

## Mekanisme *Escherichia coli* dalam Patogenesis Infeksi Saluran Kemih: *Literature Review*

Anis Fauziah Nursifa<sup>1</sup>, Mochammad Ikhbar Hafiz<sup>2</sup>, Najwa Syifa Amalia<sup>3</sup>, Nayla Fasya Maulidina<sup>4</sup>, Nazwa Shifa Choironissa<sup>\*5</sup>, Nisrina Nabila Salma<sup>6</sup>, Rd. Natasya Aurelliaputri<sup>7</sup>, Regita Ayu Revalina<sup>8</sup>, Reva Sri Puspita<sup>9</sup>, Rosdiani<sup>10</sup>, Popi Sopiah<sup>11</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10</sup> Program Studi Keperawatan, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

<sup>11</sup>Profesi NERS, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

Email: <sup>5</sup>nazwashiva@upi.edu, <sup>6</sup>nabilasalma28@upi.edu

### Abstrak

Infeksi Saluran Kemih (ISK) merupakan salah satu infeksi bakteri yang paling umum terjadi dan dapat menyebabkan komplikasi serius apabila tidak ditangani secara tepat. *Escherichia coli*, khususnya *Uropathogenic Escherichia coli* (UPEC), merupakan patogen utama penyebab ISK dengan berbagai mekanisme patogenik. Studi ini bertujuan untuk meninjau secara sistematis mekanisme patogenesis *E. coli* dalam menyebabkan ISK. Metode yang digunakan adalah *scoping review* terhadap literatur yang dipublikasikan antara tahun 2016 hingga 2025, dengan sumber data dari Google Scholar, ScienceDirect, dan Semantic Scholar. Seleksi dilakukan berdasarkan kriteria PICO: *Population* (penderita ISK), *Intervention* (*Escherichia coli*), *Comparison* (tidak ada), *Outcome* (mekanisme patogenesis). Sebanyak tujuh artikel yang relevan berhasil diseleksi dan dianalisis. Hasil kajian menunjukkan bahwa UPEC merupakan penyebab dominan ISK, dengan kemampuan adhesi melalui pili sebagai faktor virulensi utama yang memungkinkan bakteri melekat pada sel epitel saluran kemih. Mekanisme patogenesis melibatkan proses kolonisasi, adhesi, invasi, replikasi, serta aktivasi respons imun dan inflamasi. Kajian ini memberikan kontribusi penting dalam memahami strategi patogenik *E. coli*, yang dapat mendukung pengembangan pendekatan diagnostik dan terapeutik yang lebih efektif dalam pengelolaan ISK.

**Kata Kunci:** *Escherichia coli*, Infeksi Saluran Kemih, Mekanisme Patogenesis

### Abstract

Urinary tract infection (UTI) is one of the most common bacterial infections and can cause serious complications if not treated properly. *Escherichia coli*, especially *Uropathogenic Escherichia coli* (UPEC), is a major pathogen causing UTI with various pathogenic mechanisms. This study aims to systematically review the pathogenesis mechanism of *E. coli* in causing UTI. The method used was a *scoping review* of the literature published between 2016 and 2025, with data sources from Google Scholar, ScienceDirect, and Semantic Scholar. Selection was based on PICO criteria: *Population* (UTI patients), *Intervention* (*Escherichia coli*), *Comparison* (none), *Outcome* (pathogenesis mechanism). A total of seven relevant articles were selected and analyzed. The results showed that UPEC is the dominant cause of UTI, with adherence through pili as the main virulence factor that allows bacteria to adhere to urinary tract epithelial cells. The pathogenesis mechanism involves the processes of colonization, adherence, invasion, replication, and activation of immune and inflammatory responses. This study makes an important contribution to understanding the pathogenic strategies of *E. coli*, which can support the development of more effective diagnostic and therapeutic approaches in the management of UTI.

**Keywords:** *Escherichia coli*, Pathogenesis Mechanism, Urinary Tract Infection

## 1. PENDAHULUAN

Infeksi Saluran Kemih (ISK) merupakan salah satu jenis infeksi yang paling sering terjadi pada manusia, dengan angka kejadian yang tinggi secara global. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), ISK merupakan penyakit infeksi terbanyak kedua setelah infeksi saluran pernapasan (Paula et al., 2024). Di Indonesia, Kementerian Kesehatan mencatat bahwa sekitar 50–60% perempuan mengalami ISK setidaknya sekali seumur hidup (Kemenkes RI, 2020). Perempuan diketahui tiga kali

lebih rentan terhadap ISK dibandingkan laki-laki, karena faktor anatomi seperti uretra yang lebih pendek dan kedekatannya dengan anus (Annisah et al., 2024). Selain itu, faktor-faktor seperti penggunaan kateter, aktivitas seksual, perubahan hormonal, serta kondisi medis seperti diabetes juga turut meningkatkan risiko terjadinya ISK.

Secara etiologis, *Escherichia coli* (*E. coli*) merupakan patogen dominan penyebab ISK, bertanggung jawab atas lebih dari 80% kasus pada populasi dewasa (Ramadhan et al., 2024; Gunawan et al., 2022). Bakteri ini secara alami terdapat di saluran pencernaan manusia dan hewan, namun dapat menyebabkan infeksi serius apabila bermigrasi ke saluran kemih. Mekanisme patogeniknya mencakup kemampuan menempel pada dinding epitel melalui adhesin, menghasilkan toksin dan enzim perusak jaringan, serta membentuk biofilm yang melindungi bakteri dari sistem imun dan terapi antibiotik (Safitri Yunda et al., 2024; Raharjo et al., 2023). Adanya pili tipe 1 dan pili P pada strain *uropatogenik E. coli* (UPEC) juga meningkatkan kapasitas kolonisasi di saluran kemih bagian atas dan memperkuat daya tahan terhadap lingkungan inang (Gunawan et al., 2022).

ISK yang disebabkan oleh *E. coli* dapat berkembang dari infeksi ringan di kandung kemih (sistitis) hingga infeksi berat di ginjal (pielonefritis) dan bahkan sepsis, jika tidak ditangani dengan tepat (Pramudita et al., 2021). Gejala yang muncul meliputi disuria, urgensi, nyeri suprapubik, hematuria, hingga demam dan nyeri punggung bagian bawah. Tingginya prevalensi dan kompleksitas patogenesis *E. coli* dalam ISK menjadikan infeksi ini tantangan penting dalam praktik klinis.

