

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Autism Spectrum Disorder* (ASD)

2.1.1 Definisi

Autism Spectrum Disorder (ASD) adalah gangguan perkembangan saraf yang ditandai dengan masalah komunikasi sosial dan adanya minat yang terbatas serta perilaku yang berulang (Hodges *et al.*, 2020). Kondisi ini timbul akibat adanya degradasi bertahap pada fungsi kognitif yang disebabkan oleh kelainan pada otak terkait jumlah sel saraf, yang manifestasinya dapat terjadi selama periode kehamilan atau pasca melahirkan. Disfungsi perkembangan pada anak dengan ASD berakar pada gangguan fungsi sistem saraf pusat (Katilik & Djie, 2022). Anak-anak ASD sering kali dikaitkan dengan kondisi komorbiditas seperti gangguan pencernaan, masalah tidur, dan infeksi saluran kemih yang dapat mempengaruhi kehidupan sehari-hari. Selain itu anak-anak ASD memiliki banyak gejala saluran kemih bagian bawah terutama urgensi dan penundaan, dan mereka membutuhkan waktu yang lebih lama untuk berhenti buang air kecil dan kontinensia (Gontard *et al.*, 2015).

2.1.2 Etiologi dan Patofisiologi

Autism Spectrum Disorder (ASD) disebabkan beberapa faktor yaitu faktor genetik dan lingkungan yang mempengaruhi perkembangan otak, serta faktor prenatal meskipun sampai saat ini belum ada penyebab tunggal yang dijelaskan. Faktor genetik berperan dalam kelemahan ASD,

dengan saudara kandung ASD memiliki risiko diagnosis lebih tinggi meskipun tidak sepenuhnya pada saudara kandung (Hodges *et al.*, 2019). Faktor lingkungan dan prenatal memiliki peran untuk paparan infeksi atau bahan toksik selama kehamilan, serta ketidakseimbangan neurotransmitter dalam perkembangan otak yang mana dapat meningkatkan risiko ASD (Dewi & Morawati, 2024). Sebagian besar faktor ini dipengaruhi oleh perubahan lingkungan pada tubuh orang tua selama kehamilan, tubuh ibu mengalami immunosupresi, yang membuat ibu dan embrio yang sedang berkembang rentan terhadap banyak agen infeksi. Hal ini secara konsisten bahwa infeksi virus orang tua berhubungan dengan perkembangan autisme pada keturunan mereka (Yoon *et al.*, 2020).

2.1.3 Komplikasi

Anak autisme yang tidak mendapatkan penanganan yang tepat dapat berkembang menjadi beberapa komplikasi termasuk kepekaan berlebih dan reaksi negatif terhadap cahaya terang serta suara keras atau ketidakmampuan untuk merespon stimulus suhu (panas dan dingin), atau rasa sakit. Komplikasi lain meliputi kejang pada individu autis yang juga menderita epilepsi atau mengalami kejang berulang, mengingat tingginya prevalensi epilepsi pada populasi autisme, masalah pencernaan, serta gangguan pola tidur. Gejala pada penderita autisme yang berkaitan dengan kesulitan dalam interaksi dan aktivitas sosial juga dapat memberikan pengaruh pada kualitas hidupnya yang mana pada anak autis dapat mengalami masalah seperti ketidakmampuan untuk hidup

mandiri, gangguan mental seperti stres, depresi, cemas, gangguan mood, dan perilaku impulsif serta ketidakmampuan untuk mengikuti pelajaran dan ketidakmampuan untuk menjalin hubungan sosial (Dewi & Morawati, 2024).

2.1.4 Diagnosis

Penegakan diagnosis *Autism Spectrum Disorder* (ASD) didasarkan pada konfirmasi manifestasi klinik, yang mencakup hambatan dalam komunikasi dan interaksi sosial seperti keterbatasan dalam kemampuan berbahasa dan kurangnya kontak mata, pola perilaku repetitif yang kaku, serta minat yang berlebihan terhadap objek, warna, dan tekstur tertentu (Dewi & Morawati, 2024). Gejala ASD dibagi menjadi 2 yaitu gangguan komunikasi sosial atau interaksi sosial dan perilaku repetitif (berulang-ulang). Kriteria diagnostik ditetapkan ketika teridentifikasi adanya perilaku, prefensi, atau aktivitas yang bersifat restriktif (membatasi) dan repetitif, yang secara nyata muncul pada masa anak-anak atau pernah terjadi di masa lalu meskipun manifestasi saat ini mungkin sudah tidak terlihat (Soetjiningsih *et al.*, 2015).

