

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Landasan Teori**

##### **1. Infeksi Saluran Kemih**

###### **a. Definisi**

Infeksi Saluran Kemih (ISK) adalah salah satu infeksi yang paling sering terjadi. ISK terjadi pada saluran kemih seseorang, yang disebabkan oleh adanya bakteri atau mikroorganisme. Saluran kemih merupakan salah satu organ yang terdapat pada tubuh manusia, tepatnya terdapat pada perut bagian bawah atau pada daerah panggul dibelakang tulang kemaluan. Sistem saluran kemih terdiri dari beberapa organ yaitu ginjal, kandung kemih, ureter, dan uretra (Jumadewi, 2024). Manifestasi klinis dari ISK dapat sangat beragam, dimulai dari yang paling ringan (panas, sistitis, uretritis) hingga yang berat (batu saluran kemih, pielonefritis akut, dan bakteremia (Annisah *et al.*, 2024). Infeksi ini umum terjadi pada semua individu, baik pria, wanita, anak-anak atau orang tua. Hal ini terjadi karena uretra yang berfungsi sebagai saluran keluar urin dapat menjadi pintu masuk bakteri ke saluran kemih (Kaur & Kaur, 2021).

Gejala ISK antara lain keinginan untuk buang air kecil yang tinggi, namun terjadi sensasi terbakar saat buang air kecil, nyeri di bagian perut bagian bawah meskipun mengeluarkan sedikit air kencing, tak jarang juga hingga mengeluarkan darah, bau urin lebih menyengat dari bau urin normal. Penyakit ISK atas dapat mempengaruhi ginjal dan ureter seperti pada kasus pielonefritis, sedangkan ISK bagian bawah mempengaruhi uretra dan kandung kemih. Lebih jauh, ISK tanpa komplikasi adalah infeksi saluran kemih tanpa komplikasi kelainan, yaitu fungsional atau anatomis (Hashary *et al.*, 2018).

###### **b. Prevalensi**

Prevalensi penyakit ISK pada 2010 mengakibatkan 40,9 juta pasien harus mengalami rawat jalan serta 24% lainnya di UGD. Kementerian Kesehatan Republik

Indonesia memperkirakan setiap 100.000 penduduk per tahun terdapat 90-100 kasus ISK atau sekitar 180.000 kasus baru per tahun (Annisah *et al.*, 2024). Prevalensi ISK dipengaruhi oleh usia dan jenis kelamin, jenis kelamin perempuan memiliki risiko 3-10% lebih besar dibandingkan dengan laki-laki. Pada wanita berusia di atas 65 tahun prevalensinya adalah sekitar 20%. Wanita lansia pascamenopause sebanyak 10% menunjukkan bahwa mereka menderita ISK. Di negara Indonesia, prevalensi ISK pada perempuan (67%), sedangkan laki-laki (33%) (Sukmonurcahyo & Hartono, 2024).

**c. Etiologi**

Perpindahan bakteri dari mukosa vagina atau usus merupakan penyebab sebagian besar ISK bagian atas dan bawah pada wanita. Bakteri Gram negatif dan anaerob fakultatif residen merupakan patogen yang paling umum dari flora usus dan vagina. Pada hampir 85% ISK disebabkan oleh *E. coli*; pada 10% kasus disebabkan *Staphylococcus saprophyticus*; dan sisa minoritas penyebab meliputi spesies *Enterobacteriaceae*, *Proteus* dan *Klebsiella*. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan salah satu patogen baru yang dapat menyebabkan ISK di masyarakat dan dilaporkan terkait dengan 10–15% kasus (Kaur & Kaur, 2021). ISK dikategorikan menjadi infeksi yang didapat di rumah sakit dan di masyarakat. Banyak survei menunjukkan bahwa ISK dapat terjadi pada tahap kehidupan manapun dan memengaruhi pria maupun wanita.

