

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infeksi saluran kemih (ISK) adalah kondisi yang terjadi akibat mikroorganisme masuk ke dalam saluran kemih (Ainutajriani *et al.*, 2024). Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), infeksi saluran kemih (ISK) adalah penyakit menular paling umum kedua setelah infeksi saluran pernapasan, dengan laporan sekitar 8,3 juta kasus setiap tahun. Kondisi ini lebih sering menyerang wanita daripada pria (Tara *et al.*, 2023). Indonesia sebagai negara dengan populasi terbesar keempat di dunia setelah Tiongkok, India, dan Amerika Serikat. Berdasarkan data survei Kementerian Kesehatan RI menunjukkan angka penderita ISK mencapai 90–100 kasus per 100.000 penduduk per tahun, atau kira-kira 180.000 kasus baru setiap tahunnya (NOMOR HK.01.07/MENKES/762/2025, 2025). Hasil studi terdahulu pada bulan November 2023 sampai dengan Januari 2024 ditemukan sebanyak 23 kasus ISK dari total 126 pasien di Ruang D1 dr. Ramelan Surabaya (Putri, 2024).

Mikroorganisme penyebab ISK meliputi bakteri, jamur, virus, dan parasit. Berbagai bakteri dapat menjadi penyebab ISK, baik bakteri Gram negatif maupun Gram positif. ISK bisa didiagnosis jika 100.000 bakteri patogen per mililiter dalam sampel urine bagian tengah (Ainutajriani *et al.*, 2024). Selain bakteri, infeksi saluran kemih juga dapat disebabkan oleh jamur, virus, dan parasit, meskipun insidensinya jauh lebih rendah. Jamur dari genus *Candida*, terutama *Candida albicans*, merupakan penyebab

utama ISK akibat jamur, khususnya pada pasien dengan penggunaan kateter urine, diabetes melitus, atau kondisi imunokompromais. Infeksi saluran kemih akibat virus, seperti *BK polyomavirus*, *Adenovirus*, dan *Cytomegalovirus*, umumnya terjadi pada pasien dengan immunosupresi atau penerima transplantasi organ. Sementara itu, parasit seperti *Trichomonas vaginalis* dan *Schistosoma haematobium* hanya dilaporkan pada kondisi tertentu dan bukan merupakan penyebab utama ISK (Stewart *et al.*, 2026).

Mikroorganisme utama penyebab ISK adalah bakteri aerob. Keluarga bakteri Enterobacteriaceae, termasuk *Escherichia coli* dan *Enterococcus faecalis*, menjadi penyebab dominan ISK dengan proporsi lebih dari 95% tanpa komplikasi (Paula *et al.*, 2024). Pada penelitian sebelumnya menemukan bahwa *E. coli* adalah penyebab paling umum ISK di Surabaya (39,3%) (Ainutajriani *et al.*, 2024). Selain *E. coli*, bakteri lain yang sering diisolasi meliputi *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, dan *Staphylococcus saprophyticus*, terutama pada kasus ISK komplikata atau infeksi terkait pelayanan Kesehatan (Zhou *et al.*, 2023).

Escherichia coli merupakan bakteri berbentuk batang Gram-negatif dan masuk ke dalam famili Enterobacteriaceae, yang pertama kali diisolasi dari feses bayi serta dijelaskan oleh Theodor Escherich pada tahun 1885 (Pakbin *et al.*, 2021). Bakteri *Escherichia coli* atau yang dikenal sebagai *E. coli*, yang mudah ditemukan dan rentan terhadap perubahan genetik baik secara alami maupun acak. Terdapat banyak koleksi genom *E. coli*, yang menunjukkan perbedaan ukuran dan keragaman genom antara

bakteri komensal dan patogen, sehingga mencerminkan variasi yang luas dalam spesies bakteri yang sama. Genom-genom ini mencakup bakteri non-patogen yang berperan sebagai komensal dan merupakan bagian dari mikrobiota usus normal manusia serta banyak hewan. Selain itu, ada varian patogen yang dibedakan menjadi patogen diareogenik dan ekstraintestinal. Patogen diareogenik adalah kuman yang menyebabkan diare karena menginfeksi saluran pencernaan, contohnya *E. coli* yang menyebabkan diare dan bisa menyebar lewat makanan atau air yang kotor. Sedangkan patogen ekstraintestinal (seperti ExPEC) adalah kuman yang menyebabkan infeksi serius di luar saluran pencernaan, misalnya di saluran kemih (Braz *et al.*, 2020).

