

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Infeksi Saluran Kemih

1. Definisi

ISK adalah keadaan saluran kemih terinfeksi oleh patogen sehingga menyebabkan adanya bakteri pada urin yang dihasilkan. Infeksi saluran kemih biasanya dimulai dengan kontaminasi periuretra oleh suatu uropatogen yang berada di usus, kemudian diikuti oleh koloni sasiuretra dan, akhirnya migrasi oleh flagela dan pili patogen ke kandung kemih atau ginjal. Bakteri enterik gram negatif adalah mikroorganisme etiologi yang paling umum pada ISK (Annisah, Setyawati, & Amri 2024). Kejadian ISK lebih tinggi terjadi pada perempuan dibandingkan pada laki-laki. Hal ini disebabkan karena anatomi saluran kemih perempuan memiliki uretra yang lebih pendek dibandingkan dengan laki-laki, selain itu organ perkemihan perempuan lebih dekat dengan anus dan vagina, sehingga mikroorganisme akan mudah masuk ke dalam saluran kemih (Abbas et al. 2023).

2. Klasifikasi

ISK di klasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu ISK lokal dan ISK sistemik. ISK lokal (Sistitis) biasanya muncul dengan gejala seperti disuria, peningkatan frekuensi, dan urgensi tanpa disertai tanda-tanda penyakit sistemik. Sebaliknya, ISK sistemik ditandai dengan demam, menggigil, dan, pada kasus yang parah, bakteremia, yang mengindikasikan bahwa infeksi

telah menyebar ke luar kandung kemih, berpotensi melibatkan ginjal, prostat, atau bahkan aliran darah (Bonkat et al. 2025).

B. Bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*)

1. Morfologi

E. coli memiliki bentuk batang pendek (coccobasil), Gram negatif, ukuran 0,4-0,7 μm x 1,4 μm , sebagian bergerak positif, beberapa strain memiliki kapsul dan tidak membentuk spora. Kebanyakan bersifat motil (dapat bergerak) dengan menggunakan flagella. *E. coli* memunyai koloni bulat, konveks halus dengan pinggir-pinggir yang rata (Olianovi, & R.Pasaribu 2017) serta *E. coli* juga dapat memfermentasi laktosa dan menghasilkan asam pada media EMBA (Erina et al. 2025).

2. Pertumbuhan dan daya tahan bakteri

E. coli adalah bakteri Gram-negatif berbentuk batang yang termasuk dalam famili Enterobacteriaceae. Bakteri ini umumnya ditemukan di bagian usus bawah hewan berdarah panas, termasuk manusia, dan dapat tersebar ke lingkungan melalui kotoran atau limbah cair (Jang et al. 2017).

E. coli memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi, memungkinkan bakteri ini untuk bertahan pada kondisi asam di dalam tubuh manusia maupun di lingkungan eksternal melalui penyebaran feses. Kedua habitat tersebut menunjukkan perbedaan karakteristik yang signifikan. Di dalam saluran pencernaan manusia, *E. coli* hidup pada lingkungan yang relatif

stabil, bersuhu hangat, bersifat anaerob, dan kaya akan zat gizi. Sebaliknya, di luar tubuh inang, bakteri ini harus menghadapi kondisi yang fluktuatif, bersuhu lebih rendah, bersifat aerob, serta dengan ketersediaan nutrisi yang terbatas (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah 2018).

E. coli yang terpapar kondisi lingkungan tidak sesuai dapat mengalami perubahan ekspresi gen, mutasi adaptif, dan morfologi sel, yang sebagian besar diatur oleh faktor sigma spesifik (σ S). Bakteri ini memiliki waktu generasi sekitar 30–87 menit bergantung pada suhu, dengan pertumbuhan optimal pada suhu 37 °C yang menghasilkan waktu generasi tercepat, sekitar 30 menit. (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah 2018).

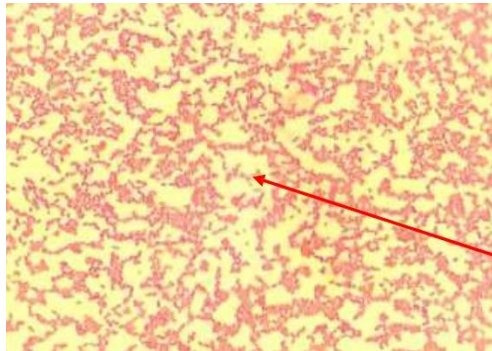
3. Identifikasi *E. coli*

a. Spesimen

Spesimen yang digunakan mencakup urin, darah, nanah, cairan tulang belakang, dahak, atau bahan lainnya.

b. Pewarnaan gram

Secara mikroskopis tampak bakteri berbentuk basil yang tersusun secara soliter serta menampilkan sifat Gram negatif yang ditandai oleh pewarnaan merah.