**d. Patofisiologi**

Patofisiologi penyakit ISK diawali dengan masuknya organisme periuretra, lalu berjalan menuju uretra dan kandung kemih, hingga pada akhirnya mengarah pada sistitis. Selain itu, patogen ini dapat naik melalui ureter ke parenkim ginjal, menyebabkan pielonefritis, dan mampu menyebabkan hematogen. Pielonefritis mengakibatkan pembentukan jaringan parut pada parenkim ginjal sebesar 10-30% pasien anak. Jaringan parut ini dapat

menyebabkan hipertensi, ginjal kronis, dan gagal ginjal (Sukmonurcahyo & Hartono, 2024).

**e. Faktor Risiko**

1) Jenis kelamin

Seseorang dengan jenis kelamin perempuan terlebih yang telah lansia dan menderita ISK menunjukkan gejala inkontinensia urin. Pada wanita yang telah memasuki masa menopause, pengeluaran urin meningkat secara signifikan karena kadar estrogen yang rendah dalam periode 3 hari pasca ISK. Tanda dan gejala umum ISK meliputi demam, gatal, rasa terbakar, pembentukan lepuh di area genital, nyeri *suprapubik*, dan *piuria*. Infeksi simtomatik menunjukkan peradangan dan jumlah sel darah putih  $>8$  sel/mL dalam urin. Urin mungkin tampak keruh dan kondisi ini disebut piuria atau leukosituria (Kaur & Kaur, 2021).

Secara anatomi, pria lebih tahan terhadap ISK. Patogen yang bertanggung jawab atas infeksi tersebut dapat secara efektif menggunakan uretra yang lebih pendek pada wanita sebagai jembatan antara lubang kencing dan kandung kemih. Sebaliknya, uretra yang lebih panjang pada pria memudahkan pengeluaran patogen ini melalui urine sebelum mencapai kandung kemih. Kolonisasi mukosa periuretra yang tak terelakkan dengan spesies bakteri dari flora usus juga memudahkan infeksi (Irawan, 2018).

2) Kebiasaan

Faktor perilaku seperti adanya hubungan seksual pertama kali dapat mendorong munculnya ISK pada wanita, penyakit ini muncul setelah 2 hari melakukan hubungan seksual. Penggunaan spermisida dan/atau kondom juga dapat memicu ISK. Flora vagina dapat diubah oleh spermisida yang mengandung senyawa nonoxonol-9 (Lucitania Floreca Mokos *et al.*, 2023).

### 3) Genetika

Efek genetic penyakit ISK berpotensi dapat diturunkan, terlebih dengan kondisi kebiasaan yang kurang bersih. Mayoritas pada perempuan yang terkena penyakit ISK secara berulang terindikasi bahwa terdapat riwayat ISK dalam silsilah keluarga. Hal ini tidak hanya berkaitan dengan mukosa uretra dan vagina, namun juga berkaitan dengan mukosa bukal (Kaur & Kaur, 2021).

### 4) Usia

Faktor risiko ISK pada Wanita lansia yang paling rentan terkena ISK. Proliferasi dari bakteri *Lactobacillus* serta pH asam dari vagina mampu memberi pertahanan melawan kolonisasi patogen. Namun, pada saat menopause, kadar estrogen menurun, sehingga menyebabkan *E. coli* atau *Enterobacteriaceae* lainnya mengalami peningkatan (Irawan, 2018).

### 5) Kehamilan

Perubahan psikologis pada proses kehamilan mampu meningkatkan risiko ISK atas. Bakteri *Streptococcus* Grup B maternal pada wanita yang sedang hamil merupakan salah satu indikasi untuk kolonisasi dari saluran genital. Faktor risiko lainnya dapat dipengaruhi oleh usia lanjut, status sosial ekonomi yang rendah, kelainan anatomi saluran kemih, diabetes, dan penyakit sel darah sabit. Jika penyakit ini tidak diobati maka dapat mengakibatkan neonatal 25–40% (Yanis *et al.*, 2022).

### 6) Penggunaan kateter

Kateterisasi dapat meningkatkan risiko *bacteriuria* yang paling umum untuk perkembangan ISK nosokomial. Penyakit ISK merupakan faktor morbiditas paling umum dalam kasus proses pembedahan, stress, atau prolaps organ panggul (Widiyastuti & Soleha, 2023).