Namun, meskipun telah banyak penelitian mengenai *E. coli* sebagai penyebab utama ISK, masih terbatas kajian komprehensif yang secara sistematis merangkum mekanisme molekuler infeksi, strategi bertahan bakteri, dan peran berbagai faktor virulensi dalam proses kolonisasi hingga invasi jaringan saluran kemih. Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur mengenai cara infeksi *Escherichia coli* menyebabkan infeksi saluran kemih, dengan fokus pada aspek molekuler, faktor virulensi, dan kemampuan adaptasi bakteri dalam lingkungan saluran kemih.

Lebih jauh, pemahaman yang mendalam terhadap mekanisme patogenesis *E. coli* diharapkan dapat membuka peluang pengembangan strategi pencegahan dan terapi yang lebih efektif, termasuk pengembangan vaksin dan alternatif terapi antimikroba yang mampu mengatasi resistensi antibiotik dan pembentukan biofilm. Dengan demikian, tinjauan ini tidak hanya berkontribusi secara akademik, tetapi juga memiliki nilai praktis dalam upaya mengurangi beban penyakit ISK secara global.

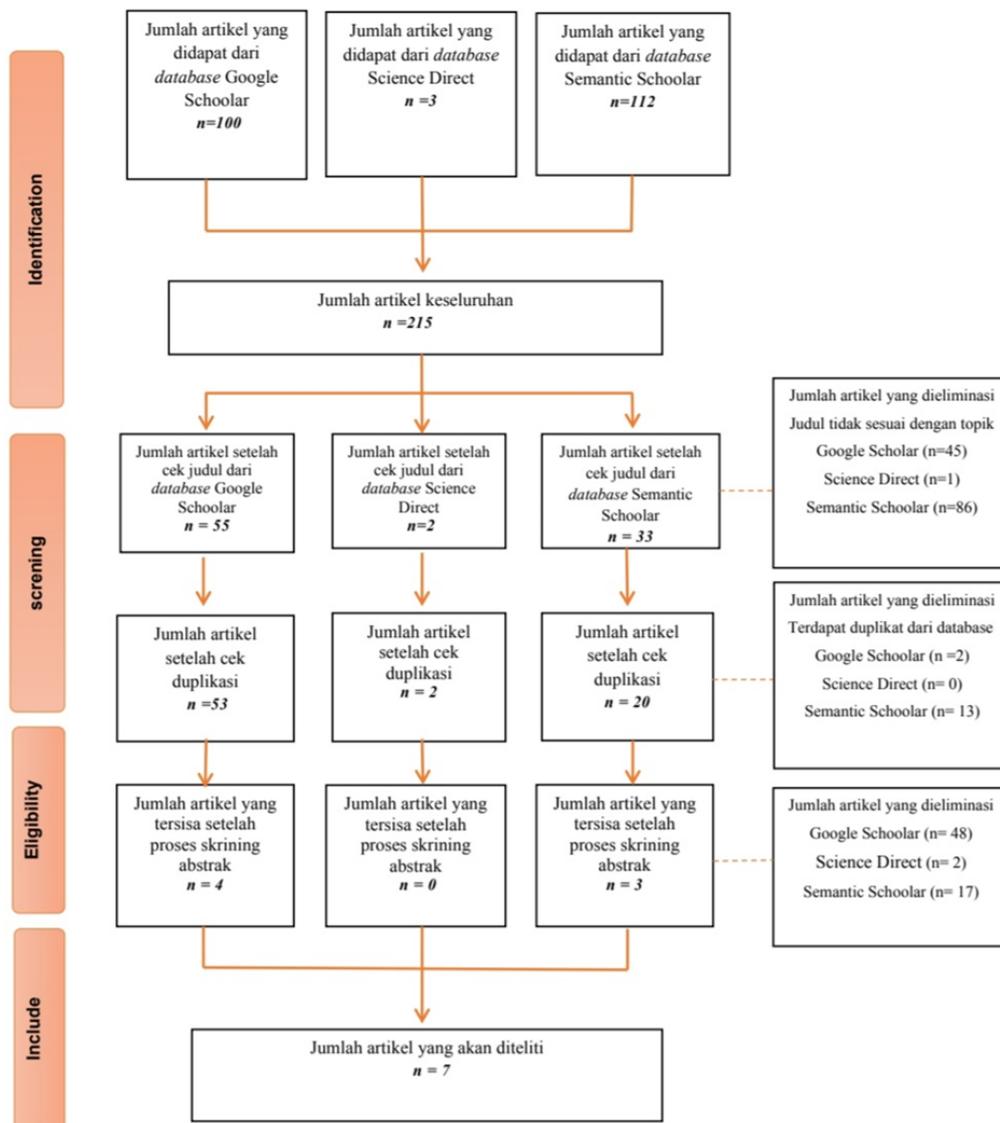
## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini disusun dengan menggunakan metode tinjauan literatur jenis *scoping review*, yang bertujuan untuk memetakan dan mengevaluasi literatur yang relevan terkait mekanisme patogenesis *Escherichia coli* terhadap infeksi saluran kemih (ISK). Proses tinjauan dilakukan berdasarkan pedoman PRISMA 2009 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), yang meliputi tahapan identifikasi, penyaringan (*screening*), pengecekan kelayakan, dan inklusi akhir (Moher et al., 2009).

Pencarian artikel dilakukan melalui tiga basis data, yaitu Google Scholar, ScienceDirect, dan Semantic Scholar. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian adalah “Infeksi Saluran Kemih”, “Mekanisme Patogenesis”, dan “*Escherichia coli*”. Kriteria inklusi mencakup artikel dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris, artikel dengan akses penuh (*full text/open access*), artikel yang dipublikasikan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2016–2025), serta artikel yang relevan dengan topik dan tujuan penelitian. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi artikel yang dipublikasikan sebelum tahun 2016, tidak dapat diakses secara penuh, merupakan duplikasi, tidak memiliki kejelasan metode penelitian, atau tidak sesuai dengan topik penelitian. Analisis ini menggunakan PICO : *Population* (Penderita ISK), *Intervention* (*Escherichia Coli*), *Comparison* (-), *Outcome* (Mekanisme *Escherichia Coli* terhadap ISK).