Diagnosis ASD memerlukan evaluasi komprehensif esensial mengingat terdapat tiga tantangan krusial dalam diagnosis ASD yaitu menentukan tingkat fungsi anak secara menyeluruh, mengklasifikasikan kategori diagnosis ASD yang sesuai, mengidentifikasi adanya komorbiditas atau kondisi medis lain yang mendasari (Soetjiningsih *et al.*, 2015). Pedoman diagnostik terkini yang diadopsi adalah kriteria yang terdapat dalam DSM-5 atau ICD-11. Instrumentasi diagnostik dapat

dimanfaatkan sebagai alat bantu untuk memfasilitasi proses penegakan diagnosis (Dewi & Morawati, 2024). Beberapa instrumen diagnostik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi ASD meliputi *Psycho Educational Profile Revised* (PEP-R), *Autism Diagnostic Review-Revised* (ADI-R), *Autism Diagnostic Observation Schedule* (ADOS), dan *Childhood Autism Rating Scale* (CARS (Soetjningsih *et al.*, 2015).). Akan tetapi, belum terdapat pemeriksaan fisik atau penunjang yang bersifat spesifik untuk ASD.

2.2 Infeksi Saluran Kemih (ISK)

2.2.1 Definisi

Sistem saluran kemih pada manusia adalah organ yang berfungsi menghimpun, menyimpan, dan mengeluarkan urin dari dalam tubuh, yang terdiri atas ginjal, ureter, kandung kemih, dan uretra (Annisah *et al.*, 2024). Infeksi saluran kemih (ISK) merupakan keadaan klinis pada saluran kemih yang terdapat bakteri dalam urin yang disebabkan oleh mikroorganisme dan bakteri yang berpotensi masuk ke dalam saluran kemih. Infeksi saluran kemih sering menyebabkan angka kesakitan dan dapat secara signifikan menjadi tingkat kematian. Meskipun dalam keadaan normal saluran kemih bebas dari pertumbuhan bakteri, bakteri yang umumnya naik dari rektum dapat menyebabkan terjadinya ISK (M. Abbas *et al.*, 2023).

2.2.2 Etiologi dan Patofisiologi

Infeksi Saluran Kemih (ISK) dipicu oleh bakteri *Escherichia coli* yang menginvasi saluran kemih. Bakteri tersebut masuk melalui saluran

yang berfungsi mengalirkan urin keluar dari tubuh (uretra). Perempuan memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk mengalami ISK dibandingkan dengan laki-laki, dikarenakan panjang uretra pada perempuan lebih pendek daripada uretra laki-laki. Faktor penyebab lain yang berkontribusi meliputi penggunaan kateter urin, penurunan fungsi sistem imun, asupan cairan yang tidak memadai, aktivitas seksual, serta kurangnya kebersihan dan kekeringan pada area genital (Khotimah *et al.*, 2022). Faktor lain penyebab ISK yaitu akibat urin yang sering ditahan dan tidak dikeluarkan menyebabkan jumlah mikroorganisme akan meningkat menjadi masalah infeksi pada saluran kemih, dan kebiasaan menahan buang air kecil (BAK) (Purba *et al.*, 2024).

2.2.3 Komplikasi

Infeksi saluran kemih dapat menyebabkan komplikasi ketika tidak segera ditangani bahkan dapat mengarah ke serius (Lase, 2023) seperti:

1. Terhambatnya aliran urine akibat batu, yang merupakan sumbatan pada pangkal kandung kemih yang dapat mengakibatkan penurunan atau penghentian pengeluaran urine ke uretra. Kondisi ini umumnya dijumpai pada individu lanjut usia.
2. Retensi urine, suatu keadaan di mana kandung kemih tidak mampu mengosongkan isinya secara total pasca berkemih. Retensi urine akan menimbulkan kesulitan dalam mengeluarkan urine meskipun terdapat dorongan untuk buang air kecil.

3. Gagal ginjal, yang dapat timbul akibat infeksi saluran kemih yang menjalar hingga ke ginjal seiring masuknya bakteri ke saluran kemih dan selanjutnya menginfeksi ginjal.

2.2.4 Diagnosis

Diagnosis infeksi saluran kemih dapat ditegakkan dengan melakukan pemeriksaan berupa *anamnesis*, pemeriksaan fisik yang menunjukkan adanya gejala infeksi saluran kemih, dan pemeriksaan penunjang (Anjaya & Angraini, 2024). Pemeriksaan *gold standard* untuk menegakkan diagnosis infeksi saluran kemih yaitu dengan melakukan pemeriksaan kultur urin menggunakan urin sebagai sampelnya. Pemeriksaan ini mendeteksi keberadaan mikroorganisme penyebab penyakit dengan adanya gejala klinis. Selain melakukan pemeriksaan kultur urin, pemeriksaan secara tidak langsung dengan melakukan tes urinalisis juga dapat mendiagnosis infeksi saluran kemih. Pemeriksaan urinalisis merupakan pemeriksaan awal yang dilakukan untuk mendiagnosis kecurigaan gejala infeksi saluran kemih (Sheba, 2023).