#### **f. Gejala klinis**

Penyakit ISK bagian bawah ditandai dengan nyeri saat kencing di daerah *suprapubik* atau *hematuria*. Pada penyakit ISK bagian atas ditandai dengan demam, nyeri panggul, menggigil, mual, muntah, nyeri kostovertebral, dan gejala sistitis (Mangarengi *et al.*, 2021). Peluang seseorang dengan gejala ISK di fasilitas perawatan primer sebesar 50%. Peluang ini meningkat menjadi 84%–92% jika pasien memiliki riwayat ISK berulang (Kaur & Kaur, 2021).

#### **g. Pemeriksaan Penunjang**

##### **1) Metode Konvensional**

###### **a) Metode Non-kultur**

Dalam metode disptik uji ini dapat mendeteksi adanya kandungan nitrit. Kandungan ini merupakan produk dari metabolisme patogen yang berada pada saluran kemih, esterase leukosit, protein, serta darah. Pertumbuhan bakteri yang ada pada urin dapat dideteksi dengan pewarnaan Gram (Afrilina *et al.*, 2017).

###### **b) Metode kultur**

Kultur urin dilakukan melalui pelapisan menggunakan loop terkalibrasi menggunakan media agar Mac-Conkey serta agar darah. Uji ini mampu memberikan informasi jumlah koloni/ml dan tingkat kerentanan antibiotik (Afrilina *et al.*, 2017).

###### **c) PCR**

Teknik PCR mampu meng-amplifikasi DNA menggunakan primer universal atau selektif, sehingga mampu memilih target gen tunggal untuk kuantifikasi dan identifikasi bakteri di dalam sampel urin (Sari, 2016).

##### **2) Metode Deteksi Biosensor**

Metode berbasis biosensor dikembangkan untuk mendeteksi pertumbuhan mikroorganisme secara akurat dan singkat. Sensor yang digunakan, antara lain sensor *magnetoelastic*, biosensor susunan

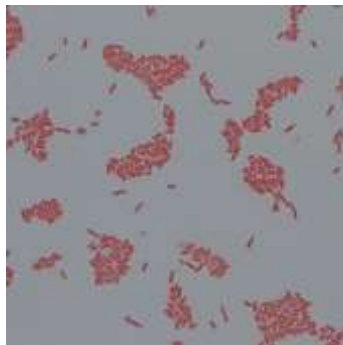
mikrokantilever, sensor endotoksin elektrokimia, biosensor berbasis aptamer (Kaur & Kaur, 2021).

## 2. *Escherichia coli*

### a. Klasifikasi

Bakteri *E. coli* dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Rahayu *et al.*, 2018):

Kingdom : Bacteria  
 Phylum : Proteobacteria  
 Class : Gammaproteobacteria  
 Order : Enterobacteriales  
 Family : Enterobacteriaceae  
 Genus : Escherichia  
 Species : *Escherichia coli*



Gambar 2. 1 Bakteri *Escherichia coli* (Microbiologyinpictures, 2015)

### b. Morfologi

Bakteri *E. coli* merupakan bakteri Gram negatif yang ditemukan pada tahun 1885 oleh seorang ilmuwan bernama Theodor Escherich. Bakteri *E. coli* berbentuk batang dengan panjang 2 mikrometer dan diameter 0,5 mikrometer. Bakteri ini dapat hidup pada rentang suhu 20-40°C dengan suhu optimumnya pada 37°C. Pada umumnya, bakteri *E. coli* ditemukan dalam usus besar manusia. Bakteri *E. coli* relatif tidak berbahaya, tetapi jenis *E. coli* tipe O157:H7 dapat mengakibatkan keracunan makanan karena adanya zat verotoksin (Rahayu *et al.*, 2018).