Dari proses pencarian awal, ditemukan sebanyak **215 artikel**. Setelah dilakukan proses penyaringan berdasarkan judul dan abstrak, diperoleh **90 artikel** yang dianggap potensial. Selanjutnya, berdasarkan evaluasi kelayakan penuh sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi, sebanyak **7 artikel** dipilih untuk dianalisis lebih lanjut dalam kajian ini. Selain itu, untuk membantu manajemen referensi, digunakan perangkat lunak *reference manager* Mendeley. Proses analisis data dilakukan secara

kualitatif dengan pendekatan tematik berdasarkan isi artikel. Hasil analisis literatur disajikan dalam bentuk tabel yang mencakup lima komponen, yaitu penulis dan tahun publikasi, judul penelitian, tujuan penelitian, metode penelitian, dan hasil penelitian. Diagram alur seleksi artikel berdasarkan PRISMA 2009 disertakan pada Gambar 1 berikut untuk memperlihatkan proses seleksi secara transparan.



Gambar 1. Diagram Alur Seleksi Artikel

### 3. HASIL

Hasil dan pembahasan mengandung paparan hasil analisis yang terkait dengan pertanyaan penelitian. Setiap hasil penelitian harus didiskusikan. Pembahasan berisi makna hasil dan perbandingan dengan teori dan/atau hasil penelitian serupa. Panjang hasil pemaparan dan pembahasan 40-60% dari panjang artikel.

Tabel 1. Hasil Artikel yang Diseleksi

No	Jurnal Artikel	Publisher	Database	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
1.	Update Pemeriksaan Laboratorium Infeksi	Jurnal Penyakit Dalam Indonesia,	Google Scholar	Penelitian ini bertujuan untuk memahami kelebihan dan	Metode yang digunakan menggunakan	Jurnal tersebut membahas yaitu ISK, atau infeksi saluran kemih, yang disebabkan oleh patogen yang masuk

---

Saluran Kemih	2022;2(9): 124-130	keterbatasan teknik urinalisis dan <i>flowcytometry</i> biakan urin	ke dalam saluran kemih, yang memiliki gejala yang tidak selalu jelas dan seringkali tidak menunjukkan gejala sama sekali. Jurnal ini menekankan pentingnya pemeriksaan laboratorium, seperti urinalisis dan pembiakan urin, untuk diagnosis yang akurat dan mendeteksi penyebab infeksi, serta pengembangan teknik <i>flowcytometry</i> yang dapat mempercepat skrining ISK. Pemahaman tentang interpretasi hasil pemeriksaan laboratorium sangat penting untuk perawatan pasien yang lebih baik karena penelitian menunjukkan bahwa, meskipun banyak ISK sembuh secara spontan, infeksi ini dapat menyebabkan morbiditas dan mortalitas yang signifikan.
(Weny Rinawati,Dian a Aulia (2022))			
2. Karakteristik Sensitivitas dan Resistansi Antibiotik pada Kasus Infeksi Saluran Kemih <i>Escherichia coli</i> di Rumah Sakit Tersier di Bali pada Januari 2019 Hingga Desember 2019 (Adhiputra I. K. A. I., Setiabudy M., Sukrama I. D. M., Budayanti N. N. S. (2021))	Medicina , <i>Google Scholar</i> Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, 2021; 3(52:103-107)	Tujuan dari Penelitian penelitian ini deskriptif dengan adalah untuk mengambil data mengidentifikasi selama 12 bulan, i ciri-ciri dan yaitu bulan Januari pola sensitivitas 2019 hingga antibiotik E. Desember 2019. <i>Escherichia coli</i> terhadap berbagai jenis antimikroba, khususnya amikasin	Dalam jurnal tersebut membahas karakteristik sensitivitas dan resistensi antibiotik pada infeksi saluran kemih yang disebabkan oleh <i>Escherichia coli</i> di rumah sakit tersier di Bali. Jurnal ini menekankan pentingnya pemilihan antibiotik yang tepat untuk terapi empiris, mengingat tingginya angka resistensi terhadap antibiotik yang umum digunakan seperti ciprofloxacin dan ampisilin. Penelitian menunjukkan bahwa amikasin memiliki tingkat sensitivitas tertinggi (98,4%), diikuti oleh fosfomycin (95%) dan nitrofurantoin (89,9%), sementara ketahanan terhadap ampisilin dan ciprofloxacin sangat tinggi, sehingga penggunaan antibiotik tersebut sebagai terapi

---

- 
- |    |   |  |                       |  |   |   |
|----|---|--|-----------------------|--|---|---|
| 3. | Prevalensi <i>Escherichia Coli</i> pada Penderita Infeksi Saluran Kemih di RS Guido Valadares Tahun 2021-2022 (Ana Paula Pareira Saldanha, Emma Ismawatie)  | Plenary Health: Jurnal Kesehatan Paripuna, 2024;3(1):400-405 | <i>Google Scholar</i> | Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi prevalensi <i>Escherichia coli</i> pada pasien Infeksi Saluran Kemih (ISK) di RS Guido Valadares tahun 2021 – 2022   | Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif tanpa observasi langsung, data diperoleh dari penelusuran data sekunder dengan menggunakan teknik sampling.   | empiris harus diulas kembali. Dalam jurnal tersebut membahas prevalensi <i>Escherichia coli</i> pada infeksi pasien saluran kemih di RS Guido Valadares selama tahun 2021-2022. Jurnal ini menekankan pentingnya pemahaman mengenai infeksi saluran kemih (ISK) yang merupakan kondisi umum dan dapat menyebabkan berbagai komplikasi serius, terutama pada wanita dan individu berusia di atas 30 tahun. Penelitian menunjukkan bahwa prevalensi ISK di rumah sakit tersebut mencapai 23,7%, dengan 70 pasien positif terinfeksi <i>Escherichia coli</i> dari total 1475 pasien yang diperiksa, serta menunjukkan bahwa perempuan lebih rentan terhadap infeksi ini dibandingkan pria, dengan persentase 66,7% dari total responden. |
| 4. | Identifikasi Gen Penyandi Protein Transport Sebagai Kandidat Vaksin Subunit Terhadap Bakteri <i>Escherichia Coli</i> Penyebab Diare (Wisatawan Burhannuddin Rasyid, I Wayan Karta, Ni Luh Putu Eka Kartika Sari, I Gusti Ngurah Dwija Putra (2020)) | Jurnal Sains Teknologi, 2020;1(9): 47-57                     | <i>Google Scholar</i> | Tujuan penelitian ini adalah untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi gen yang penyandi protein transportasi sebagai potensi subunit vaksin untuk melawan <i>E. coli</i> yang menyebabkan diare pada wisatawan. | Penelitian deskriptif digunakan untuk menemukan bakteri <i>E.coli</i> yang menyebabkan diare wisatawan menggunakan teknik konvensional dan molekuler. Ini didasarkan pada keberadaan gen <i>aidA</i> yang mengkode protein transport. | Dalam jurnal tersebut, gen penyandi protein transport diidentifikasi sebagai calon vaksin subunit untuk bakteri <i>Escherichia coli</i> yang menjadi penyebab diare wisatawan. Jurnal ini menekankan pentingnya pengembangan vaksin yang efektif untuk mencegah diare yang disebabkan oleh <i>E. coli</i> , terutama di daerah dengan sanitasi yang buruk, di mana diare wisatawan menjadi masalah kesehatan yang signifikan. Penelitian menunjukkan bahwa dari 34 sampel feces penderita diare wisatawan, sebanyak 20 (59%) terkonfirmasi positif <i>E. coli</i> , dan dari 20 isolat tersebut, 5 sampel berhasil diidentifikasi mengandung  |
-

