

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Anatomi fisiologi ginjal

a. Pengertian

Ginjal merupakan organ ekskresi yang berperan mempertahankan homeostatis dalam tubuh terutama mengatur keseimbangan cairan tubuh dan mengeluarkan produk limbah atau zat beracun dari dalam tubuh. Ginjal berfungsi mengatur volume cairan, menyaring darah dan zat terlarut kemudian mengeluarkannya berupa urine melalui ureter. Ginjal terdiri dari tiga bagian yaitu korteks yang mengandung nefron, medulla terdiri atas kumpulan tubulus kolektivus dan pelvis ginjal untuk menampung urine dari medulla sebelum dialirkan menuju ureter. Korteks dan medula tersusun atas nefron (unit fungsi ginjal), pembuluh darah, limfatik dan saraf (Apriyanti *et al.*, 2021)

b. Komponen ginjal

1) Nefron

Nefron adalah unit struktural dan fungsional terkecil pada ginjal yang berperan dalam proses pembentukan urine. Setiap ginjal mengandung lebih dari satu juta nefron yang berfungsi menyaring darah untuk menghasilkan urine. Nefron terdiri dari unit penyaringan pembuluh darah kecil yang disebut glomerulus yang melekat pada tubulus (Apriyanti *et al.*, 2021).

2) Glomerulus

Glomerulus adalah kumpulan kapiler darah yang dikelilingi kapsula bowman dan terletak pada bagian awal nefron. Aliran darah menuju glomerulus berasal dari arteri aferen. Dinding kapiler glomerulus memiliki pori-pori yang berfungsi sebagai penyaring darah. Adanya tekanan dari darah yang mendorong plasma darah memungkinkan darah disaring melalui dinding epitelium glomerulus. Hasil penyaringan atau filtrat glomerulus tersebut akan masuk ke dalam tubulus ginjal (Apriyanti *et al.*, 2021).

3) Tubulus ginjal

Tubulus ginjal merupakan lanjutan dari kapsula bowman. Zat-zat yang masih bermanfaat seperti air dan elektrolit akan diserap kembali oleh tubuh sedangkan zat yang tidak direabsorpsi dikeluarkan bersama urine. Terjadinya transport aktif untuk menyerap kembali glukosa, asam amino dan berbagai ion mineral didukung oleh banyaknya mitokondria dalam sel epitel tubulus yang menghasilkan adenosine tripospat (ATP). Sebagian besar air (97,7%) dalam proses penyaringan masuk ke dalam tubulus konvulasi dan tubulus kolektivus melalui osmosis. Tubulus konvulasi merupakan bagian yang mengalirkan filtrat glomerulus dari kapsula bowman (Apriyanti *et al.*, 2021).

4) Lengkungan henle

Lengkungan henle adalah struktur dalam ginjal melengkung

membentuk huruf U yang berfungsi untuk reabsorpsi air, ion, sodium dan klorida. Struktur ini terdiri atas dua bagian yaitu *descenden* (menurun) dan *ascenden* (naik). Pada bagian lengkung *descenden* terjadi reabsorpsi air, sedangkan di lengkung *ascenden* terjadi reabsorpsi ion, sodium dan klorida (Apriyanti *et al.*, 2021).

c. Tahapan pembentukan urine

1) Filtrasi glomerulus

Filtrasi atau penyaringan merupakan tahap awal pembentukan urine yang terjadi di glomerulus. Pada tahap ini, aliran darah membawa air dan sisa zat metabolisme dari dalam tubuh menuju ginjal untuk dilakukan penyaringan. Struktur sel kapiler glomerulus yang memiliki tekanan dan permeabilitas tinggi akan mempermudah proses penyaringan. Glomerulus menyaring molekul kecil yang larut dalam plasma darah seperti glukosa, asam amino, natrium, kalium, klorida, bikarbonat dan urea. Selain itu, penyerapan kembali sel-sel darah, keping darah, dan sebagian besar protein plasma juga terjadi di glomerulus. Hasil dari tahap awal pembentukan urine ini disebut filtrat glomerulus atau urine primer yang mengandung glukosa, asam amino, garam, natrium dan kalium (Apriyanti *et al.*, 2021).

2) Reabsorpsi tubulus

Reabsorpsi atau penyerapan kembali terjadi setelah tahap filtrasi. Pada tahap ini, air, elektrolit, glukosa, asam amino, garam,

protein dan zat-zat yang masih diperlukan oleh tubuh akan diserap kembali ke aliran darah. Reabsorpsi air, natrium dan glukosa akan diserap kembali oleh tubulus proksimal. Dalam keadaan normal, tubulus proksimal menyerap kembali semua glukosa dan asam amino melalui peristiwa difusi serta 85% natrium dan air melalui peristiwa osmosis. Sedangkan zat sisa yang masih diperlukan akan diserap kembali oleh tubulus distal secara pasif oleh tubuh seperti urea sekitar 50%. Dengan demikian, sebanyak 50% sisa urea yang difiltrasi akan diekskresi dalam urine. Proses reabsorpsi tubulus ini menghasilkan urine sekunder (Apriyanti *et al.*, 2021).

