

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Urine dan Pemeriksaannya

a. Definisi dan Komposisi

Urine merupakan cairan tubuh yang diproduksi oleh ginjal sebagai hasil dari proses penyaringan darah. Cairan ini berfungsi untuk membuang sisa metabolisme tubuh serta menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit dalam tubuh. Urine mengandung sisa metabolisme seperti urea, kreatinin, asam urat, elektrolit, serta produk sampingan lainnya yang tidak lagi dibutuhkan oleh tubuh. Urine pada individu sehat umumnya mengandung 95% air dan 5% zat terlarut. Zat terlarut tersebut mencakup senyawa organik dan anorganik seperti urea, kreatinin, asam urat, amonia, elektrolit, serta sejumlah kecil protein dan glukosa (Widiastuty dkk., 2025).

b. Proses Pembentukan Urine

1) Filtrasi

Filtrasi urine adalah penyaringan darah yang membawa sisa metabolisme melewati membran filtrasi glomerulus. Darah yang berhasil tersaring kemudian membentuk urine primer yang mengandung mikromolekul seperti air, glukosa, urea dan elektrolit. Sementara itu komponen berukuran besar seperti sel darah, trombosit dan protein tidak mampu menembus membran filtrasi, sehingga tetap

berada dalam aliran darah dan mengalir kembali ke sirkulasi sistemik (Widiastuty dkk., 2025).

2) Reabsorpsi

Proses reabsorpsi merupakan penyerapan kembali berbagai zat yang masih diperlukan tubuh seperti natrium, kalium dan kalsium. Hasil filtrat yang telah melalui proses reabsorpsi disebut urine sekunder dan biasanya mengandung urobilin, sehingga warna urine menjadi kuning (Widiastuty dkk., 2025).

3) Augmentasi

Augmentasi merupakan proses yang menghasilkan urin akhir, karena filtrat yang terbentuk sudah sepenuhnya berisi zat-zat yang tidak dibutuhkan tubuh, termasuk kelebihan vitamin, hormon, mineral, dan berbagai sisa metabolik yang harus diekskresikan (Widiastuty dkk., 2025).

c. Teknik Pengumpulan Spesimen Urine

1) Spesimen urine pagi pertama (*First morning specimen*)

Spesimen urine pagi pertama adalah sampel urine yang dikumpulkan pertama kali setelah bangun tidur di pagi hari, di mana urine telah terkumpul semalaman di kandung kemih (Milani dan Jialal, 2023). Spesimen ini direkomendasikan dalam pemeriksaan laboratorium karena memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan urine sewaktu. Spesimen urine pagi umumnya

digunakan untuk pemeriksaan urine rutin, pemeriksaan kehamilan dan pemeriksaan sedimen (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

2) Spesimen urine sewaktu

Urin sewaktu adalah spesimen yang diambil kapan saja tanpa persiapan khusus sebelumnya. Urine sewaktu mudah dikumpulkan dan tidak memerlukan persiapan khusus, akan tetapi konsentrasi zat dalam urine dapat bervariasi tergantung pada asupan cairan dan waktu pengambilan. Urine sewaktu digunakan untuk pemeriksaan urine rutin, mendeteksi infeksi, serta skrining awal untuk mendeteksi narkoba atau zat beracun pada tubuh (Widiastuty dkk., 2025).

3) Spesimen berdasarkan waktu (*Timed collection*)

a) Urine 24 jam

Urine 24 jam adalah metode pengumpulan semua urine yang diproduksi oleh tubuh selama periode 24 jam penuh untuk analisis laboratorium. Pada prosedur pengambilan spesimen urine 24 jam, pasien diminta untuk mengosongkan kandung kemih dan membuang urine pertama, biasanya sekitar pukul 8 pagi. Setelah itu, seluruh urine yang dikeluarkan selama 24 jam dikumpulkan, termasuk sampel pada pukul 8 pagi keesokan harinya (Mundt dkk., 2016).

b) Urine *post-prandial*

Spesimen *post-prandial* adalah urine yang dikumpulkan 2 hingga 3 jam setelah makan. Spesimen jenis ini sering digunakan

untuk skrining gangguan metabolisme karbohidrat (Mundt dkk., 2016).