2.3 Urin

2.3.1 Definisi Urin

Urin adalah cairan residual yang dihasilkan oleh ginjal sebagai produk ekskresi, yang kemudian dikeluarkan dari badan melalui proses berkemih. Pengeluaran urin dibutuhkan untuk menghilangkan molekul-molekul sisa dari darah yang telah disaring oleh ginjal dan untuk mempertahankan keseimbangan cairan tubuh (*homeostasis*). Komposisi urin dapat merefleksikan kapasitas ginjal dalam mempertahankan dan

mereabsorpsi zat-zat esensial untuk metabolisme dasar serta menjaga keseimbangan tubuh. (Putri *et al.*, 2023).

2.3.2 Kandungan Urin

Komposisi urin terdiri dari 96% air, natrium, pigmen empedu, 1,5% garam, kalium, toksin, 2,5% urea, kalsium, bikarbonat, kreatin nitrogen, magnesium, kreatin klorida, asam urat nitrogen, sulfat anorganik, asam urat, fosfat anorganik, amonia nitrogen, sulfat, dan hormon. Secara kimiawi, kandungan zat dalam urin meliputi limbah nitrogen (urea, kreatinin, dan asam urat), asam hipurat, serta sisa metabolisme dari konsumsi sayuran dan buah, badan keton zat sisa metabolisme lemak, ion-ion elektrolit (Na, Cl, K, amonium, sulfat, Ca dan Mg), hormon, zat toksin (obat, vitamin dan zat kimia asing), zat abnormal (protein, glukosa, sel darah kristal kapu dan sebagainya) (Afraghassani *et al.*, 2019).

2.3.3 Karakteristik Urin

a) Warna

Warna urin dapat bervariasi dari jernih (tidak berwarna) hingga gelap. Perbedaan warna ini dipengaruhi oleh proses metabolisme tubuh yang normal, tingkat aktivitas fisik, jenis makanan dan minuman yang dikonsumsi, pengobatan, atau adanya kondisi medis tertentu. Perubahan warna urin yang tidak biasa dapat mengindikasikan adanya kelainan metabolisme, sehingga pemeriksaan urin perlu segera dilakukan untuk diagnosis lebih lanjut. (Gambar 2.1) mengilustrasikan berbagai warna urin yang

umum dijumpai, meliputi: tidak berwarna, kuning pucat, kuning tua, kuning oranye, hijau, biru kehijauan, merah, coklat, putih atau kuning keruh, dan hitam.(Sugiarti *et al.*, 2024). Interpretasi warna pada urin yang disajikan pada tabel 2.1:

Tabel 2.1 Interpretasi warna urin

Warna	Kemungkinan Penyebab	Interpretasi
Tidak berwarna	Baru mengonsumsi cairan	Normal
Kuning pucat	Diabetes insipidus, diabetes mellitus, spesimen urin encer	Normal
Kuning gelap	Spesimen urin pekat, vitamin B kompleks, dehidrasi, bilirubin, akriflavin, nitrofurantoin	Abnormal
Jingga-kuning	Fenazopiridin (Piridium), Fenindion	Abnormal
Kuning hijau	Bilirubin teroksidasi menjadi biliverdin	Abnormal
Hijau	Infeksi pseudomonas	Abnormal
Biru-hijau	Amitriptilin, metokarbamol (robaxin), clorets, Indikan, methylene blue, fenol	Abnormal
Merah muda-merah	Sel darah merah, hemoglobin, bit, rifampin, mioglobin, kontaminasi darah	Abnormal
Merah anggur	Porfirin	Abnormal
Merah cokelat, cokelat	Sel darah merah teroksidasi menjadi methemoglobin, mioglobin, asam homogentisat	Abnormal
Hitam	Derivat fenol, argirol (antiseptik), melanin atau melanogen, melanoma ganas, metildopa atau levodopa, metronidazol	Abnormal
Putih susu/kuning keruh	Kristal urat, lemak, kristal fosfat, bakteri / getah prostat, pus/nanah	Abnormal



Gambar 2.1 Macam-macam warna urin normal dan abnormal (Rosida & Pratiwi, 2019)

b) Bau

Bau urin merupakan karakteristik fisik yang terukur. Urin yang baru saja dikeluarkan memiliki aroma yang cenderung samar. Apabila urin dibiarkan dalam beberapa waktu, bau amonia akan menjadi lebih terasa. Mikroorganisme yang memecah urea berperan dalam menghasilkan bau khas amonia tersebut. Penyebab bau abnormal dapat meliputi infeksi bakteri yang menghasilkan bau tidak sedap seperti amonia, serta bau manis atau seperti buah yang serupa dengan keton diabetik. Gangguan metabolik serius dapat mengakibatkan urin berbau seperti sirup maple pekat, yang dikenal sebagai penyakit kencing sirup maple. Konsumsi makanan tertentu, seperti bawang merah, bawang putih, dan asparagus, juga berpotensi menimbulkan bau urin yang sangat kuat (Sugiarti *et al.*, 2024).