3) Sekresi oleh tubular

Sekresi tubular merupakan suatu proses mengeliminasi zat-zat kimia asing atau tidak diperlukan untuk dikeluarkan dalam urine. Sekresi tubular berperan dalam membuang zat-zat seperti obat-obatan dan metabolit yang mengikat protein plasma serta menghilangkan zat-zat yang tidak diperlukan oleh tubuh yang diserap kembali secara pasif seperti urea dan asam urat. Pada tahap ini juga terjadi sekresi amonia, kreatinin serta beberapa senyawa organik lainnya (Apriyanti *et al.*, 2021). Produk akhir dari seluruh proses tersebut disebut urine yang merupakan kumpulan zat yang tidak diserap kembali selama filtrasi glomerulus dan reabsorpsi tubulus (Nugrahaeni, 2020).

2. Tinjauan umum urine

a. Pengertian urine

Urine adalah produk akhir dari proses pembentukan urine di ginjal yang meliputi filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi, kemudian dikeluarkan dari tubuh melalui proses berkemih. Urine merupakan suatu indikator yang memberikan gambaran terdapat kelainan pada saluran kemih. Berbagai zat sisa metabolisme yang tidak diperlukan tubuh akan larut dalam air dan dikeluarkan melalui urine. Urine yang merupakan cairan sisa proses ekskresi oleh ginjal diperlukan untuk membuang molekul-molekul sisa dalam darah yang disaring oleh ginjal dan untuk menjaga homeostasis cairan tubuh (Purwaningsih *et al.*, 2024).

b. Komposisi urine

Urine normal sebagian besar terdiri dari air dengan kandungan zat terlarut berupa hasil metabolisme, elektrolit dan senyawa organik. Komponen penyusun urine berasal dari hasil penyaringan darah serta cairan interstisial. Selama proses reabsorpsi, komposisi urine mengalami perubahan ketika molekul penting bagi tubuh diserap kembali ke dalam tubuh melalui molekul pembawa. Zat-zat yang masih diperlukan tubuh seperti glukosa dan beberapa elektrolit akan diserap kembali. Sisa cairan yang mengandung urea dalam kadar yang tinggi dan berbagai senyawa yang berlebih atau berpotensi toksik akan dikeluarkan dari tubuh melalui urine (Purwaningsih *et al.*, 2024).

Tabel 1. Komposisi Normal Urine dalam 24 Jam

Komponen	Jumlah	Keterangan
Air	95% dari total urine	Pelarut utama zat-zat sisa.
Urea	15 – 30 g/hari	Produk akhir metabolisme yaitu 60% - 90% adalah nitrogen, merupakan pemecahan dari asam amino menjadi amonia.
Kreatinin	1 – 2 g/hari	Hasil metabolisme kreatin dari otot yaitu substansi nitrogen dalam otot.
Asam urat	0,5 – 1 g/hari	Hasil pemecahan purin dalam otot, merupakan komponen umum batu ginjal. Hasil katabolisme asam nukleat dalam makanan dan pemecahan sel.
Amonia	0,3 – 1 g/hari	Mengatur keseimbangan asam basa. Hasil pemecahan metabolisme protein dan glutamin dalam ginjal.
Sodium	40 – 220 mEq/hari	Elektrolit penting untuk keseimbangan cairan.
Kalium	25 -125 mEq/hari	Berperan dalam fungsi saraf dan otot bersama dengan klorida, sulfat dan garam fosfat.
Klorida	110 – 250 mEq/hari	Ion utama dalam keseimbangan elektrolit.
Kalsium	100 – 300 mg/hari	Berperan untuk kesehatan tulang dan otot bersama dengan klorida, sulfat dan garam fosfat.
Fosfat	0,6 – 2 g/hari	Berperan dalam metabolisme energi.
Sulfat	2,5 g/hari	Berasal dari pemecahan asam amino.
Magnesium	50 – 150 mg/hari	Berperan dalam fungsi enzim bersama dengan klorida, sulfat dan garam fosfat.
Protein	<150 mg/hari	Jumlah normal sangat kecil, jika tinggi dapat menandakan gangguan ginjal.
Glukosa	<0,1 g/hari	Normalnya tidak terdeteksi, jika ada dapat mengindikasikan diabetes.

Sumber: Widiastuty *et al.*, 2025

c. Jenis spesimen urine

Jenis spesimen urine berdasarkan waktu pengambilan menurut Riswanto dan Rizki (2015) sebagai berikut.

1) Urine pagi pertama

Urine pagi pertama merupakan spesimen yang diperoleh setelah bangun tidur dan menjadi salah satu spesimen terbaik untuk pemeriksaan urine. Urine ini mengalami pemekatan unsur-unsur yang terbentuk akibat tidak adanya asupan cairan selama proses tidur satu malam. Spesimen ini sesuai untuk pemeriksaan sedimen, pemeriksaan rutin dan pemeriksaan kehamilan berdasarkan deteksi hormon *human chorionic gonadotropin* (HCG) dalam urine.