- 
- gen aidA yang menyandi protein adhesin, dengan ukuran pita DNA sekitar 585 bp, yang menunjukkan potensi gen ini sebagai target dalam pengembangan vaksin subunit untuk melawan infeksi E. coli.
5. Uji Sensitivitas Bakteri *Escherichia coli* Terhadap Antibiotik Pada Urin Pasien Infeksi Saluran Kemih di Laboratorium Klinik Bunda Thamrin Medan (Tiara Rajagukguk, Maniur Arianto Siahaan, Erlan Aritonang (2024)) Jurnal Analisis Laboratorium Medik, 2024;1(9):14-20 *Semantic Scholar* Di Laboratorium Klinik Bunda Thamrin, sensitivitas bakteri *Escherichia coli* terhadap antibiotik pada urin pasien infeksi saluran kemih akan ditentukan pada tahun 2024. Penelitian deskriptif dengan mengambil sebanyak 57 sampel urin dari pasien rawat inap dan rawat jalan RS dr. Soebandi, Jember
6. Identifikasi *Escherichia coli* Pada Suspek Diabetes Melitus Penyebab Infeksi Saluran Kemih di Desa Pematang Lalang Kecamatan Percut Sei Tuan (Fani Nuryana Manihuruk, Atri Gustiana) INNOVATIV E: Jurnal of Social Science Research, 2024;3(4):27-6-286 *Semantic Scholar* Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar E. Coli menjadi penyebab utama infeksi saluran kemih pada pasien yang menderita DM dan juga untuk memahami faktor-faktor yang berkontribusi terhadap infeksi, seperti usia pasien dan
- Penelitian deskriptif kualitatif dengan mengambil sebanyak 24 sampel yang dilakukan terhadap masyarakat di desa Pematang Lalang
- Jurnal tersebut membahas resistensi antibiotik pada bakteri *Escherichia coli* yang diisolasi dari sampel urin pasien infeksi saluran kemih. Jurnal ini menekankan pentingnya pemantauan sensitivitas bakteri terhadap antibiotik, terutama ciprofloxacin dan gentamicin, untuk pengobatan yang efektif. Penelitian menunjukkan bahwa 87,5% strain E. coli resisten terhadap ciprofloxacin, sementara 75% strain menunjukkan sensitivitas terhadap gentamicin, dengan 25% sisanya resisten. Temuan ini menggarisbawahi prevalensi E. coli sebagai patogen umum dalam infeksi saluran kemih dan pola resistensi yang mengkhawatirkan terhadap antibiotik yang sering digunakan.
- Jurnal tersebut membahas identifikasi *Escherichia coli* pada urin yang menjadi penyebab infeksi saluran kemih di Desa Pematang Lalang. Jurnal tersebut menekankan pentingnya menelaah *Escherichia coli* segera pada penderita DM karena bakteri ini merupakan penyebab utama infeksi saluran kemih dan dapat memperburuk kondisi kesehatan pasien. Dari 24 sampel urin yang diperiksa, 4 sampel (16,6%) menunjukkan *Escherichia coli* positif, sedangkan 20 sampel
-

	<p>Gultom (2024))</p> <p>kondisi sistem imun mereka.</p>	<p>lainnya (83,3%) menunjukkan negatif. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa orang berusia di atas 45 tahun mengalami infeksi Escherichia coli lebih sering. Ini mungkin karena sistem kekebalan mereka lebih lemah dan mereka tidak tahu banyak tentang infeksi saluran kemih.</p>
<p>7. Deteksi Gen TEM (Termoneira) DarI Isolat Klinis Escherichia coli Penghasil Estended Spectrum Beta Lactamases (ESBL) Pasien Penderita Infeksi Saluran Kemih (Ida Lestari, Pestariati, Sri Sulami Endah Astuti (2023))</p>	<p><i>MANUJU: Semantic Scholar</i></p> <p>Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi i distribusi gen TEM sebagai bakteri salah satu penyebab resistensi antibiotik Beta-Lactamases, yang dapat mempengaruhi efektivitas pengobatan ISK dan membantu dalam upaya pengendalian infeksi bakteri resisten di lingkungan rumah sakit.</p>	<p>Sebanyak tiga puluh sampel dari pasien yang menderita ISK digunakan dalam penelitian ini, yang menggunakan pendekatan cross-sectional observasional deskriptif.</p> <p>Dalam jurnal ini, deteksi gen TEM (Temoneira) dari isolat klinis Escherichia coli yang menghasilkan Extended Spectrum Beta-Lactamases (ESBL) pada pasien ISK. Jurnal ini menekankan pentingnya identifikasi gen TEM karena bakteri Escherichia coli penghasil ESBL merupakan penyebab utama resistensi terhadap antibiotik beta-laktam, yang dapat memperburuk pengobatan ISK. Penelitian menunjukkan bahwa dari 30 isolat klinis yang diperiksa di RSPAL Dr. Ramelan Surabaya, hanya 3% (1 isolat) yang terdeteksi mengandung gen TEM, dengan penyebaran terbanyak di ruang perawatan ICU (54%). Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun keberadaan gen TEM dalam isolat klinis Escherichia coli ESBL rendah, resistensi antibiotik masih menjadi ancaman yang perlu dipantau dan dikendalikan secara ketat.</p>