4) Urine kateterasi

Spesimen urine kateterasi dikumpulkan dalam kondisi steril dengan memasukkan sebuah tabung berongga (kateter) melalui uretra hingga mencapai kandung kemih. Urine kemudian mengalir dari kandung kemih melalui kateter menuju kantung plastik, tempat urine ditampung. Pemeriksaan yang paling sering diminta dari spesimen yang dikumpulkan melalui kateter adalah pemeriksaan kultur bakteri (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

5) *Midstream clean-catch*

Urine *midstream* adalah spesimen yang dikumpulkan dari aliran tengah saat buang air kecil setelah bagian awal urine dikeluarkan. Teknik pengumpulan ini memiliki keunggulan dalam meminimalkan risiko kontaminasi dari bakteri pada area genital atau uretra bagian luar. Urine *midstream* umumnya digunakan untuk pemeriksaan infeksi saluran kemih untuk mendeteksi bakteri atau leukosit dalam urine, serta kultur urine untuk mengidentifikasi mikroorganisme penyebab infeksi (Widiastuty dkk., 2025).

6) *Suprapubic aspiration*

Suprapubic aspiration adalah cara pengambilan spesimen dengan memasukkan jarum dari bagian luar melalui dinding perut menuju kandung kemih. Aspirasi suprapubik menghasilkan spesimen

untuk kultur bakteri yang sepenuhnya bebas dari kontaminasi luar, terutama pada bayi atau anak-anak. Selain digunakan untuk kultur bakteri, spesimen ini juga dapat digunakan untuk pemeriksaan sitologi (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

d. Jenis Pemeriksaan Urine

1) Makroskopis

Pemeriksaan makroskopis merupakan pemeriksaan secara visual terhadap urine untuk menilai warna, kejernihan, bau serta adanya endapan (Kouri dkk., 2024). Pemeriksaan makroskopis urine dapat digunakan untuk mendukung, memperjelas, atau menafsirkan hasil pemeriksaan kimia dan mikroskopis dalam urinalisis (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

2) Mikroskopis

Pemeriksaan mikroskopis merupakan pemeriksaan yang dilakukan terhadap sedimen urine yang diperoleh melalui proses sentrifugasi. Dalam metode ini, sampel urin disentrifugasi untuk mengendapkan partikel-partikel di dalamnya. Endapan kemudian diperiksa di bawah mikroskop untuk mendeteksi keberadaan sel darah merah, sel darah putih, kristal, silinder, atau mikroorganisme yang dapat menunjukkan infeksi atau gangguan lainnya (Kouri dkk., 2024).

3) Kimia

Pemeriksaan kimia urine merupakan pemeriksaan terhadap zat-zat terlarut dalam urine menggunakan metode carik celup (*dipstick*)

menggunakan strip test untuk mendeteksi adanya kelainan metabolik atau fungsi ginjal. Strip test urine memiliki beberapa bantalan reagen yang masing-masing berfungsi untuk mendeteksi komponen spesifik dalam urine. Adapun bagian-bagian bantalan yang umumnya terdapat pada strip test urine adalah: glukosa, protein, pH, darah, keton, bilirubin, urobilinogen, nitrit, leukosit dan berat jenis (Widiastuty dkk., 2025).

e. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Stabilitas Komponen Urine

1) Waktu

Penundaan pemeriksaan urine dapat menyebabkan perubahan kimia, partikel dan pertumbuhan bakteri pada urine. Beberapa komponen urine mengalami perubahan signifikan dalam waktu 2 jam setelah dikeluarkan apabila dibiarkan pada suhu ruang. Jika urine tidak dapat dianalisis dalam waktu 2 jam setelah dikumpulkan, urine harus diberi pengawet (Kouri dkk., 2024).