2) Urine pagi kedua

Urine pagi kedua merupakan spesimen yang dikumpulkan 2 – 4 jam setelah urine pagi pertama. Komposisi urine ini dipengaruhi oleh asupan makanan, minuman dan aktivitas fisik, tetapi lebih praktis dilakukan pengambilannya pada pasien rawat jalan.

3) Urine sewaktu (random)

Urine sewaktu merupakan urine yang dikumpulkan tanpa memperhatikan waktu tertentu dan tidak memerlukan persiapan khusus untuk pengumpulan spesimen. Jenis urine ini sering digunakan untuk pemeriksaan rutin karena lebih mudah diperoleh.

4) Urine 24 jam

Urine tampung 24 jam merupakan urine yang dikeluarkan secara terus-menerus selama 24 jam dalam satu wadah. Urine ini umumnya digunakan untuk pemeriksaan kuantitatif zat tertentu dalam urine, seperti ureum, kreatinin, natrium, kalium. Urine 24 jam ditampung

dalam botol besar bervolume 1,5 liter dengan penambahan pengawet untuk mempertahankan stabilitas komponen urine.

5) Urine 2 jam post prandial

Urine 2 jam post prandial merupakan urine yang dikeluarkan 2 jam setelah makan. Spesimen ini baik digunakan untuk pemeriksaan glukosa urine untuk pemantauan terapi insulin pada penderita diabetes melitus.

3. Urinalisis

Urinalisis merupakan pemeriksaan laboratorium terhadap spesimen urine untuk mendukung penegakan diagnosis gangguan ginjal dan saluran kemih (Sangging dan Karimah, 2020). Secara kualitatif, pemeriksaan urine bertujuan untuk mengetahui keberadaan zat yang terdapat dalam urine secara normal dan zat yang seharusnya tidak ada, sedangkan secara kuantitatif atau semikuantitatif bertujuan untuk menentukan jumlah atau kadar zat-zat yang terdapat dalam urine. Keberadaan zat yang normalnya ditemukan dalam urine, tetapi mengalami peningkatan jumlah atau kadarnya dapat memiliki makna klinis penting. Secara umum, pemeriksaan urinalisis rutin meliputi pemeriksaan makroskopis, kimia dan mikroskopis (Riswanto dan Rizki, 2015).

a. Pemeriksaan makroskopis

Pemeriksaan makroskopis merupakan pemeriksaan fisik urine yang meliputi penilaian warna, kejernihan dan pengukuran berat jenis. Hasil pemeriksaan makroskopis urine dapat digunakan sebagai informasi

pendukung atau mengkonfirmasi temuan pada pemeriksaan kimia maupun mikroskopis urine (Riswanto dan Rizki, 2015).

b. Pemeriksaan kimia

Pemeriksaan kimia urine merupakan pemeriksaan yang dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi berat jenis, pH, kadar esterase leukosit, nitrit, protein, glukosa, keton, bilirubin dan urobilinogen. Pemeriksaan ini dapat memberikan informasi mengenai fungsi ginjal dan hati, metabolisme karbohidrat serta keseimbangan asam basa. Pemeriksaan kimia dapat dilakukan menggunakan metode konvensional maupun strip reagen. Metode konvensional dilakukan dalam tabung uji dengan mengamati endapan, kekeruhan atau perubahan warna yang terjadi setelah penambahan reagen cair dengan atau tanpa pemanasan spesimen. Metode strip reagen lebih umum digunakan di laboratorium karena sifatnya relatif stabil, cepat, murah, hanya memerlukan sedikit volume sampel, serta sensitivitas dan spesifisitas tinggi. Prinsip reaksi pada strip reagen pada dasarnya sama seperti pada pemeriksaan kimia basah (Riswanto dan Rizki, 2015).

c. Pemeriksaan mikroskopis

Pemeriksaan mikroskopis merupakan pemeriksaan sedimen urine untuk mendeteksi dan mengevaluasi gangguan ginjal, saluran kemih maupun penyakit sistemik lainnya. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi unsur-unsur yang tidak larut dalam urine. Peningkatan eritrosit, leukosit ataupun silinder dalam urine dapat

menunjukkan suatu proses penyakit. Oleh karena itu, pemeriksaan mikroskopis urine dapat berperan penting dalam memantau perkembangan dan diagnosis awal penyakit ginjal (Sangging dan Karimah, 2020).

Unsur sedimen urine meliputi organik dan non-organik. Unsur organik berasal dari organ atau jaringan tubuh yang meliputi sel epitel, eritrosit, leukosit, silinder, fragmen jaringan, spermatozoa, bakteri dan parasit. Sementara itu, unsur non-organik berupa urat dan kristal amorf merupakan unsur yang tidak berasal dari suatu organ atau jaringan tubuh (Widiastuty *et al.*, 2025).