#### 4. PEMBAHASAN

Infeksi yang terjadi di sepanjang saluran kemih, termasuk ginjal, akibat proliferasi mikroorganisme disebut infeksi saluran kemih. Sebagian besar infeksi saluran kemih disebabkan oleh bakteri, tetapi virus dan jamur juga dapat menjadi penyebabnya. Baik wanita maupun anak mengalami infeksi saluran kemih (Ramli, 2020). Bakteri penyebab ISK berasal dari beberapa gram negatif pada urogenital seperti strain *E.Coli*, *Klebsiella Pneumoniae*. *P.Aeroginosa*. (Ramadhan et al., 2024). Menurut Anang Kurniawan et al (2023) Bakteri Escherichia coli yang sering menyebabkan ISK (infeksi saluran kemih) adalah strain

yang dapat menempel atau menempel pada epitel inang untuk menyebabkan penyakit. Salah satu faktor yang menyebabkan penyakit ini adalah ekspresi Fimbriae.

Infeksi Saluran Kemih (ISK) akibat *Escherichia coli* (*E. coli*) terjadi melalui serangkaian mekanisme yang melibatkan kolonisasi, adhesi, invasi, replikasi, serta respons imun dan inflamasi yang berujung pada kemungkinan komplikasi. Proses ini dimulai ketika *E. coli*, yang berasal dari saluran gastrointestinal, berpindah ke area perineum dan masuk ke uretra melalui jalur ascendens. Faktor risiko seperti kebersihan yang buruk, penggunaan kateter, atau obstruksi saluran kemih dapat meningkatkan peluang kolonisasi (et al., 2016) (Putri, 2021). Selaras dengan pernyataan tersebut, menurut (Zhou et al., 2023) Infeksi saluran kemih (ISK) utamanya disebabkan oleh *Uropathogenic Escherichia coli* (UPEC), yang memiliki berbagai faktor virulensi yang memungkinkannya untuk melekat pada epitel saluran kemih, menghindari sistem imun, dan menyebabkan peradangan. UPEC menggunakan pili tipe 1 dan P fimbriae untuk menempel pada sel uroepitelial dan membentuk koloni yang resisten terhadap aliran urin. Selain itu, UPEC juga dapat membentuk biofilm yang meningkatkan daya tahan terhadap antibiotik dan sistem imun tubuh, menyebabkan infeksi berulang dan kronis (Zagaglia et al., 2022).

Setelah adhesi dan kolonisasi terjadi, UPEC mulai melepaskan berbagai toksin dan enzim yang merusak jaringan inang. Salah satu mekanisme patogenisitas utama adalah produksi hemolisin dan lipopolisakarida, yang memicu pelepasan sitokin proinflamasi seperti IL-6 dan IL-8, menyebabkan peradangan dan kerusakan pada epitel kandung kemih (Zhou et al., 2023). Respon inflamasi yang berlebihan ini berkontribusi terhadap gejala khas ISK, seperti nyeri saat buang air kecil (disuria), urgensi urin, dan hematuria. Selain itu, infeksi yang tidak tertangani dapat menyebar ke ginjal dan menyebabkan pielonefritis, suatu kondisi serius yang dapat menyebabkan gagal ginjal jika tidak ditangani dengan baik (Brons et al., 2020).

Dalam perkembangannya, UPEC juga memiliki mekanisme untuk bertahan di dalam sel uroepitelial dengan membentuk intracellular bacterial communities (IBC), yang berperan dalam infeksi berulang dan resistensi antibiotik (Frick-Cheng et al., 2020). Selama fase laten, bakteri dapat tetap bertahan dalam bentuk dorman di dalam sel inang, yang memungkinkan mereka untuk kembali aktif ketika kondisi mendukung, menyebabkan kekambuhan infeksi (Zhao et al., 2020). Selain itu, faktor virulensi lain seperti sistem akuisisi zat besi memungkinkan UPEC bertahan dalam lingkungan dengan kadar zat besi rendah, seperti dalam urin (Chamoun et al., 2020). Dengan meningkatnya resistensi antibiotik pada *Escherichia coli*, pendekatan terapeutik baru terus dikembangkan untuk mengatasi infeksi ini. Strategi yang sedang dikembangkan termasuk terapi berbasis fag, penghambat adhesi bakteri, serta vaksin untuk meningkatkan perlindungan terhadap ISK yang disebabkan oleh UPEC (Bonten et al., 2021).

Infeksi Saluran Kemih (ISK) akibat *Escherichia coli* merupakan salah satu jenis infeksi bakteri yang paling sering terjadi. Bakteri *E. coli* secara alami hidup di dalam saluran pencernaan manusia, tetapi dalam kondisi tertentu dapat berpindah ke saluran kemih dan menyebabkan infeksi. Tingkat keparahan ISK yang ditimbulkan oleh bakteri ini sangat bervariasi, mulai dari infeksi ringan yang hanya menimbulkan rasa tidak nyaman hingga infeksi berat yang berisiko menyebabkan komplikasi serius seperti infeksi ginjal atau bahkan sepsis (Astuti et al., 2018).

Sistem kekebalan tubuh penderita, penyakit penyerta seperti diabetes, dan kebiasaan yang meningkatkan risiko infeksi, seperti menahan buang air kecil terlalu lama atau menggunakan kateter urin dalam jangka waktu lama, adalah beberapa faktor yang memengaruhi tingkat keparahan ISK akibat *E. coli*. Bakteri dapat menyebar lebih cepat pada orang dengan daya tahan tubuh yang lemah, yang meningkatkan kemungkinan komplikasi yang lebih serius (Ramadheni et al., 2016). Rasa terbakar saat buang air kecil, seringnya keinginan untuk buang air kecil, dan rasa tidak tuntas setelah berkemih adalah gejala awal ISK akibat *E. coli*. Dalam kondisi yang lebih parah, pasien mungkin mengalami demam, darah dalam urin, dan nyeri di bagian bawah perut atau punggung. Penderita mungkin mengalami gejala tambahan seperti mual, muntah, dan demam tinggi jika infeksi ini tidak diobati dengan segera dan menyebar ke ginjal. Nisoni (2018).