Penundaan pemeriksaan pada sedimen urine meningkatkan risiko terbentuknya amorf urat yang dapat mempengaruhi interpretasi hasil, serta memungkinkan proliferasi bakteri dalam sample urine sehingga menyebabkan beberapa parameter pemeriksaan urinalisis menjadi positif palsu seperti jumlah bakteri dan terdeteksinya nitrit dalam spesimen (Kouri dkk., 2024).

2) Suhu

Suhu dapat mempengaruhi metabolisme sel bakteri dan stabilitas kimia atau partikel urine. Apabila sampel tidak dapat segera dianalisis dalam waktu 2 jam, maka sampel harus disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 2-8°C untuk menjaga stabilitas. Refrigerasi dapat memperlambat lisis sel dan pertumbuhan bakteri, sehingga sampel yang disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 2-8°C akan tetap stabil selama 24 jam (Kouri dkk., 2024).

3) Pertumbuhan Bakteri

Peningkatan bakteri merupakan faktor dominan yang menyebabkan pemecahan urea menjadi amonia oleh bakteri penghasil urease, sehingga meningkatkan pH urine dan bau amonia. Selain itu, bakteri dapat menurunkan kadar glukosa melalui glikolisis, menurunkan kadar keton melalui metabolisme, dan meningkatkan nitrit melalui reduksi nitrat. Pertumbuhan bakteri juga menyebabkan presipitasi material amorf, yang menurunkan kejernihan urine (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021). Pemeriksaan jumlah bakteri sebaiknya dilakukan dalam rentang waktu 2 jam setelah pengambilan sampel (Kouri dkk., 2024).

4) pH

pH cenderung meningkat menjadi alkalis pada urine yang dibiarkan pada suhu ruangan lebih dari 2 jam, karena multiplikasi bakteri yang memecah urea menjadi amonia. Kondisi alkalis ini

mempercepat disintegrasi atau lisis elemen seluler seperti eritrosit, leukosit dan silinder, sehingga mengurangi akurasi pemeriksaan mikroskopis. Sebaliknya, pH asam cenderung menjaga stabilitas komponen seluler dan menghambat pertumbuhan bakteri, meskipun dapat mempercepat presipitasi kristal tertentu (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

5) Penggunaan Pengawet

Pengaruh penambahan pengawet terhadap stabilitas urine dapat bervariasi tergantung jenis pengawet, konsentrasi, dan parameter yang diamati (Sari dkk., 2023). Secara umum, pengawet seperti formalin bertujuan untuk mencegah degradasi sampel akibat pertumbuhan bakteri, perubahan pH, atau penguraian komponen seluler selama penundaan pemeriksaan. Namun, beberapa pengawet juga dapat menyebabkan perubahan tertentu yang memengaruhi akurasi hasil (Parwati dkk., 2020).

Secara keseluruhan, pengawet seperti formalin umumnya meningkatkan stabilitas urine dengan mencegah degradasi bakteri dan seluler, tetapi dapat mengganggu parameter kimia tertentu seperti pH, glukosa, dan keton (Nurcahyanti dkk., 2023).

6) Paparan Cahaya dan Oksidasi

Paparan cahaya (foto-oksidasi) dapat mengoksidasi Bilirubin menjadi biliverdin, sedangkan urobilinogen teroksidasi menjadi urobilin. Oksidasi dapat menyebabkan perubahan warna urine

menjadi lebih gelap atau modifikasi karena reduksi metabolit (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

7) Reaksi Metabolik Alami

Proses seperti glikolisis oleh bakteri atau sel tubuh menurunkan kadar glukosa, sementara volatilisasi atau penguapan zat dapat mengurangi keton. Perubahan tersebut akan berlangsung lebih cepat pada urine yang tidak direfrigerasi atau diawetkan secara kimia (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