Tabel 2. Macam-macam Unsur Sedimen

Unsur Organik	Unsur Non-Organik
1. Epitel	A. Kristal normal :
2. Silinder	1. pH asam : asam urat, kalsium sulfat, natrium urat
3. Bakteri	2. pH asam/netral : kalsium oksalat
4. Leukosit	3. pH alkali/netral : tripel fosfat
5. Eritrosit	4. pH alkali : kalsium karbonat
6. Spora	B. Kristal abnormal : sistin, leusin, tirosin, kolesterol, bilirubin
7. <i>Oval fat bodies</i>	C. Obat : sulfonamida
8. Spermatozoa	
9. Pseudohypha	
10. Parasit	

Sumber : Widiastuty *et al.*, 2025

4. Hematuria

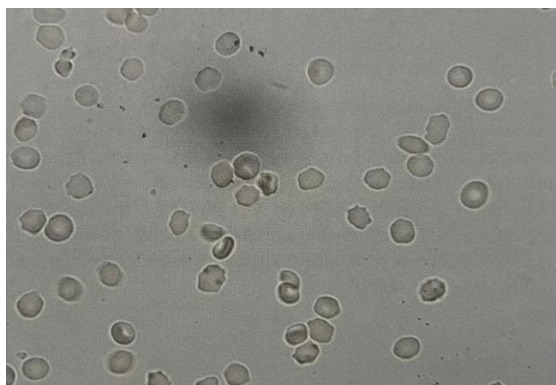
Hematuria merupakan kondisi yang ditandai oleh peningkatan jumlah eritrosit di dalam urine yang mengindikasikan adanya proses patologis di ginjal atau saluran kemih. Pada kondisi normal, eritrosit seharusnya tidak ditemukan dalam urine, meskipun keberadaan 1–2 eritrosit/LPB masih dianggap dalam batas wajar (Dwiyana dan Astrawinata, 2014).

Berdasarkan manifestasi klinisnya, hematuria diklasifikasikan menjadi hematuria makroskopis (gross) dan mikroskopis. Hematuria makroskopis ditandai oleh perubahan warna urine menjadi merah atau cokelat keruh dan mudah terlihat secara visual, sedangkan hematuria mikroskopis tidak menyebabkan perubahan warna urine dan hanya terdeteksi secara mikroskopik atau carik celup (Riswanto dan Rizki, 2015).

Berbagai kondisi dapat menyebabkan hematuria, antara lain perdarahan pada saluran kemih akibat penyakit ginjal, pielonefritis, infeksi, tumor, trauma atau batu ginjal, gangguan proses pembekuan darah atau penggunaan obat antikoagulan (Rosida dan Pratiwi, 2019). Penegakan diagnosis hematuria mikroskopik apabila didapatkan ≥ 5 eritrosit/LPB (400x) pada pemeriksaan mikroskop cahaya terhadap sedimen urine yang telah disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 5 menit. Prevalensi hematuria pada individu sehat berkisar antara 3-6%, dan sekitar 5-10% pada pasien dengan penyakit ginjal kronik (Noer *et al.*, 2018).

5. Tinjauan eritrosit sedimen urine

a. Gambaran mikroskopis



Gambar 1. Sel-sel Eritrosit dalam Sedimen tanpa Pewarnaan (400x)
Sumber : Riswanto dan Rizki, 2015

Secara mikroskopis, penampakan eritrosit dalam urine bervariasi tergantung pada lingkungan urine, dapat berupa sel berbentuk normal (cakram bulat) yang tidak menyerap zat warna, membengkak, *shadow cell*, *ghost cell*, krenasi atau mengecil. Dalam urine segar dengan berat jenis 1,010 – 1,020, eritrosit umumnya tampak berbentuk cakram normal dengan diameter 7 – 8 μm , sedangkan dalam urine tidak segar eritrosit dapat kehilangan hemoglobin sehingga sel mungkin tampak sebagai sel bayangan (*shadow cell*) yaitu sel samar berbentuk lingkaran tidak berwarna. Dalam urine hipotonik, sel menyerap air sehingga membengkak dan mudah lisis, melepaskan hemoglobin dan hanya meninggalkan membran sel yang tampak sebagai sel hantu (*ghost cell*) yang samar dan mudah hilang jika spesimen tidak diperiksa di bawah cahaya yang lemah. Dalam urine hipertonik, sel-sel menyusut atau mengerut akibat kehilangan air. Dalam urine yang bersifat basa, eritrosit akan lisis atau tampak sangat kecil, kadang-kadang tampak seperti ragi (Riswanto dan Rizki, 2015).

b. Makna klinis

Eritrosit yang ditemukan dalam urine dapat berasal dari saluran kemih, glomerulus hingga meatus uretra, atau dapat dipengaruhi oleh kontaminasi menstruasi pada wanita. Secara teoritis, eritrosit seharusnya tidak dapat ditemukan dalam urine, namun dapat ditemukan 0–3 sel/LPB dalam urine normal. Peningkatan jumlah eritrosit urine melebihi jumlah normal disebut hematuria (Riswanto dan Rizki, 2015).