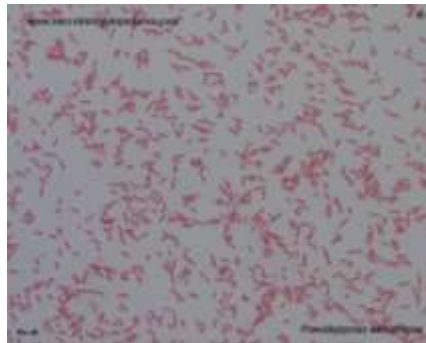
## 3. *Pseudomonas aeruginosa*

### a. Klasifikasi

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dapat diklasifikasikan sebagai berikut (USDA, 2025).

Kingdom : Bacteria

Phylum	: Proteobacteria
Class	: Gammaproteobacteria
Order	: Pseudomonadales
Family	: Pseudomonadaceae
Genus	: Pseudomonas
Species	: <i>Pseudomonas aeruginosa</i>



**Gambar 2. 2 Bakteri *Pseudomonas aeruginosa***  
(Microbiologyinpictures, 2015)

#### **b. Morfologi**

Bakteri *P. aeruginosa* merupakan bakteri Gram negatif dengan ciri-ciri aerob obligat, berflagel, ukuran 0,5-1,0  $\mu\text{m}$ , menghasilkan spora, dan tidak mampu menfermentasi karbohidrat. Bakteri ini mampu menghasilkan pigmen nonfluoresen piosianin. Beberapa *P. aeruginosa* juga menghasilkan pigmen fluoresen hijau, yaitu pioverdin (Sharmin *et al.*, 2022).

### **4. Antibiotik**

#### **a. Definisi**

Antibiotik merupakan zat atau senyawa kimia yang dapat diolah dari bakteri dan diproses sedemikian rupa, serta berfungsi untuk membunuh dan/atau menghambat perkembangbiakan dari patogen. Antibiotik pada umumnya digunakan untuk terapi pengobatan penyakit atau infeksi yang disebabkan oleh adanya pertumbuhan bakteri yang bersifat patogen. Penggunaan antibiotik sebaiknya diperhatikan agar tepat dosis, penggunaan, dan indikasi agar terhindar dari adanya resistensi (Syafriidah, 2022).

#### **b. Antibiotik Untuk ISK**

Antibiotik adalah terapi yang digunakan untuk mengobati ISK. Antibiotik lini pertama untuk terapi adalah amoksisilin. Namun, jika penyakit sudah mengalami

kenaikan tingkat keparahan, maka digunakan trimetoprim/sulfametoksazole (Rahayu *et al.*, 2018). Antibiotik untuk terapi ISK biasanya terdiri atas 7 macam antibiotik dengan 6 golongan. Penggunaan ceftriaxone sebesar 50%, meropenem sebesar 23%, amikasin sebesar 9%, metronidazole sebesar 5%, levofloxacin sebesar 5%, clindamysin sebesar 4%, dan ceftazidime sebesar 4% (Hashary *et al.*, 2018).

### c. Resistensi Antibiotik

Resistensi bakteri terhadap antibiotik adalah kemampuan yang dimiliki bakteri secara alamiah untuk mempertahankan diri terhadap efek antibiotik dengan menetralkan dan melemahkan daya kerja dari antibiotik (Jamilatun, 2019). Pemakaian antibiotik yang tidak tepat dosis, jenis, dan durasi pemberian meningkatkan potensi resistensi. Resistensi antibiotik menyebabkan terapi ISK menjadi tidak efisien dan efektif, selain itu juga dapat menyebabkan peningkatan morbiditas, mortalitas, dan peningkatan biaya perawatan pasien (Hidayat & Dewi, 2024).

## 5. Uji sensitivitas

### a. Definisi

Uji sensitivitas antibiotik bertujuan mengetahui adanya resistensi atau tingkat sensitivitas bakteri terhadap sediaan antibiotik yang digunakan sebagai terapi. Parameter yang diamati dari uji sensitivitas adalah tingkat diameter atau kejernihan dari zona hambat pada media agar yang digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri (Sari Ramadhani *et al.*, 2021).