c) Kejernihan

Kejernihan merupakan deskripsi umum mengenai tingkat transparansi atau kekeruhan pada sampel urin. Dalam pemeriksaan urinalisis standar, kejernihan dievaluasi melalui observasi visual sampel yang telah dikocok di hadapan sumber cahaya. Sampel

seharusnya ditempatkan dalam wadah transparan (Sugiarti *et al.*, 2024). Secara umum, urin yang sehat memiliki kejernihan yang baik. Evaluasi kejernihan dilakukan bersamaan dengan penilaian warna urin. Kondisi normal yang dapat menyebabkan urin keruh meliputi keberadaan sel epitel skuamosa dari saluran kemih bagian bawah, sementara kondisi patologis yang dapat menyebabkan kekeruhan urin antara lain keberadaan leukosit, eritrosit, protein, epitel saluran kemih bagian atas, jamur dan bakteri (Rosida & Pratiwi, 2019).

2.3.4 Pengambilan Sampel Urin

Pada pemeriksaan kultur urin terdapat dua macam cara pengambilan sampel urin yaitu urin porsi tengah (*midstream urin*) dan urin *chateter*. Sedangkan urin aspirat suprapubik hanya dilakukan pada kasus infeksi tertentu karena memerlukan tindakan medis yang invasif (ahli bedah) (Kadarsih, 2021).

a) Urin porsi tengah (*midstream urin*)

Pengambilan sampel urin porsi tengah bertujuan untuk meminimalkan sumber kontaminasi, sehingga menghasilkan spesimen yang berkualitas tinggi untuk pemeriksaan kultur urin. Pengambilan urin porsi tengah ditujukan untuk mengeliminasi flora bakteri normal yang terdapat di area uretra bagian bawah. Dengan demikian, urin yang terkumpul akan merepresentasikan elemen dan zat analitik dari kandung kemih, ureter, dan ginjal (Kadarsih, 2021).

b) Urin kateter/*chateter*

Pengambilan sampel urin *chateter* dibutuhkan pada pasien yang tidak bisa menghasilkan urin porsi tengah. Prosedur ini melibatkan pengumpulan spesimen urin yang dilakukan dengan menggunakan kateter yang dimasukkan ke dalam kandung kemih melalui uretra. Selanjutnya, urin mengalir dari kandung kemih melalui kateter menuju wadah penampung. Teknik ini umumnya diterapkan untuk kultur bakteri (Sugiarti *et al.*, 2024).

c) Urin supra pubik

Teknik pengambilan sampel urin supra pubik melibatkan insersi jarum melalui dinding abdomen langsung ke dalam kandung kemih untuk mendapatkan spesimen urin yang lebih steril dan terhindar dari kontaminasi (Sugiarti *et al.*, 2024). Teknik ini lazim digunakan untuk analisis sitologi, kultur bakteri terutama untuk mikroorganisme anaerob, serta pada spesimen dari bayi (Kadarsih, 2021).

2.3.5 Penyimpanan Sampel Urin

Pada umumnya urin yang baik untuk pemeriksaan yaitu urin segar yang diperoleh dalam waktu kurang dari 1 jam setelah buang air kecil. Jika tidak dapat dilakukan pengujian dalam waktu 4 jam disarankan untuk menyimpan urin di lemari es pada suhu antara 2 - 8°C (Salsabila *et al.*, 2024). Jika dibiarkan pada suhu kamar dalam periode waktu yang diperpanjang, urin akan mengalami degradasi. Sampel urin yang tidak segera dianalisis akan menunjukkan perubahan komposisi

molekul karena bakteri yang ada di dalamnya akan menghidrolisis urea menjadi amonia, yang berpotensi menyebabkan lisis leukosit dalam urin (Aziza *et al.*, 2024).

2.4 Bakteri Penyebab Infeksi Saluran Kemih (ISK)

Bakteri merupakan mikroorganisme berukuran mikroskopis, yang tersusun dari satu sel dan termasuk dalam kelompok *prokariota*. Bakteri tidak memiliki nukleus yang terbungkus membran serta memiliki materi genetik berupa DNA yang tersebar di sitoplasma. Bakteri dapat ditemukan di berbagai lingkungan di planet ini, serta pada semua organisme hidup, bertindak sebagai flora normal atau sebagai agen patogen penyebab infeksi (Sari *et al.*, 2025). Beberapa jenis bakteri patogen yang umum ditemukan pada infeksi saluran kemih (ISK) antara lain *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus aureus* (Ainutajriani *et al.*, 2024).