Peningkatan jumlah eritrosit dalam urine dapat mengindikasikan berbagai kondisi patologis seperti penyakit ginjal, infeksi saluran kemih bagian bawah akut dan kronis, penyakit eksternal serta reaksi toksik akibat obat atau faktor fisiologis termasuk olahraga (Riswanto dan Rizki, 2015).

Keberadaan eritrosit dalam sedimen urine tidak selalu berkorelasi dengan warna urine atau hasil pemeriksaan kimia urine terhadap kadar darah. Urine berwarna merah dengan hasil uji kimia positif untuk darah tanpa hematuria mikroskopik karena hemoglobin telah disaring oleh glomerulus. Demikian juga, spesimen yang tampak normal secara makroskopis dapat mengandung sejumlah kecil eritrosit tetapi bermakna patologis ketika diperiksa mikroskopis sehingga pemeriksaan mikroskopis tetap diperlukan (Riswanto dan Rizki, 2015).

6. Penanganan spesimen urine

a. Penanganan

Komposisi urine dapat mengalami perubahan baik saat masih di dalam tubuh (*in vivo*) maupun setelah dikeluarkan dari tubuh (*in vitro*), sehingga diperlukan prosedur penanganan yang tepat. Penanganan spesimen mencakup prosedur penampungan spesimen, pemberian identitas serta pengiriman atau penyimpanan spesimen. Penanganan yang tidak tepat dapat menyebabkan spesimen yang diperoleh tidak layak dan menyebabkan hasil pemeriksaan menjadi tidak akurat (Riswanto dan Rizki, 2015).

1) Wadah spesimen

Spesimen urine idealnya ditampung dalam wadah penampung yang terbuat dari bahan plastik transparan, bermulut lebar, mudah ditutup rapat dan mudah dibuka, tidak mudah retak maupun pecah, serta bagian bawah datar untuk mencegah terbalik dan berlabel. Wadah penampung harus dalam kondisi bersih, kering dan bebas dari bahan yang berpotensi mengubah komposisi zat-zat dalam urine. Kapasitas wadah yang disarankan adalah 50 mL yang dapat menampung volume spesimen minimal 12 mL untuk pemeriksaan mikroskopis maupun spesimen tambahan untuk pemeriksaan ulang (Riswanto dan Rizki, 2015).

2) Identitas pasien

Setiap spesimen harus diberi label yang mudah dibaca dan memuat nama pasien dan nomor identifikasi, tanggal dan waktu pengumpulan serta informasi tambahan seperti usia pasien, lokasi dan nama dokter. Label ditempelkan pada wadah spesimen (bukan pada tutupnya), tidak menutupi bagian spesimen yang perlu diamati dan harus tetap melekat jika spesimen didinginkan atau dibekukan (Riswanto dan Rizki, 2015).

b. Dokumentasi

Setiap spesimen yang dikirim ke laboratorium harus disertai formulir permintaan pemeriksaan laboratorium (lembar manual atau komputerisasi) yang informasinya sesuai dengan label spesimen.

Formulir dapat memuat informasi mengenai metode pengumpulan atau jenis spesimen, penggunaan obat yang berpotensi memengaruhi hasil pemeriksaan dan informasi klinis pasien. Waktu penerimaan spesimen di laboratorium harus dicatat pada formulir (Riswanto dan Rizki, 2015).

c. Pengiriman

Pemeriksaan urinalisis idealnya dilakukan pada saat urine segar (kurang dari 1 jam) atau maksimal 2 jam setelah dikemihkan. Penundaan pemeriksaan urinalisis dapat memengaruhi stabilitas spesimen dan validitas hasil pemeriksaan. Apabila pengiriman dan pemeriksaan tidak dapat dilakukan dalam waktu tersebut, spesimen harus didinginkan atau diberi bahan pengawet yang sesuai (Riswanto dan Rizki, 2015).

Menurut Riswanto dan Rizki (2015), perubahan yang dapat terjadi pada urine akibat penundaan pemeriksaan antara lain:

1) Perkembangbiakan bakteri

Bakteri dapat berkembang biak apabila spesimen tidak segera diperiksa atau tidak disimpan pada suhu yang dingin sehingga memberikan hasil yang tidak tepat untuk pemeriksaan mikrobiologis serta pemeriksaan beberapa unsur dalam urine. Beberapa hal yang dapat terjadi akibat perkembangbiakan bakteri meliputi:

- a) Peningkatan kekeruhan akibat proliferasi bakteri atau terbentuknya endapan amorf.
- b) Peningkatan bau urine akibat multiplikasi bakteri atau karena

bakteri menguraikan ureum menjadi amoniak. Sebagian amoniak akan menguap sehingga spesimen tidak lagi sesuai untuk penetapan kadar ureum.