Gambar 1. Pewarnaan Gram koloni bakteri

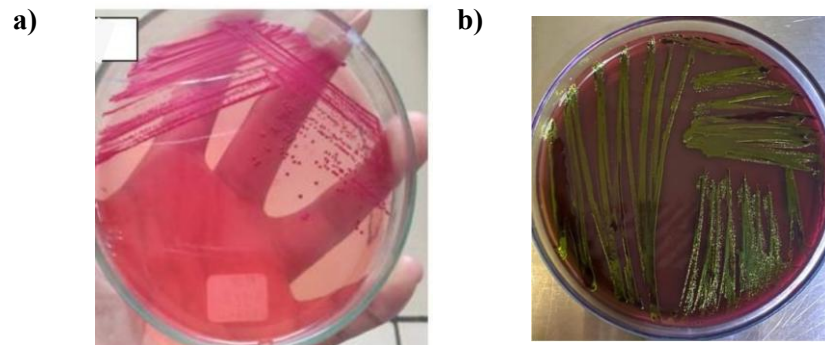
(Kurniawan et al. 2023)

c. Kultur dan uji biokimia

Pada tahap kultur dan uji biokimia, spesimen ditanam pada agar darah serta media diferensial seperti MCA dan EMBA untuk memperoleh pertumbuhan selektif dan indikasi awal sifat biokimia, sehingga identifikasi dini *E. coli* dapat dilakukan lebih cepat.

1) Uji pada media MCA dan EMBA

Pada media EMBA tampak koloni berwarna hijau metalik, berbentuk bulat, cembung, tekstur halus dan tepian yang rata dan pada media MCA terbentuk koloni merah muda, smooth, keping/sedikit, cembung.

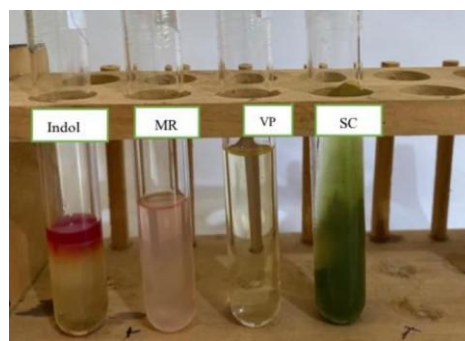


Gambar 2. a) Pertumbuhan *E. coli* pada Media MCA (Lisdewi *et al.*, 2023) dan b) pada media EMBA (Cahyaningtyas *et al.*, 2024)

2) Uji IMVIC

Tabel 2. 1 Uji IMVIC Sumber: (Cahyaningtyas *et al.*, 2024)

Nama Uji	Indol	MR	VP	Sitrat
Hasil	+	+	-	-
	(terbentuk cincin merah)	(terbentuk cincin merah)	(warna media tetap kuning)	(warna media tetap hijau)



Gambar 3. Hasil Identifikasi *E. coli* pada Uji IMVIC (Cahyaningtyas *et al.*, 2024)

3) Fermentasi karbohidrat

Tabel 2. 2 Uji Gula-Gula Sumber: (Di, Tradisional, & Besar 2017)

Nama gula-gula	Glukosa	Sukrosa	Laktosa	Maltosa	Manitol
Hasil	+	+	+	+	+



Gambar 4. Hasil uji gula-gula (Di, Tradisional, & Besar 2017)

C. Tanaman Kesambi (*Schleichera oleosa* L.)

1. Definisi

Kesambi (*Schleichera oleosa* (L.) Oken.) adalah jenis pohon hutan tropis yang termasuk dalam keluarga Sapindaceae, yang dapat dijumpai di kawasan Asia Selatan dan Asia Tenggara seperti Kamboja, India, Indonesia, Myanmar, Sri Lanka, Thailand, dan Vietnam.. Pada setiap daerah tanaman ini memiliki nama lokal yang beragam seperti: kasambi (Sunda); kesambi, kusambi, sambi (Jawa dan Bali); kasambhi (Madura); kusambi, usapi (Timor Timur); kasambi, kahambi (Sumba);

kehabe (Sawu); kabahi (Solor); kalabai (Alor); kule, ule (Rote); bado (Makasar); ading (Bugis) (Holil, & Griana 2020). Kesambi banyak tumbuh secara alami di lereng pegunungan Himalaya dan Deccan Barat, hingga mencapai Sri Lanka serta Indo Cina. Tumbuhan kesambi sering di jumpai di hutan-hutan yang juga menjadi habitat bagi pohon jati. Spesies ini diperkenalkan ke Malaysia dan kemudian menyebar ke Indonesia, mencakup wilayah seperti Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku, Seram, dan Kepulauan Kei (Tresniawati C, & Wardiana 2019).