Infeksi yang menyebar ke ginjal atau pielonefritis merupakan salah satu bentuk ISK yang lebih serius. Kondisi ini dapat terjadi ketika bakteri naik dari kandung kemih ke ginjal dan menimbulkan peradangan yang berpotensi menyebabkan kerusakan ginjal permanen. Jika tidak segera ditangani

dengan antibiotik yang tepat, pielonefritis dapat berkembang menjadi urosepsis, yaitu kondisi di mana bakteri menyebar ke dalam darah dan menyebabkan infeksi sistemik yang dapat mengancam nyawa (Djuang, 2021). Akibatnya, pilihan pengobatan semakin terbatas, masa rawat inap pasien menjadi lebih lama, serta biaya pengobatan meningkat (Restyana, 2019). Selain faktor resistensi antibiotik, tingkat keparahan ISK juga dipengaruhi oleh karakteristik bakteri itu sendiri. Beberapa strain *E. coli* memiliki faktor virulensi yang lebih tinggi, seperti pili adhesin yang membuatnya mampu menempel kuat pada dinding saluran kemih dan menghindari sistem kekebalan tubuh. Hal ini menyebabkan infeksi lebih sulit diatasi dan meningkatkan risiko kekambuhan (Anggraini, 2024). Pada pasien yang menggunakan kateter urin dalam jangka panjang, risiko mengalami ISK berat juga meningkat. Kateter menciptakan lingkungan yang ideal bagi bakteri untuk berkembang dan membentuk biofilm, lapisan pelindung yang membuat bakteri lebih tahan terhadap antibiotik dan sistem imun tubuh. Oleh karena itu, penggunaan kateter sebaiknya dilakukan dengan pengawasan ketat dan hanya bila diperlukan (Puspitasari, 2021).

Bagi kelompok yang lebih rentan terkena ISK, seperti wanita hamil, lansia, dan pasien dengan gangguan sistem imun, deteksi dini menjadi hal yang sangat penting. Jika tidak ditangani dengan baik, ISK dapat berkembang menjadi kondisi yang lebih serius yang meningkatkan risiko komplikasi dan bahkan kematian. Oleh karena itu, pemeriksaan urin secara berkala sangat dianjurkan untuk kelompok-kelompok ini agar infeksi dapat dideteksi dan diobati lebih awal (Amrullah, 2023). Secara keseluruhan, ISK akibat *E. coli* dapat memiliki berbagai tingkat keparahan tergantung pada kondisi pasien dan faktor risiko yang ada.

Menjaga kebersihan area genital, terutama bagi wanita karena saluran kemih mereka lebih pendek, dapat mencegah ISK. Mencuci area genital dari depan ke belakang setelah BAB dapat mencegah bakteri masuk ke uretra. Konsumsi air putih yang cukup juga membantu menghilangkan bakteri di saluran kemih sebelum menjadi infeksi. (Srigede *et al.*, 2019).

Salah satu metode pencegahan alami yang telah banyak diteliti adalah konsumsi jus cranberry. Kandungan proanthocyanidins dalam cranberry diketahui dapat mencegah *E. coli* menempel pada dinding saluran kemih, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya infeksi. Meskipun hasil penelitian masih bervariasi, beberapa studi menunjukkan adanya manfaat signifikan dari konsumsi cranberry untuk mencegah kekambuhan ISK (Tambunan *et al.*, 2023). Penggunaan probiotik selain cranberry juga mulai dikembangkan sebagai cara untuk mencegah ISK. Probiotik seperti *Lactobacillus* dapat mempertahankan keseimbangan mikrobiota di saluran kemih, menghentikan pertumbuhan *E. coli* yang dapat menyebabkan infeksi. Metode ini dianggap lebih alami dan berpotensi mengurangi ketergantungan antibiotik. (Selifiana *et al.*, 2023).

Dalam hal pengobatan, antibiotik masih menjadi standar utama terapi ISK akibat *E. coli*. Antibiotik seperti nitrofurantoin, trimetoprim-sulfametoksazol, dan fosfomisin sering digunakan sebagai lini pertama pengobatan ISK ringan hingga sedang. Namun, dengan meningkatnya kasus resistensi antibiotik, pemilihan jenis antibiotik harus didasarkan pada hasil uji kepekaan bakteri terhadap obat (Endriani *et al.*, 2017). Resistensi antibiotik pada *E. coli* menjadi tantangan utama dalam pengobatan ISK. Beberapa strain *E. coli* telah mengembangkan mekanisme pertahanan yang membuatnya kebal terhadap berbagai antibiotik, termasuk golongan beta-laktam dan fluoroquinolon. Oleh karena itu, penelitian terus dilakukan untuk mencari alternatif terapi yang lebih efektif, termasuk penggunaan nanopartikel seng oksida yang telah menunjukkan potensi sebagai agen antibakteri terhadap *E. coli* (Kohar *et al.*, 2021). Terapi non-farmakologis seperti peningkatan hidrasi dan perubahan pola makan juga penting dalam mendukung proses penyembuhan ISK. Konsumsi makanan tinggi serat dapat membantu mengurangi kolonisasi *E. coli* di usus, yang menjadi sumber utama infeksi saluran kemih. Selain itu, menghindari makanan dan minuman yang dapat mengiritasi kandung kemih, seperti kafein dan alkohol, juga dianjurkan bagi penderita ISK (Pradani & Kuswandi, 2016).

Strategi pencegahan dan pengobatan yang sudah ada, yaitu pengembangan vaksin untuk ISK akibat *E. coli* mulai dikembangkan. Studi terbaru menunjukkan bahwa beberapa kandidat vaksin berbasis protein adhesi bakteri dapat mencegah *E. coli* menempel pada dinding saluran kemih. Meskipun masih dalam tahap uji klinis, pendekatan ini berpotensi menjadi solusi jangka panjang dalam menangani ISK yang sering kambuh (Albaar *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pemahaman lebih dalam tentang mekanisme

patogenesis *E. coli* dalam gangguan sistem perkemihan sangat penting dalam pengembangan terapi yang lebih efektif dan berkelanjutan.