2.4.1 *Escherichia coli*

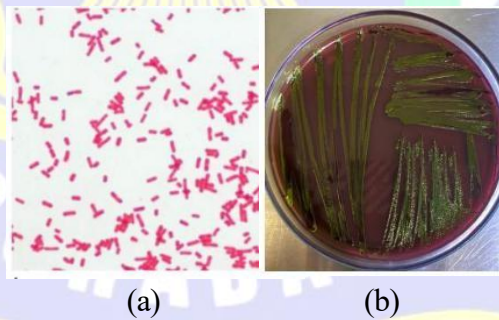
Escherichia coli merupakan bakteri patogen pada usus hewan dan manusia, bakteri ini termasuk jenis bakteri Gram negatif. *Escherichia coli* dapat menyebabkan beberapa penyakit pada manusia seperti saluran kemih (ISK), sepsis neonatal, dan meningitis neonatal (Umarudin *et al.*, 2020).

a. Klasifikasi

Kingdom	: Prokaryotae
Divisi	: Gracilicutes
Kelas	: Scotobacteria
Ordo	: Enterobacterales
Famili	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Escherichia</i>
Spesies	: <i>Echerichia coli</i> (Umarudin <i>et al.</i> , 2020)

b. Morfologi

Bakteri *Escherichia coli* diklasifikasikan sebagai Gram-negatif berbentuk basil (batang), dengan dimensi sekitar $0,4-0,7 \mu\text{m} \times 1,4 \mu\text{m}$. Organisme ini bersifat fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, bersifat nonmotil atau motil melalui flagela, dan sebagian strain dilengkapi dengan kapsul, pada (Gambar 2.2) (Octifani *et al.*, 2023). *Escherichia coli* dapat berkultivasi dengan baik pada media nutrisi dasar seperti nutrient agar. Organisme ini bersifat mikroaerofilik, mengindikasikan kebutuhan akan oksigen namun juga mampu bertahan tanpa keberadaan oksigen. Seluruh spesies *Escherichia coli* memiliki kemampuan untuk memfermentasi glukosa dan laktosa, menghasilkan asam dan gas sebagai produknya. Strain patogen *Escherichia coli* yang diperoleh dari isolat spesimen mampu bertahan hidup dalam rentang suhu yang luas, dari 7°C hingga 45°C . Namun, suhu pertumbuhan optimalnya berada di kisaran 35°C hingga 37°C (Olianovi & Pasaribu, 2017).



Gambar 2.2 (a) Bakteri *Escherichia coli* dibawah mikroskop (Umarudin *et al.*, 2020) ; (b) Bakteri *Escherichia coli* di media EMBA (Cahyaningtyas *et al.*, 2024).

2.4.2 *Klebsiella pneumonia*

Klebsiella pneumoniae merupakan anggota genus *Klebsiella* sp dari famili *Enterobacteriaceae* dan umumnya ditemukan sebagai flora normal pada saluran pencernaan. Genus *Klebsiella* dikenal sebagai agen penyebab *pneumonia*, dan terkadang dapat menimbulkan infeksi pada saluran kemih, bakteremia pada pasien yang *immunocompromised*, serta merupakan salah satu kontributor infeksi nosokomial. *Pneumonia*, atau infeksi pada saluran pernapasan bagian bawah, tetap menjadi tantangan kesehatan yang signifikan di negara berkembang maupun negara maju (Octifani *et al.*, 2023).

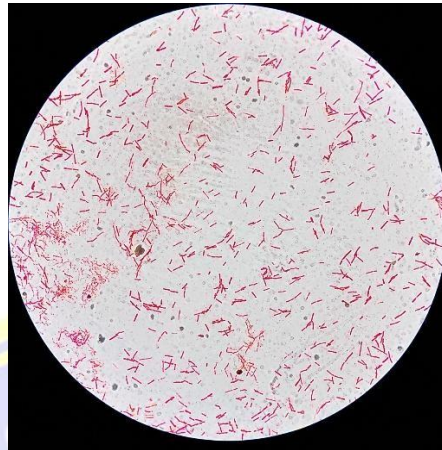
a. Klasifikasi

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Proteobacteria
Kelas	: Gamma Proteobacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Famili	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Klebsiella</i>
Spesies	: <i>Klebsiella pneumoniae</i> (Romadhana, 2023)

b. Morfologi

Klebsiella pneumonia teridentifikasi sebagai bakteri Gram-negatif dengan morfologi batang (basil). Bakteri ini dapat muncul secara berpasangan atau berurutan, tidak membentuk spora, tidak memiliki flagela untuk bergerak, dan memiliki kapsul, seperti yang diilustrasikan pada (Gambar 2.3). Berdasarkan persyaratan oksigennya, *Klebsiella pneumonia* dikategorikan sebagai bakteri anaerob fakultatif (Octifani *et al.*, 2023). Bakteri *Klebsiella pneumonia* menghasilkan lapisan polisakarida ekstraseluler yang

menonjol, sebuah kapsul, yang membungkus struktur sel dan bertindak sebagai perisai terhadap kekebalan bawaan inang (R. Abbas *et al.*, 2024).