Salah satu metode deteksi molekuler yang digunakan untuk menemukan penyakit infeksi yang disebabkan oleh *Escherichia coli* adalah *Polymerase Chain Reaction* (PCR). PCR memiliki banyak kelebihan, metode ini dapat menghasilkan amplifikasi produk yang akurat, cepat, dan spesifik, dan membutuhkan jumlah sampel yang sedikit. Selain itu, metode ini dapat digunakan untuk mengatasi kelemahan dalam diagnosis konvensional (kultur) (Ismaun *et al.*, 2021). Pemeriksaan PCR pada sampel urine membutuhkan waktu yang jauh lebih singkat dibandingkan dengan metode kultur. Mulai dari ekstraksi DNA, amplifikasi, dan visualisasi hasil hanya memerlukan waktu sekitar 3 hingga 5 jam, sehingga hasil dapat diperoleh pada hari yang sama. Sedangkan pada metode kultur, membutuhkan waktu yang lebih lama karena menunggu pertumbuhan koloni bakteri, yang memerlukan waktu sekitar 1 hingga 3 hari untuk kultur

urine. Oleh karena itu, PCR memberikan keuntungan signifikan dalam hal kecepatan diagnosis dibandingkan kultur (Tyas *et al.*, 2025). PCR sudah sering digunakan dalam pemeriksaan laboratorium yang berfokus pada amplifikasi wilayah DNA tertentu. Produknya dapat diurutkan dan digunakan untuk mengidentifikasi bakteri dengan menargetkan gen atau wilayah bakteri tertentu dan menentukan apakah ada dalam sampel (Matys *et al.*, 2024).

Kemampuan *Escherichia coli* untuk memicu infeksi saluran kemih sangat berkaitan dengan keberadaan faktor virulensi yang mendukung proses kolonisasi, kelangsungan hidup, dan perkembangan penyakit ISK. Elemen utama dari faktor virulensi tersebut mencakup *adhesin* atau *fimbrae*, produksi biofilm, serta toksin. Diantara faktor virulensi penting pada *E. coli* yang menyebabkan ISK, *fimbrae* tipe 1 adalah yang paling dominan dalam kasus infeksi saluran kemih beserta subunit adhesinnya yaitu *fimH*. Untuk mengidentifikasi gen *fimH* pada *Escherichia coli* penyebab infeksi saluran kemih, teknik molekuler seperti PCR dapat diterapkan. Kondisi PCR yang ideal sangat berpengaruh pada ketepatan hasil PCR, termasuk dalam deteksi gen *fimH*. Optimasi PCR dilakukan guna mencapai kondisi terbaik untuk mendeteksi gen *fimH* dari *E. coli* yang menyebabkan ISK. Suhu annealing optimal PCR untuk mendeteksi gen *fimH* dari *E.coli* penyebab ISK didapatkan pada suhu annealing 52°C, 57°C, dan 64°C dengan spesifitas yang lebih baik pada suhu annealing 52°C. Suhu annealing 64°C menunjukkan spesifitas yang paling rendah (Zharaswati *et al.*, 2019).

Untuk memastikan kualitas DNA yang dianalisis, tahap pra-analitik pada sampel urine dilakukan secara sistematis. Untuk menentukan diagnosis infeksi saluran kemih, sampel urine diambil dari pasien. Setelah sampel urine dimasukkan ke dalam tabung mikrosentrifugasi, endapan sel bakteri dipisahkan. Setelah itu, supernatan dibuang, sehingga bagian pellet dapat digunakan sebagai sumber DNA (Sawitri *et al.*, 2024). Urine pagi memiliki keunggulan dibandingkan urine sewaktu dalam pemeriksaan laboratorium karena memiliki konsentrasi zat terlarut yang lebih tinggi dan kondisi yang lebih stabil. Urine pagi yang dikumpulkan setelah bangun tidur bersifat lebih pekat dibandingkan urine yang dikeluarkan pada siang hari. Hal ini disebabkan karena selama tidur tidak ada asupan cairan sehingga zat-zat seperti sel, protein, dan mikroorganisme menjadi lebih terkonsentrasi. Kondisi tersebut menjadikan urine pagi lebih representatif untuk pemeriksaan makroskopik, mikroskopik, maupun kimiawi seperti analisis eritrosit dan leukosit. Selain itu, urine pagi lebih sedikit terpengaruh oleh aktivitas fisik, makanan, dan hidrasi, sehingga hasil pemeriksaan menjadi lebih akurat dan stabil. Walaupun hasil penelitian leukosit urine dan eritrosit urine menggunakan urine pagi dan urine sewaktu metode carik celup menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan, peneliti tetap merekomendasikan penggunaan urine pagi karena sifatnya yang lebih pekat, tidak mudah terkontaminasi, serta memberikan gambaran yang lebih jelas terhadap kondisi ginjal dan saluran kemih pasien (Syarif *et al.*, 2020).