2. Morfologi tumbuh kesambi (*Schleichera oleosa* L.)

Pohon kesambi dapat mencapai tinggi hingga 40 m, dengan diameter hingga 2 m. Biasanya batang pohon kesambi selalu bengkok dan bermata kayu serta berbanir. Kulitnya halus berwarna abu-abu. Batangnya silindris, berkerut, tipis, berbulu pendek berwarna kuning kemerahan ketika muda dengan kelenjar tertentu, hitam, kemudian coklat kekuningan seperti abu (Holil, & Griana 2020). Tanaman ini bisa tumbuh pada daerah kering dengan suhu maksimum 35-47 °C dan suhu minimum 2,5 °C. Pohon kesambi umumnya memiliki batang tegak, berkayu, permukaan kasar, dan warnanya coklat kotor. Daunnya tunggal, lanset, berseling, panjang 11-25 cm, lebar 2-6 cm, tepi rata, ujung lancip dan berwarna hijau (Nursamsiar et al. 2023). Pada pohon kesambi bunga jantan dan betina tidak memiliki mahkota bunga, buahnya berbentuk bulat telur, jorong sampai membulat, ujung buah runcing, warnanya kuning, sedangkan kulit buah agak tebal

dengan daging buah yang lunak dan biji yang jumlahnya 1-2 buah (Tresniawati C, & Wardiana 2019).



Gambar 5. Pohon Kesambi (*Schleichera oleosa* L.)

(Lanka 2022)

3. Kandungan dan manfaat kulit batang kesambi

Kesambi mengandung senyawa fitokimia penting seperti terpenoid, flavonoid, dan fenolik. Berkat komposisi tersebut, tanaman ini banyak dimanfaatkan dalam bidang pengobatan sebagai antioksidan, antibakteri terhadap *Streptococcus aureus* dan *E. coli*, antiinflamasi, analgesik, antijamur, penanganan penyakit kulit, serta sebagai agen antihipertensi (Susvira, Tinggi, & Kimia 2025). Pada senyawa flavonoid dari ekstrak kulit batang kesambi seperti flavonol, quercetin, dan catechin, berpotensi sebagai imunomodulator yang merangsang aktivitas fagosit dan meningkatkan respon imun. Senyawa ini juga memiliki efek antioksidan, mendukung aktivasi limfosit T dan B, serta mengaktifkan sistem

komplemen. Melalui penghambatan NF- κ B dan penurunan TNF- α , flavonoid tersebut dapat mengurangi produksi TNF- α dan nitric oxide pada makrofag yang teraktivasi (Tamelan 2021).



Gambar 6. Kulit Batang Kesambi

(Masduqi et al. 2025)

D. Metode Ekstraksi

Pada uji ini, kulit batang kayu kesambi diekstraksi dengan metode maserasi, yaitu proses pemisahan senyawa aktif berdasarkan kelarutannya dalam pelarut tertentu. Ekstraksi dilakukan dengan merendam simplisia dalam pelarut yang sesuai selama beberapa hari pada suhu kamar dan terlindung dari cahaya. Pelarut akan menembus dinding sel dan masuk ke bagian dalam sel yang mengandung komponen aktif, sehingga terjadi proses pelarutan ketika pelarut bertemu dengan senyawa tersebut. Pada tahap ini, pelarut di dalam sel membawa zat terlarut, sementara pelarut di luar sel masih memiliki konsentrasi rendah, sehingga timbul perbedaan konsentrasi. Ketidakseimbangan ini memicu proses difusi, di mana larutan berkonsentrasi tinggi terdorong keluar sel dan digantikan oleh pelarut berkonsentrasi rendah.

Mekanisme ini berlangsung berulang hingga tercapai keseimbangan konsentrasi antara larutan di dalam dan di luar sel, sehingga komponen kimia atau metabolit sekunder pada kulit batang kesambi dapat terekstraksi secara optimal (Marjoni, 2016).