Gambar 2.3 Bakteri *Klebsiella pneumonia* dibawah mikroskop (Cahyaningtyas *et al.*, 2024).

2.4.3 *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa adalah spesies bakteri yang bertanggung jawab atas beragam infeksi pada individu dengan sistem kekebalan tubuh yang kompeten maupun yang terganggu. Bakteri ini cenderung menimbulkan infeksi pada individu dengan pertahanan tubuh yang lemah, berkat kemampuan adaptasinya yang sangat tinggi dan resistensi terhadap antibiotik (Octifani *et al.*, 2023). *Pseudomonas aeruginosa* menduduki peringkat keempat sebagai bakteri patogen nosokomial yang paling sering diisolasi dari berbagai infeksi di lingkungan rumah sakit. Infeksi yang disebabkan oleh bakteri ini, seperti infeksi pada aliran darah, *pneumonia*, infeksi saluran kemih, dan infeksi pasca-operasi, berpotensi berkembang menjadi kondisi serius yang mengancam jiwa (Umarudin *et al.*, 2020).

a. Klasifikasi

Kingdom : Monera
Filum : Proteobacteria
Kelas : Gammaproteobacteria
Ordo : Pseudomonadales
Famili : Pseudomonadaceae
Genus : *Pseudomonas*
Spesies : *Pseudomonas aeruginosa* (Diggle & Whiteley, 2020) dan (Umarudin *et al.*, 2020).

b. Morfologi

Pseudomonas aeruginosa berbentuk batang (basil) Gram negatif, tidak berspora, tidak berkapsul, bergerak aktif dengan *flagella* (Octifani *et al.*, 2023) dan memiliki ukuran panjang sekitar 1-5 μm dan lebar 0,5-1,0 μm , pada (Gambar 2.4). Bakteri ini tumbuh melalui respirasi aerob dan anaerob dengan nitrat sebagai akseptor elektron terminal (Diggle & Whiteley, 2020). Bakteri ini bewarna pucat (non laktosa) pada media MacConkey agar (MCA), mampu menghemolisis darah, membentuk koloni bulat dan bertekstur halus serta menghasilkan bau yang manis menyerupai anggur (Umarudin *et al.*, 2020).



Gambar 2.4 Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dibawah mikroskop (Umarudin *et al.*, 2020).

2.4.4 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus adalah jenis bakteri patogen yang menimbulkan penyakit dengan manifestasi khas berupa inflamasi, nekrosis, dan pembentukan abses. Infeksi yang disebabkan dapat bervariasi dari furunkel kulit yang ringan hingga peimia yang berakibat fatal. *Staphylococcus aureus* termasuk dalam kelompok infeksi yang umum dialami oleh populasi di negara berkembang, termasuk Indonesia. Bakteri merupakan salah satu agen penyebab penyakit infeksi. Penyebab infeksi yang sering terjadi di rumah sakit salah satunya disebabkan oleh *Methicillin Resistent Staphylococcus aureus* (Khairunnisa *et al.*, 2023).

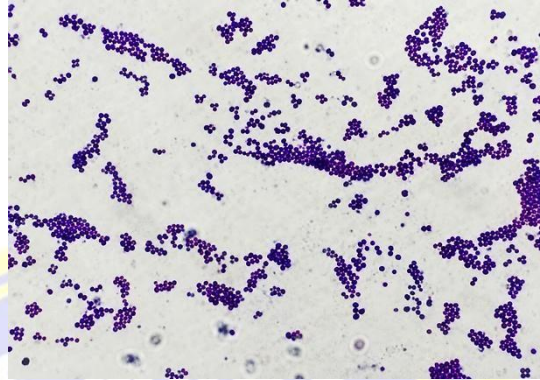
a. Klasifikasi

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Staphylococcaceae
Genus	: <i>Staphylococcus</i>
Spesies	: <i>Staphylococcus aureus</i> (Shari & Humaira, 2025).

b. Morfologi

Staphylococcus aureus teridentifikasi sebagai bakteri Gram positif berbentuk kokus dengan ukuran diameter 0,7-1,2 μm . Bakteri ini memiliki kapsul polisakarida atau selaput tipis yang berkontribusi pada virulensinya. Karakteristiknya meliputi pertumbuhan yang berkelompok secara tidak teratur menyerupai gugusan anggur, tidak membentuk spora, bersifat fakultatif anaerob, dan tidak memiliki kemampuan bergerak pada (Gambar 2.5). Suhu optimal untuk proliferasi bakteri ini adalah 37°C, namun pada suhu ruang (20°C-

25°C), bakteri ini akan menghasilkan pigmen. Warna pigmen yang dihasilkan berkisar dari abu-abu hingga kuning keemasan, dengan koloni yang berbentuk bulat, halus, menonjol, dan mengkilap (Rianti *et al.*, 2022).