Studi isolasi, uji kualitatif dan amplifikasi PCR pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *Escherichia coli* ditemukan dalam urine

yang diperoleh dari lima sampel urine penderita infeksi saluran kemih (ISK) di Puskesmas Banyuanyar Surakarta. Gen *fimH* didapat dengan suhu optimal 52,0°C, diisolasi menggunakan Kit Bakteri Presto™ Mini gDNA yang mengamplifikasi pada 165 bp menjadi penanda keberadaan *Escherichia coli* dari urine positif infeksi saluran kemih pada pasien di Puskesmas Banyuanyar, Surakarta (Sawitri *et al.*, 2024).

Identifikasi *Escherichia coli* pada pasien infeksi saluran kemih (ISK) menggunakan metode PCR sangat diperlukan karena dapat memberikan hasil yang lebih cepat dan akurat dibandingkan metode biasa seperti kultur urine. PCR bisa mendeteksi bakteri meskipun jumlahnya sangat sedikit. Selain itu juga bisa mengetahui apakah bakteri tersebut kebal terhadap antibiotik tertentu, sehingga pengobatan dapat lebih tepat. Dengan cara ini, ISK bisa ditangani lebih cepat dan efektif. Terutama jika dilakukan dengan sampel urine pagi hari, karena kandungan bakteri biasanya lebih tinggi sehingga hasilnya lebih akurat (Ikatan Ahli Urologi Indonesia (IAUI), 2021).

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi DNA *Escherichia coli* dari sampel urine pagi pasien infeksi saluran kemih menggunakan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi yang akurat mengenai keberadaan *Escherichia coli* sebagai penyebab ISK serta menjadi dasar dalam pengembangan metode diagnostik laboratorium yang lebih cepat, sensitif, dan spesifik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu “Apakah terdapat DNA *Escherichia coli* pada sampel urine pagi pasien suspek infeksi saluran kemih dengan menggunakan teknik PCR?”.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Untuk mengetahui keberadaan dan mengidentifikasi DNA *Escherichia coli* pada sampel urine pagi pasien suspek infeksi saluran kemih (ISK) dengan menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR).

1.3.2 Tujuan khusus

1. Untuk melakukan isolasi DNA bakteri dari sampel urine pagi sehingga diperoleh DNA murni yang dapat digunakan sebagai template pada proses PCR.
2. Untuk melakukan amplifikasi gen target *Escherichia coli* menggunakan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) guna mendeteksi keberadaan DNA bakteri tersebut.
3. Untuk menganalisis hasil amplifikasi DNA melalui elektroforesis gel agarosa dalam memastikan adanya DNA *Escherichia coli* pada sampel urine pagi pasien suspek ISK.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu perkembangan ilmu pengetahuan biologi molekuler, khususnya dalam menemukan bakteri penyebab infeksi saluran kemih dengan menggunakan teknik molekuler. Selain itu, penelitian ini mendukung teori bahwa teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dapat mendeteksi DNA *Escherichia coli* dari sampel biologis, seperti urine pagi. Oleh karena itu, temuan penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar ilmiah dan referensi akademik untuk penelitian lebih lanjut tentang deteksi patogen melalui metode molekuler.

1.4.2 Manfaat praktis

1. Dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam penerapan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) untuk mendeteksi *Escherichia coli* penyebab infeksi saluran kemih secara cepat, akurat, dan efisien.
2. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pengembangan metode pemeriksaan molekuler guna meningkatkan kualitas dan ketepatan diagnosis penyakit infeksi.
3. Dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan bahan pembelajaran bagi penelitian selanjutnya dalam penerapan teknik PCR untuk identifikasi bakteri penyebab infeksi pada berbagai jenis sampel biologis.