- c) Peningkatan pH urine. Pembentukan amoniak dan karbondioksida dari penguraian ureum oleh bakteri dapat meningkatkan pH urine. Amoniak menyebabkan pH menjadi basa dan memicu pengendapan kalsium dan magnesium fosfat. Peningkatan pH juga mempercepat kerusakan silinder (cast) karena sifatnya yang mudah larut dalam urine suasana basa.
- d) Penurunan kadar glukosa. Bakteri akan menguraikan glukosa dan menggunakannya sebagai sumber energi jika terdapat glukosa dalam urine. Hal ini dapat menyebabkan hasil negatif palsu pada pemeriksaan glukosa urine.
- e) Perubahan kadar nitrit. Bakteri mereduksi nitrat menjadi nitrit sehingga terjadi peningkatan kadar nitrit, tetapi juga bisa menurun karena nitrit diubah menjadi nitrogen.
- f) Penurunan kadar benda keton akibat metabolisme bakteri.

2) Pengaruh faktor fisik dan kimia

Selain perubahan akibat aktivitas bakteri, faktor fisik dan kimia juga dapat menyebabkan perubahan komposisi urine. Beberapa perubahan yang terjadi meliputi:

- a) Kerusakan unsur sedimen seperti sel-sel dan silinder mulai terjadi dalam waktu 2 jam. Kerusakan cepat terjadi jika pH urine

>7,5 dan osmolalitas bawah 300 mosm/kg. Namun, kerusakan akan lebih lambat jika pH rendah dan berat jenis tinggi (>1,015).

- b) Penurunan kadar bilirubin dan urobilinogen akibat fotooksidasi dan oksidasi apabila terpapar cahaya berkepanjangan.
- c) Penurunan kadar benda keton akibat penguapan.
- d) Perubahan warna urine akibat proses oksidasi maupun reduksi metabolit.
- e) Terbentuknya kristal akibat penyimpanan spesimen pada suhu rendah dalam waktu yang relatif lama.

d. Pengawetan spesimen

Urine dapat disimpan atau ditambahkan bahan pengawet kimia ke dalam spesimen apabila pemeriksaan tidak dapat segera dilakukan dengan memperhatikan jenis pemeriksaan. Persyaratan pemilihan metode penyimpanan harus sesuai dengan jenis spesimen, jenis pengawet dan stabilitasnya (Riswanto dan Rizki, 2015).

1) Pengawetan secara fisik

Pendinginan pada suhu 2 – 8°C merupakan metode pengawetan yang paling umum digunakan karena mampu menghambat pertumbuhan dan aktivitas bakteri. Namun, metode ini dapat meningkatkan hasil pengukuran berat jenis dengan urinometer dan memicu terbentuknya endapan amorf fosfat dan urat yang berpotensi mengaburkan unsur sedimen sehingga pemeriksaan mikroskopis menjadi kurang optimal. Oleh karena itu, spesimen perlu

dikembalikan ke suhu ruang sebelum dilakukan pemeriksaan kimia menggunakan strip reagen agar berat jenis terkoreksi dan amorf urat dapat larut. Pada kondisi penyimpanan jangka waktu yang lebih lama terutama ketika pengiriman jarak jauh ke laboratorium luar, pendinginan mungkin tidak dapat dilakukan. Pengawetan secara kimia dapat menjadi alternatif pada keadaan tersebut (Riswanto dan Rizki, 2015).

2) Pengawetan secara kimia

Bahan pengawet kimia idealnya bersifat bakterisidal, mampu menghambat aktivitas urease, mempertahankan unsur-unsur berbentuk dalam sedimen serta tidak mengganggu hasil pemeriksaan kimia urine (Riswanto dan Rizki, 2015).

Berbagai jenis bahan pengawet yang dapat digunakan pada spesimen urine menurut Riswanto dan Rizki (2015), antara lain:

a) Toluena

Toluena tidak mempengaruhi pemeriksaan rutin, tetapi dapat mengganggu proses pengujian karena mengapung di permukaan urine dan menempel pada pipet. Penambahan sekitar 2 mL ke dalam 100 mL urine dapat mempertahankan protein, glukosa, benda keton seperti aseton dan asam asetoasetat serta menghambat perombakan urine oleh bakteri terutama pada penyimpanan suhu rendah.

b) Thymol

Thymol mampu mempertahankan stabilitas konstituen urine pada umumnya. Thymol tidak mengganggu pemeriksaan protein menggunakan strip reagen. Namun, pengawet ini dapat memengaruhi uji presipitasi asam untuk protein, sehingga penambahan dalam bentuk butiran harus diperhatikan. Penambahan terlalu banyak dapat memungkinkan hasil positif palsu untuk proteinuria yang diperiksa dengan metode pemanasan menggunakan asam asetat. Penggunaan thymol dapat dilakukan dengan menambahkan satu butir kecil atau larutan 10% dalam 2-propanol 5 mL ke dalam 100 mL urine.

