh ginjal, membantu menjaga keseimbangan cairan tubuh atau homeostasis (Naid et al., 2014).

Urine terdiri dari air serta berbagai zat terlarut, termasuk sisa metabolisme seperti urea, garam, dan senyawa organik lainnya. Komponen-komponen ini berasal dari darah atau cairan interstisial. Selama proses reabsorpsi, komposisi urine dapat berubah karena molekul penting, seperti glukosa, diserap kembali oleh tubuh. Zat-zat sisa yang tidak dibutuhkan, termasuk urea dan senyawa beracun, kemudian dikeluarkan melalui urine (Widyastuti et al., 2018).

Urinalisis adalah pemeriksaan urine yang meliputi analisis fisik, kimia, dan mikroskopis. Pemeriksaan ini mencakup penilaian warna, kejernihan, bau, serta analisis kandungan pH, protein, keton, glukosa, dan bilirubin menggunakan strip reagen. Berat jenis urine diukur menggunakan urinometer, sementara analisis mikroskopis bertujuan mendeteksi adanya eritrosit, leukosit, epitel, kristal, atau bakteri dalam sedimen urine. Menurut rekomendasi National Committee for Clinical Laboratory Standards, fungsi urinalisis meliputi:

1. Membantu dalam diagnosis berbagai penyakit.
2. Mendeteksi kondisi tanpa gejala, seperti infeksi saluran kemih (ISK) atau penyakit menular seksual, serta gangguan genetik seperti diabetes melitus.

3. Memantau perkembangan penyakit serta mengevaluasi efektivitas pengobatan dan kemungkinan komplikasi

2.4.1 Proses Pembentukan Urine

Sistem uropoietik, yang terdiri dari ginjal, ureter, kandung kemih, dan uretra, berperan dalam produksi, penyimpanan, dan ekskresi urine. Proses pembentukan urine dimulai ketika darah masuk ke glomerulus melalui arteriol aferen, lalu mengalami ultrafiltrasi di kapsul Bowman dan tubulus ginjal. Selanjutnya, proses reabsorpsi dan sekresi terjadi di tubulus untuk menyaring zat-zat yang masih diperlukan tubuh. Hasil filtrasi akhirnya mengalir ke duktus pengumpul, pelvis ginjal, ureter, kandung kemih, dan akhirnya dikeluarkan melalui uretra sebagai urine (Adliana & Wahid, 2023).

2.4.2 Jenis Urine untuk Pemeriksaan Kultur pada Infeksi Saluran Kemih

Untuk pemeriksaan kultur urine, spesimen terbaik adalah urine pagi pertama dengan metode midstream clean-catch. Urine pagi pertama dianggap paling representatif karena mengandung konsentrasi tertinggi bakteri jika terjadi infeksi. Metode midstream clean-catch bertujuan untuk meminimalkan kontaminasi dari flora normal di area genital. Prosedur ini dilakukan dengan membuang sebagian aliran urine pertama, lalu menampung bagian tengah aliran urine ke dalam wadah steril setelah pembersihan genital secara menyeluruh.