Gambar 2.5 Bakteri *Staphylococcus aureus* dibawah mikroskop (Shari & Humaira, 2025).

2.5 Pemeriksaan Sampel Urin Dalam Mengidentifikasi ISK

Pemeriksaan sampel urin sangat penting dilakukan untuk mengidentifikasi pasien yang diduga menderita infeksi saluran kemih (ISK). Penegakan diagnosis penyakit ISK dapat dilakukan dengan menggunakan pemeriksaan hitung total bakteri atau kultur urin yang merupakan *gold standart* untuk mendiagnosis ISK (Adliana & Wahid, 2023) .

2.5.1 Pemeriksaan Urinalisis Lengkap

Pemeriksaan urinalisis merupakan salah satu pemeriksaan yang dapat menunjang penegakan diagnosis dan dapat digunakan untuk *follow up* ISK (Mus *et al.*, 2024). Pemeriksaan urinalisis terdiri dari pemeriksaan makroskopik, mikroskopik, dan kimia urin. Pemeriksaan makroskopik pada urin diantaranya menilai warna, berat jenis, bau, pH, dan kejernihan. Pemeriksaan mikroskopik untuk melihat adanya sedimen urin diantaranya eritrosit, leukosit, kristal, silinder, sel epitel, bakteri,

parasit, jamur, dan spermatozoa. Pemeriksaan kimia urin dilakukan terhadap protein, glukosa, keton, bilirubin, dan urobilinogen (Parwati *et al.*, 2020).

2.5.2 Pemeriksaan Kultur Urin

Pemeriksaan kultur urin sebagai *Gold standar* untuk menetapkan diagnosis infeksi saluran kemih (Supriyanti *et al.*, 2025). Pada pemeriksaan kultur urin menggunakan sampel seperti urin porsi tengah, urin kateter, dan urin suprapubik (Rinawati & Aulia, 2022). Kultur urin menggunakan *loop* kalibrasi sudah digunakan sejak tahun 1960-an untuk mengisolasi dan mengidentifikasi mikroorganisme yang terdapat pada sampel urin (Karah *et al.*, 2020).

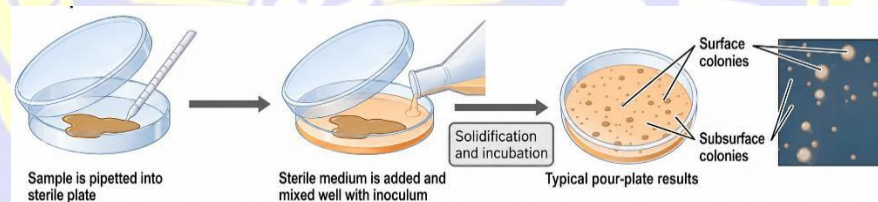
2.5.3 Pemeriksaan Total Bakteri

Pemeriksaan total bakteri merupakan metode yang dilakukan untuk mengetahui berapa banyak koloni bakteri yang masih hidup maupun mati yang terdapat pada suatu media (Rosmania & Yanti, 2020). Pemeriksaan ini digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan infeksi pada sistem saluran kemih melalui kuantifikasi unit pembentuk koloni bakteri. Prosedur ini berfungsi sebagai metode diagnostik dan penentu derajat keparahan infeksi saluran kemih (ISK) (A'yunin *et al.*, 2025). Prinsip dasar dari penghitungan total bakteri adalah ketika sel mikroorganisme yang viabel diinokulasikan ke dalam media agar, sel tersebut akan mengalami proliferasi dan membentuk koloni yang dapat diamati dan dihitung secara visual tanpa memerlukan bantuan mikroskop

(Rosmania & Yanti, 2020). Beberapa metode yang digunakan untuk pemeriksaan total bakteri yaitu:

a) Teknik Tuang (*Pour Plate*)

Teknik tuang (*pour plate*) merupakan suatu teknik untuk menumbuhkan mikroorganisme di dalam media agar dengan cara mencampurkan kultur bakteri pada media yang masih cair sehingga sel tersebar merata pada permukaan agar. Dalam metode ini diperlukan pengenceran sebelum ditumbuhkan pada media agar di dalam cawan petri. Setelah diinkubasi akan terbentuk koloni pada cawan tersebut dalam jumlah yang dapat dihitung. Keunggulan teknik ini dapat digunakan untuk memperoleh biakan murni akan tetapi kekurangannya beberapa sel yang berdekatan membentuk satu koloni sehingga tidak menunjukkan jumlah sel mikroorganisme yang sebenarnya (Damayanti *et al.*, 2020).