c) Kloroform

Kloroform dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri, tetapi tidak pada pemeriksaan rutin tidak direkomendasikan karena berpotensi mengubah karakteristik unsur seluler dalam sedimen.

d) Asam borat

Asam borat dapat mempertahankan protein dan unsur sedimen tetapi dapat mengganggu hasil pemeriksaan pH. Pengawet ini dapat mengendapkan kristal apabila digunakan dalam jumlah banyak atau konsentrasi tinggi. Pengawet ini umumnya digunakan pada spesimen urine untuk pemeriksaan biakan kuman dan sensitivitas.

e) Klorheksidin

Klorheksidin efektif menghambat pertumbuhan bakteri dan dapat menjaga kestabilan glukosa. Spesimen dengan pengawet klorheksidin dapat stabil selama 72 jam, tetapi hasil pemeriksaan bilirubin dan urobilinogen dapat tidak akurat jika tidak dilindungi dari paparan cahaya.

f) Formalin

Formalin adalah pengawet paling baik untuk mempertahankan sel dan silinder pada sedimen urine. Namun, sifat reduksi dari formalin dapat mengganggu pemeriksaan kimia urine untuk glukosa, darah, esterase leukosit, dan reduksi tembaga. Cara pemakaiannya, wadah spesimen dibilas dengan formalin untuk mengawetkan sel-sel dan silinder.

g) Natrium azida

Natrium azida 10 mmol/L urine mempertahankan stabilitas glukosa, urea, asam urat, sitrat, kalium, kalsium, oksalat.

h) Asam klorida (HCl)

Penambahan asam klorida (6 mol/L) sebanyak 25 ml/L urine 24 jam dapat mempertahankan stabilitas katekolamin, metabolit, asam 5-hidroksiindolasetat, kalsium, magnesium dan fosfat.

i) Natrium karbonat

Natrium karbonat (Na_2CO_3) 2 g/L urine dapat mempertahankan stabilitas porfirin dan urobilinogen.

7. Pemeriksaan sedimen urine menggunakan mikroskop manual

Urine merupakan salah satu bagian dari cairan yang diekskresikan oleh tubuh. Urine mengandung zat-zat sisa dari metabolisme tubuh. Salah satu parameter urinalisis yang penting untuk dianalisis adalah pemeriksaan sedimen urine. Sedimen urine dapat menginformasikan partikel padat pada urine yang dapat mengarah pada keadaan patologis sehingga penting untuk dilakukan karena dapat membantu menggambarkan keadaan ginjal dan saluran kemih (Widiastuty *et al.*, 2025).

Sedimen urine diperoleh dengan cara mengendapkan unsur sedimen menggunakan *centrifuge* pada kecepatan 1500 – 2000 rpm selama 5 menit sehingga terbentuk endapan dan supernatan. Endapan tersebut diletakkan di atas kaca objek dan ditutup dengan kaca penutup kemudian diamati di bawah mikroskop (Lase *et al.*, 2023). Metode mikroskop manual untuk pemeriksaan sedimen urine merupakan standar baku pemeriksaan mikroskopis urine yang dilakukan di laboratorium (Cameron, 2015).

Pemeriksaan mikroskopis urine harus konsisten dan dilakukan setidaknya pada 10 lapang pandang, baik pembesaran kecil (10x) maupun pembesaran besar (40x). Lapang pandang kecil untuk mendeteksi silinder dan komposisi sedimen secara umum. Perbesaran ditingkatkan untuk identifikasi lebih lanjut (Sangging dan Karimah, 2020). Pembacaan preparat dilakukan secara zig-zag agar unsur yang telah terhitung tidak terhitung lagi (Widiastuty *et al.*, 2025).