E. Uji Efektivitas Antimikroba

Dalam pengujian ini, yang dinilai adalah kemampuan suatu agen antimikroba dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme. Metode yang diterapkan merupakan metode difusi cakram Kirby-Bauer, yakni teknik pengujian yang memanfaatkan kertas cakram berisi antibiotik sebagai media pembawa senyawa antimikroba. Metode ini dikembangkan pada awal tahun 1950-an oleh William Kirby dan A. Wade Bauer, lalu distandarisasi oleh WHO pada tahun 1961. Pada prosedurnya, bakteri diuji terhadap berbagai antibiotik menggunakan cakram kertas yang mengandung konsentrasi antibiotik tertentu. Setelah cakram ditempatkan di atas media Mueller-Hinton yang telah diinokulasi suspensi bakteri dengan kekeruhan 0,5 McFarland, antibiotik akan berdifusi ke dalam agar selama inkubasi. Difusi ini menghasilkan zona hambat berupa area jernih di sekitar cakram. Zona tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan bakteri terhambat oleh tingginya konsentrasi antibiotik, sehingga mengindikasikan kerentanan. Bila tidak terbentuk zona hambat, bakteri dikategorikan resisten. Pengukuran diameter

zona hambat dilakukan secara manual sebagai dasar penentuan sensitif, intermediat, atau resisten (Yaqub, Balogun, & Bala 2023).



Gambar 7. Metode Difusi Cakram Kirby-Bauer
(Nurhayati et al, 2020)

F. Kajian Emperik

Tabel 2. 3 Kajian Empirik

NO	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Situmeang dkk. (Situmeang et al. 2022)	aktivitas antioksidan dan antibakteri dari fraksi ekstrak metanol kulit batang kesambi (shleichera oleosa)	Pembuatan ekstrak kulit batang kesambi dengan metode maserasi dan uji sensitivitas dengan metode Optical Density (OD)	Fraksi positif (+) menunjukkan nilai 53,59%, sedangkan fraksi negatif (-) bernilai 0. Persentase fraksi 1 hingga 7 berturut-turut adalah

NO	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				16,45%, 50,77%, 50,38%, 48,97%, 59,76%, 40,35%, dan 59,76%.
2	Puspita Sari dkk. (Sari, Sugita, & Santoso 2019)	aktivitas antioksidan, antibakteri, dan toksisitas ekstrak kulit batang pohon kesambi (schleichera oleosa (lour) oken)	Pembuatan ekstrak kulit batang kesambi dengan metode maserasi dan uji sensitivitas dengan metode difusi agar	Pada bakteri Staphylococcus aureus dengan konsentrasi dua puluh ribu ppm, ekstrak metanol menghasilkan diameter zona hambat sebesar 7,73 mm, fraksi n-heksana tidak menunjukkan aktivitas penghambatan, fraksi etil asetat memiliki diameter zona hambat 8,36 mm, sedangkan fraksi residu menunjukkan diameter zona hambat sebesar 7,48 mm Pada bakteri Staphylococcus aureus dengan konsentrasi dua puluh ribu ppm, ekstrak metanol menghasilkan diameter zona hambat sebesar 7,73 mm, fraksi n-heksana tidak menunjukkan aktivitas penghambatan, fraksi etil asetat memiliki diameter zona hambat 8,36 mm, sedangkan fraksi residu

NO	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				menunjukkan diameter zona hambat sebesar 7,48 mm.
3	Ni Made Susilawati dkk. (Susilawati, Romana, & Parwata, I, Made, Oka 2016)	pengaruh konsentrasi ekstrak kasar kulit batang kusambi (schleichera oleosa (lour) oken) terhadap pertumbuhan in vitro bakteri e. coli	Pembuatan ekstrak kulit batang kesambi dengan metode maserasi dan uji sensitivitas dengan metode disc diffusion	Diameter zona hambat meningkat seiring kenaikan konsentrasi, yaitu dari 10,33 mm pada 0,5% menjadi 11,33 mm (1%), 13,33 mm (1,5%), 14,33 mm (2%), 17,33 mm (2,5%), 18,67 mm (3%), 19,33 mm (3,5%), 20,33 mm (4%), 20,67 mm (4,5%), hingga mencapai nilai tertinggi 21,67 mm pada konsentrasi 5%.
4	Afif Hidayatul Mustafid dkk. (Afif Hidayatul Mustafid, Yeyen Maryani, Sri Agustina 2023)	Potensi fraksi etil asetat kulit batang kesambi sebagai antibakteri terhadap escherichia coli	Pembuatan ekstrak kulit batang kesambi dengan metode maserasi dan uji sensitivitas dengan metode Kirby Bauer	Kontrol positif (+) menunjukkan diameter zona hambat sebesar 20,3 mm, sedangkan kontrol negatif (-) tidak menunjukkan zona hambat (0 mm). Pada konsentrasi 1.000 ppm diameter zona hambat sebesar 13,7 mm, meningkat menjadi 13,9 mm pada 5.000 ppm, dan mencapai 16,5 mm pada konsentrasi 10.000 ppm.