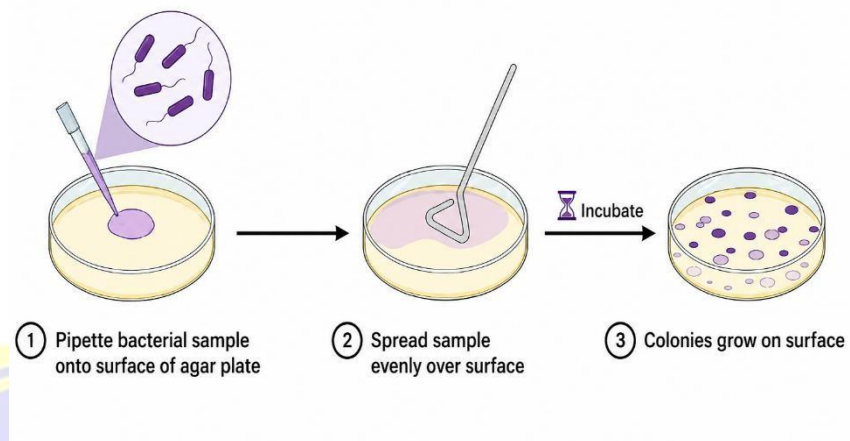


Gambar 2.6 Teknik Tuang (*Pour Plate method*)
(Sari *et al.*, 2025).

b) Teknik Sebaran (*Spread Plate*)

Teknik sebaran (*spread plate*) merupakan suatu teknik isolasi mikroorganisme dengan cara menumbuhkan kultur mikroorganisme secara pulasan/ sebaran di permukaan media agar yang sudah memadat (Sari *et al.*, 2025). Keunggulan teknik ini dapat digunakan

untuk memperkirakan jumlah bakteri dalam satuan sel. Akan tetapi kekurangan teknik ini cukup sulit terutama saat meratakan suspensi dengan batang bengkok sehingga biakan justru terkontaminasi (Damayanti *et al.*, 2020).



Gambar 2.7 Teknik Sebar (*Spread Plate method*) (Sari *et al.*, 2025).

c) Teknik Mayo

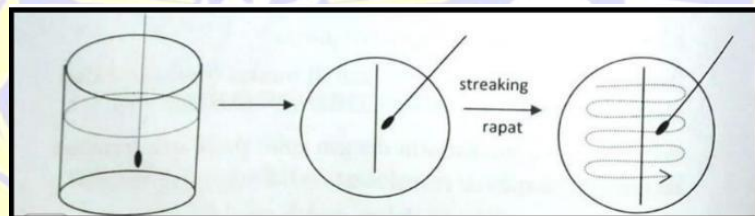
Pemeriksaan total bakteri pada spesimen urin dapat dicapai melalui metode kultur kuantitatif yang dikenal sebagai *colony counting* atau teknik mayo. Teknik mayo menawarkan kesederhanaan dibandingkan dengan metode *pour plate* dan *spread plate* karena tidak memerlukan tahap pengenceran sampel urin (Aziza *et al.*, 2024). Oleh karena itu, metode ini dinilai lebih efisien untuk implementasi di laboratorium mikrobiologi (Septiani & Silviani, 2024). Meskipun demikian, metode ini memiliki keterbatasan dalam hal sensitivitas positif yang rendah, terutama pada pasien yang telah menerima terapi antibiotik (Cao *et al.*, 2022).

Teknik ini melibatkan penginokulasian sampel pada media agar menggunakan teknik sebar (mayo) dengan ose terkalibrasi. Kultur

kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam dalam kondisi aerob. Penghitungan bakteri dilakukan dengan menghitung unit pembentuk koloni yang tumbuh per mililiter (CFU/ml) (Kadarsih, 2021).

Jumlah total koloni bakteri yang teramati dikalikan dengan faktor pengenceran yang sesuai, yaitu 10^2 untuk ose kalibrasi 0,01 ml dan 10^3 untuk ose kalibrasi 0,001 ml. Kriteria penentuan koloni yang dihitung adalah sebagai berikut:

- Setiap koloni tunggal dikategorikan sebagai 1 koloni.
- Dua koloni yang saling tumpang tindih dianggap sebagai 1 koloni.
- Beberapa koloni yang berdempetan dihitung sebagai 1 koloni.
- Dua koloni yang berdekatan namun masih dapat diidentifikasi secara terpisah dihitung sebagai 2 koloni.



Gambar 2.8 Teknik Mayo (Kadarsih, 2021).