## 5. KESIMPULAN

Dengan mekanisme patogenesis yang kompleks, *Escherichia coli*, khususnya strain Uropathogenic *E. coli* (UPEC), adalah penyebab utama infeksi saluran kemih (ISK). Bakteri ini masuk ke fimbriae dan membentuk komunitas bakteri intraseluler (IBC). Mereka kemudian menghasilkan toksin dan enzim yang merusak jaringan dan memicu respon inflamasi. Selain itu, sistem akuisisi zat besi memungkinkan *E. coli* bertahan dalam lingkungan yang tidak menguntungkan. Meningkatnya resistensi antibiotik pada UPEC menimbulkan tantangan besar dalam pengobatan ISK dan menunjukkan bahwa metode pengobatan baru diperlukan. Pemahaman tentang mekanisme patogenesis ini sangat penting bagi kesehatan masyarakat dan ilmu pengetahuan, terutama dalam hal pengendalian infeksi dan penggunaan antibiotik yang rasional. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut harus difokuskan pada pembuatan vaksin, terapi non-antibiotik, dan target molekuler baru yang dapat menghentikan invasi dan kolonisasi bakteri. Kebijakan klinis juga harus membantu surveilans resistensi dan penerapan pengobatan berbasis bukti. Dengan merangkum dan mengintegrasikan hasil penelitian terbaru tentang strategi patogenik UPEC, ulasan literatur ini membantu memperkaya pemahaman ilmiah dan menjadi dasar untuk inovasi dalam pencegahan dan terapi ISK di masa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, M., Mus, R., Siahaya, P. G., Tamalsir, D., Astuty, E., & Tanihatu, G. E. (2023). Upaya Preventif Infeksi Saluran Kemih (ISK) Melalui Skrining Pemeriksaan Urine Pada Remaja Putri. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(10), 4317–4327. <https://doi.org/10.33024/Jkpm.V6i10.12248>
- Albaar, M. T., Masrika, N. U. E., & Wahyudi, R. B. (2024). Penyuluhan Kesehatan: Upaya Pencegahan Dampak Jangka Panjang Infeksi Saluran Kemih Di SMA Negeri 8 Ternate. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 7(1), 178–189. <https://doi.org/10.33024/Jkpm.V7i1.12553>
- Andriani, G., Sumarni, I., & Handayani, I. (2023). Karakteristik Mikroorganisme Penyebab Infeksi Saluran Kemih Pada Pasien Rawat Inap Di Rumah Sakit XYZ. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 13(2), 45–51. <https://ejournal.ung.ac.id/index.php/jhsr/article/download/20579/pdf>
- Anggraini, D., Susanto, B., & Nugroho, R. (2023). Resistensi Antibiotik Pada *Escherichia coli* Penyebab Infeksi Saluran Kemih Dan Risiko Urosepsis. *Jurnal Kedokteran Indonesia*, 12(2), 45–52.
- Annisah, N., Setyawati, T., & Amri, I. (2024). Faktor Risiko Infeksi Saluran Kemih (ISK): Literature Review The Risk Factors Of Urinary Tract Infection (Uti): Literature Review. *Jurnal Medical Profession (Medpro)*, 6(1), 86–93.
- Aziza, V., Rini, C. S., Aliviameita, A., & Rohmah, J. (2025). Pengaruh Suhu Dan Lama Penyimpanan Urine Pasien Infeksi Saluran Kemih Terhadap Jumlah Bakteri. *Medical Scope Journal*, 7(1), 64–73.
- Bonte, M., Johnson, J. R., Van Den Biggelaar, A. H. J., Georgalis, L., Geurtsen, J., De Palacios, P. I., Gravenstein, S., Verstraeten, T., Hermans, P., & Poolman, J. T. (2021). Epidemiology Of *Escherichia coli* Bacteremia: A Systematic Literature Review. *Clinical Infectious Diseases*, 72(7), 1211–1219. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa210>
- Brons, J. K., Vink, S. N., De Vos, M. G. J., Reuter, S., Dobrindt, U., & Van Elsas, J. D. (2020). Fast Identification Of *Escherichia coli* In Urinary Tract Infections Using A Virulence Gene Based PCR Approach In A Novel Thermal Cycler. *Journal of Microbiological Methods*, 169(November 2019), 105799. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2019.105799>
- Chamoun, M. N., Sullivan, M. J., Goh, K. G. K., Acharya, D., Ipe, D. S., Katupitiya, L., Gosling, D., Peters, K. M., Sweet, M. J., Sester, D. P., Schembri, M. A., & Ulett, G. C. (2020). Restriction Of

- Chronic Escherichia Coli Urinary Tract Infection Depends Upon T Cell-Derived Interleukin-17, A Deficiency Of Which Predisposes To Flagella-Driven Bacterial Persistence. *FASEB Journal*, 34(11), 14572–14587. <https://doi.org/10.1096/Fj.202000760R>
- Damayanti, L. E., Prihatiyanto, Y. A., Yulianti, M., Sanyoto, A. S. A., Pamungkas, N. P. A., & Setyawan, H. (2024). Seorang Perempuan 38 Tahun Dengan Ureterolitiasis Dan Pielonefritis Dextra. *Proceeding Book Call For Papers Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 756-766.
- Frick-Cheng, A. E., Sintsova, A., Smith, S. N., Krauthammer, M., Eaton, K. A., & Mobley, H. L. T. (2020). The Gene Expression Profile Of Uropathogenic Escherichia Coli In Women With Uncomplicated Urinary Tract Infections Is Recapitulated In The Mouse Model. *Mbio*, 11(4), 1–16. <https://doi.org/10.1128/Mbio.01412-20>
- Gunawan, A., Kurniawan, H., & Nurmala, S. (2022). 'Prevalensi Infeksi Saluran Kemih Pada Wanita Di Indonesia: Tinjauan Pustaka'. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 6(2), 50-57.
- Hidayat, A., & Lestari, F. (2024). Pola Sensitivitas Antibiotik Pada Escherichia Coli Penyebab Infeksi Saluran Kemih. *Plenary Health Journal*, 15(1), 22–30.
- Johnson, J. R., Bonten, M., & Manges, A. R. (2021). Epidemiology Of Escherichia Coli Bacteremia: A Systematic Literature Review. *Clinical Infectious Diseases*, 72(7), 1211-1220. <https://doi.org/10.1093/Cid/Ciaa210>
- Kohar, K., Krisandi, G., & Prayogo, S. A. (2021). Analisis Potensi Nanopartikel Seng Oksida Sebagai Terapi Alternatif Terhadap Uropathogenic Escherichia Coli Penyebab Infeksi Saluran Kemih. *JIMKI: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Indonesia*, 9(1), 38–47. <https://doi.org/10.53366/Jimki.V9i1.278>
- Kurniawan, A., Amalia, A. N., & Tyarini, I. A. (2023). Gambaran Pasien Infeksi Saluran Kemih Di Ruang Rawat Inap Sebuah Rumah Sakit Swasta Di Purwokerto. *Termometer: Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan Dan Kedokteran*, 1(4), 38–41. <https://ejournal.politeknipratama.ac.id/index.php/termometer/article/view/2356>
- Manihuruk, F. N., & Gultom, A. G. (2024). Identifikasi Escherichia Coli Pada Suspek Diabetes Melitus Penyebab Infeksi Saluran Kemih Di Desa Pematang Lalang Kecamatan Percut Sei Tuan. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(3), 276–286.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred Reporting Items For Systematic Reviews And Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *BMJ (Online)*, 339(7716), 332–336. <https://doi.org/10.1136/Bmj.B2535>
- Nisoni, M. H., & Maakh, Y. F. (2018). Profil Sensitivitas Antibiotik Pada Penderita Infeksi Saluran Kemih Di RSUD Prof. Dr. W. Z. Johannes Kupang Tahun 2017
- Saldanha, Saldanha, A. P. P., & Ismawatie, E. (2024). Prevalensi Escherichia Coli Pada Penderita Infeksi Saluran Kemih Di Rs Guido Valadares Tahun 2021–2022. *Plenary Health: Jurnal Kesehatan Paripurna*, 1(3), 400-405.
- Pradani, S. A., & Kuswandi, S. U. (2016). Pola Kuman Dan Resistensi Bakteri Terhadap Antibiotik Pada Penderita Infeksi Saluran Kemih (ISK) Di Instalasi Rawat Inap Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta Periode Februari Maret Tahun 2016 (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Raharjo, A., Indrayani, N., & Utami, A. (2023). 'Mekanisme Patogenik Escherichia Coli Dalam Infeksi Saluran Kemih'. *Jurnal Keperawatan Bhakti Husada*, 9(1), 11-19.
- Rajagukguk, T., Siahaan, M. A., & Aritonang, E. (2024). Uji Sensitivitas Bakteri Escherichia Coli Terhadap Antibiotik Pada Urin Pasien Infeksi Saluran Kemih Di Laboratorium Klinik Bunda Thamrin Medan. *Jurnal Analisis Laboratorium Medik*, 9(1), 14-20.
- Ramadhan, C., Astuti, D., Widyastuti, R., & Sulistyorini, M. (2024). Analisis Faktor Resiko Sebagai Upaya Pencegahan Terhadap Kejadian Kasus Infeksi Saluran Kemih. *Comphi Journal*:

- Community Medicine And Public Health Of Indonesia Journal*, 4(2).  
<https://doi.org/10.37148/Comphijournal.V4i2.160>
- Ramadhani, P., Tobat, S. R., & Zahro, F. (2016). Analysis Of Parenteral Antimicrobial Usage In Patients With Urinary Tract Infection At Dr. M. Djamil Padang Hospital. *Indonesian Journal Of Clinical Pharmacy*, 5(3), 184–195. <https://doi.org/10.15416/Ijcp.2016.5.3.184>
- Rasyid, B., Karta, I. W., Sari, N. L. P. E. K., & Putra, I. G. N. D. (2020). Identifikasi Gen Penyandi Protein Transport Sebagai Kandidat Vaksin Subunit Terhadap Bakteri Escherichia Coli Penyebab Diare Wisatawan. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 9(1), 47–57. <https://doi.org/10.23887/Jstundiksha.V9i1.22774>
- Rinawati, W., & Aulia, D. (2022). Update Pemeriksaan Laboratorium Infeksi Saluran Kemih. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*, 9(2), 124. <https://doi.org/10.7454/Jpdi.V9i2.319>
- Safitri, Y., Gultom, W. R., Tobing, D. A., & Sianturi, D. R. (2024). Potensi Escherichia Coli Sebagai Resistansi Antibiotik. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan Dan Angkasa*, 2(5), 8–20. <https://doi.org/10.62383/Algoritma.V2i5.109>
- Sari, F., Yulia, S., & Handayani, R. (2021). 'Keterkaitan Gejala Klinis Dengan Tingkat Keparahan Infeksi Saluran Kemih'. *Jurnal Keperawatan Sari Mulia*, 7(1), 22-29.
- Sari, M., & Rahman, T. (2022). Respons Imun Terhadap Infeksi Escherichia Coli Pada Saluran Kemih. *Jurnal Immunologi Klinis*, 10(4), 98-105.
- Selifiana, N., Irwanti, D., & Lisni, I. (2023). Saluran Kemih Di Salah Satu Rumah Sakit Kota Bandung. 7(754), 284–292.
- Tambunan, M. P., & Rahardjo, H. E. (2019). Cranberries For Women With Recurrent Urinary Tract Infection: A Meta-Analysis. *Medical Journal of Indonesia*, 28(3), 268–275. <https://doi.org/10.13181/Mji.V28i3.3299>
- Vink, S. N., Brons, J. K., De Vos, M. G. J., & Reuter, S. (2020). Fast Identification Of Escherichia Coli In Urinary Tract Infections Using A Virulence Gene-Based PCR Approach In A Novel Thermal Cycler. *Journal of Microbiological Methods*, 178, 106059. <https://doi.org/10.1016/J.Mimet.2020.106059>
- Whelan, S., Lucey, B., & Finn, K. (2023). Uropathogenic Escherichia Coli (UPEC)-Associated Urinary Tract Infections: The Molecular Basis For Challenges To Effective Treatment. *Microorganisms*, 11(9), 2169. <https://doi.org/10.3390/Microorganisms11092169>
- Wiratma, D. Y., & Situmorang, A. (2016). Jurnal Analisis Laboratorium Medik. *Jurnal Analisis Laboratorium Medik*, 1(1), 24–31.
- Mirzahosseini, H. K., Najmeddin, F., Najafi, A., Ahmadi, A., Sharifnia, H., Khaledi, A., & Mojtahedzadeh, M. (2023). Correlation of biofilm formation, virulence factors, and phylogenetic groups among Escherichia coli strains causing urinary tract infection: A global systematic review and meta-analysis. *Journal of Research in Medical Sciences*, 28(1), 66. 10.4103/jrms.jrms\_637\_22
- Zhou, Y., Zhou, Z., Zheng, L., Gong, Z., Li, Y., Jin, Y., Huang, Y., & Chi, M. (2023). Urinary Tract Infections Caused By Uropathogenic Escherichia Coli: Mechanisms Of Infection And Treatment Options. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(13). <https://doi.org/10.3390/Ijms241310537>