### b. Metode Uji Difusi Kirby Bauer

Uji efektivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode *Kirby-bauer*, yaitu metode difusi menggunakan media kertas cakram. Kertas cakram yang berisi sampel pengujian diletakkan pada media agar (misal media MHA) yang sebelumnya telah diinokulasi menggunakan bakteri uji. Metode difusi cakram dilakukan dengan mengukur parameter dari diameter zona bening. Zona bening yang terbentuk pada media agar menunjukkan bahwa terdapat

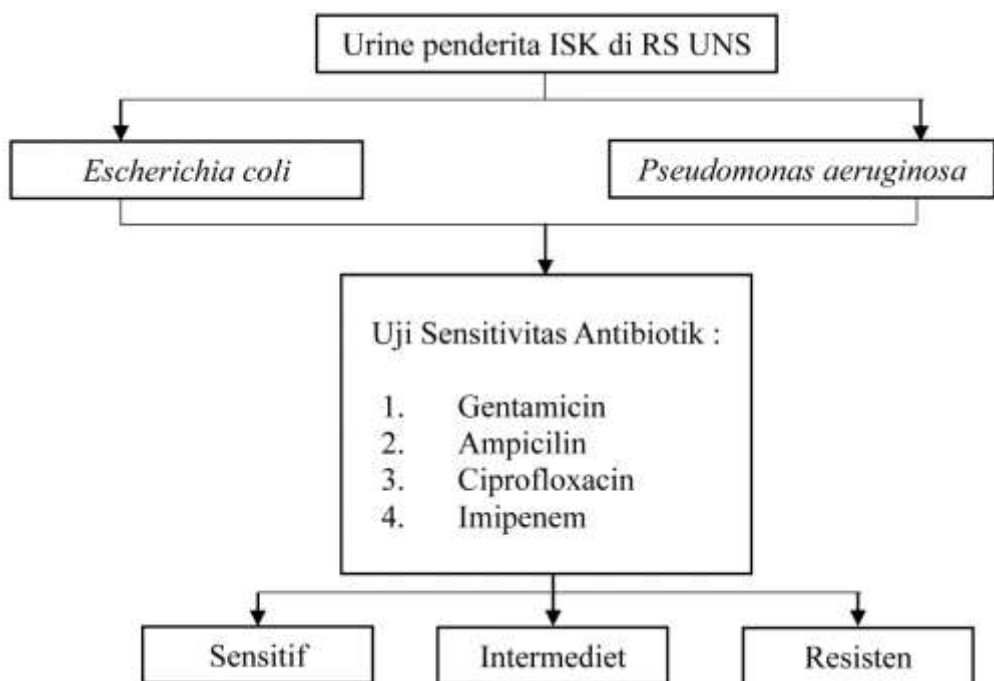


adanya hambatan dari pertumbuhan bakteri uji oleh isolat dari bakteri murni yang digunakan dalam pengujian (Chayati *et al.*, 2024).

**c. Metode Uji Dilusi**

Metode dilusi uji sensitivitas antibiotik dapat dibagi menjadi 2, yaitu metode dilusi cair dan dilusi padat. Metode dilusi cair digunakan untuk mengukur kemampuan KHM dari bakteri, sedangkan metode dilusi padat dapat digunakan untuk menentukan KBM dari bakteri. Pada dasarnya prinsip kerja dari metode dilusi cair, yaitu dengan membuat seri pengenceran dari antimikroba atau antibiotik pada media cair, kemudian media tersebut ditambahkan dengan sampel mikroba yang hendak diuji. Metode dilusi padat memiliki prinsip kerja, yaitu menginokulasi mikroba uji pada media agar padat yang mengandung antibiotik atau agen antibakteri. Beberapa keuntungan dari metode dilusi, antara lain 1 konsentrasi sampel antibakteri dapat digunakan untuk menguji beberapa bakteri uji (Fitriana *et al.*, 2020).

**B. Kerangka Pikir**



**Gambar 2. 3 Kerangka Pikir**

**C. Hipotesis**

1. Ditemukan bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* pada sampel urine penderita Infeksi Saluran Kemih (ISK).
2. Ditemukan pola sensitivitas bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* hasil isolasi sampel urin penderita Infeksi Saluran Kemih (ISK) terhadap antibiotik.