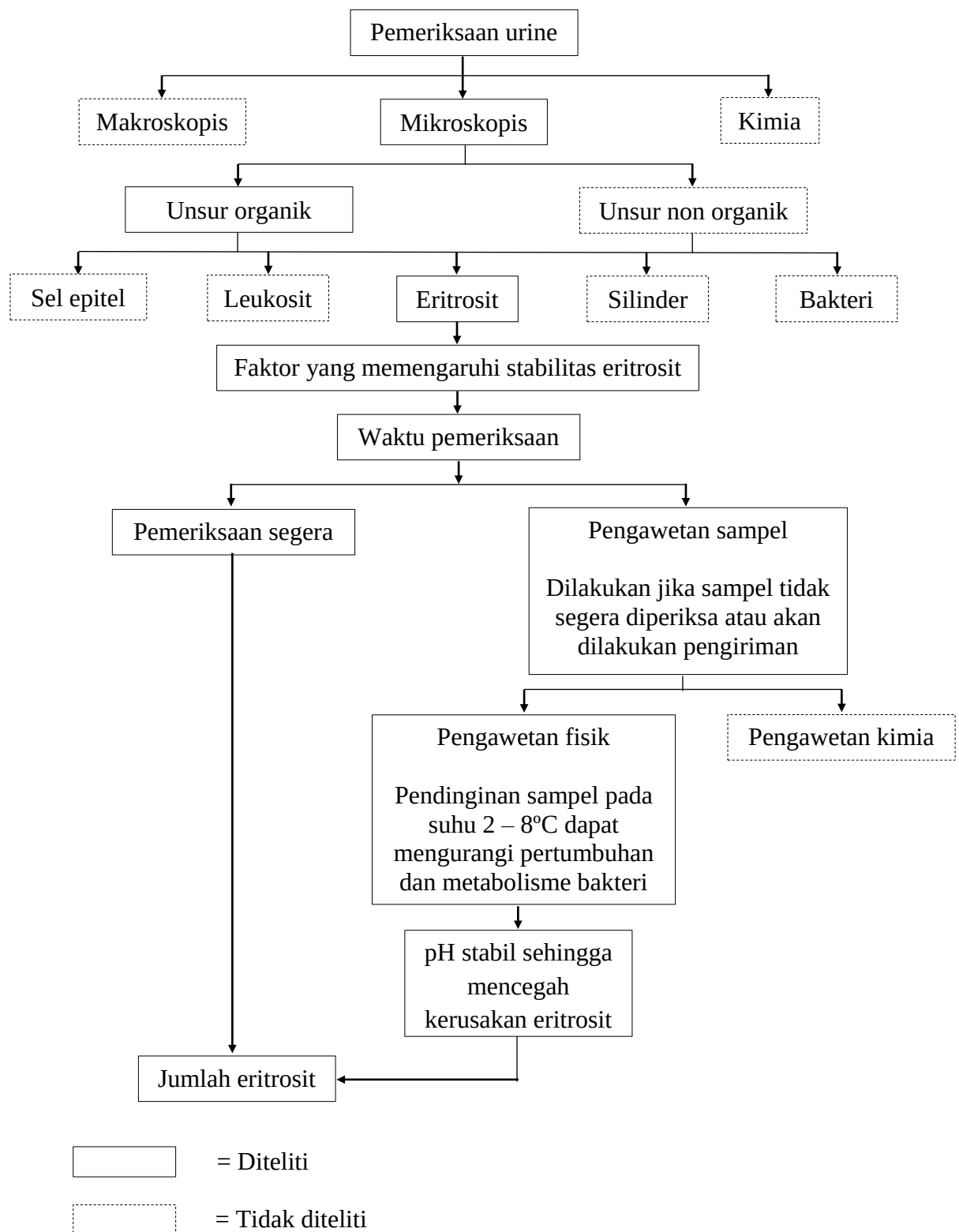
Faktor-faktor yang dapat memengaruhi hasil sedimen urine antara lain

volume sampel, lama proses sentrifugasi dan kecepatan sentrifugasi yang digunakan akan menentukan jumlah sedimen yang dihasilkan. Perhimpunan Dokter Spesialis Patologi Klinik dan Kedokteran Laboratorium Indonesia (PDS PatKlin) serta Japanese Committee for Clinical Laboratory Standards (JCCLS) menetapkan volume sampel minimal 10 ml untuk pemeriksaan sedimen urine secara manual (Niawaty *et al.*, 2021).

Cara pelaporan unsur sedimen menurut JCCLS (*Japanese Committee for Clinical Laboratory Standards*) pada pemeriksaan sel darah dan epitel, yaitu (Japanese Association of Medical Technologist, 2017):

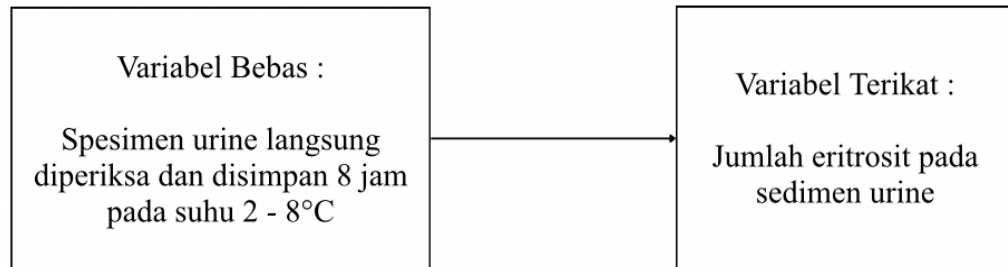
1. Positif satu (1+) : ≤ 4 sel/LPB
2. Positif dua (2+) : 5 – 9 sel/LPB
3. Positif tiga (3+) : 10 – 29 sel/LPB
4. Positif empat (4+) : ≥ 30 sel – $\frac{1}{2}$ /LPB
5. Positif lima (5+) : $> \frac{1}{2}$ /LPB

B. Kerangka Teori



Gambar 2. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 3. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis Penelitian

Hasil pemeriksaan eritrosit pada sedimen urine yang segera diperiksa dan disimpan 8 jam pada suhu 2 – 8°C menunjukkan hasil yang sama.