2. Pengawetan (Preservasi) Urine

a. Pengertian Pengawetan Urine

Pengawetan urine merupakan bagian krusial dari tahap pra-analitik dalam urinalisis, yang bertujuan menjaga stabilitas sampel dari perubahan kimia, fisik, dan mikrobiologis akibat waktu, suhu, atau kontaminasi. Tanpa pengawetan yang memadai, sampel urine dapat mengalami berbagai proses degradasi seperti proliferasi bakteri, perubahan pH, penguapan air, presipitasi kristal seperti kalsium oksalat atau triple phosphate, kerusakan sel-sel sedimen serta perubahan kadar analit penting seperti glukosa, bilirubin, urobilinogen, keton, dan nitrit. Stabilitas sampel urine dapat dijaga dengan melakukan pengawetan secara fisik dengan cara pendinginan 2–8 °C atau kimiawi menggunakan tabung berpengawet (Milani dan Jialal, 2023).

b. Tujuan dan Prinsip Dasar Pengawetan Urine

1) Tujuan

Tujuan utama pengawetan urine adalah memastikan stabilitas analit seperti sel, bakteri, protein, dan metabolit sampai dilakukan analisis, sehingga hasil merepresentasikan kondisi pasien secara akurat. Pengawetan juga dapat menjaga stabilitas analit kimia seperti glukosa, protein, sitrat, dan oksalat yang mudah terdegradasi oleh aktivitas bakteri atau enzim, sehingga memungkinkan transportasi jarak jauh dan penyimpanan jangka panjang untuk keperluan biobanking (Milani dan Jialal, 2023). Dengan demikian, pengawetan tidak hanya mencegah negatif palsu glukosuria pada pasien diabetes atau negatif palsu proteinuria pada sindrom nefrotik, tetapi juga menjamin akurasi diagnosis infeksi saluran kemih (ISK), gangguan tubulus ginjal, dan kelainan metabolik (Sinawe dan Casadeus, 2023).

2) Prinsip

Prinsip pengawetan urine berfokus pada penghambatan proses degradasi biologis seperti pertumbuhan bakteri dan aktivitas enzim, serta degradasi kimia seperti oksidasi, hidrolisis dan presipitasi yang terjadi setelah pengambilan sampel (Bao dkk., 2025). Prioritas utama dalam penanganan spesimen urine adalah melakukan analisis sesegera mungkin, idealnya dalam waktu ≤ 2 jam setelah pengambilan sampel pada suhu ruang.

c. Jenis-Jenis Pengawet Urine

1) Formalin

Formalin merupakan pengawet yang baik untuk sedimen urin, tetapi jika digunakan dalam konsentrasi yang terlalu tinggi akan menyebabkan presipitasi protein serta memberikan hasil positif palsu pada uji zat pereduksi, sehingga parameter-parameter tersebut tidak dapat dilaporkan (Mundt dkk., 2016). Cara penggunaan formalin sebagai pengawet urine adalah dengan membilas wadah spesimen dengan formalin untuk mempertahankan (mengawetkan) sel-sel dan silinder (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

2) Natrium Fluorida

Natrium fluorida merupakan pengawet yang baik untuk analisis obat-obatan namun menghambat uji reagent strip untuk glukosa, darah, dan leukosit (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

3) Asam Borat

Asam borat dapat mengawetkan elemen-elemen terbentuk (sel dan silinder) tetapi mengganggu pembacaan pH. Asam borat merupakan pengawet yang digunakan pada tabung untuk mengawetkan urine yang akan dilakukan kultur dan uji sensitivitas (Mundt dkk., 2016).

4) Thymol

Thymol adalah pengawet yang mempertahankan glukosa, protein, dan zat pereduksi tanpa mengubah pH atau mengganggu

sedimen mikroskopis, cocok untuk koleksi 24 jam tes metabolit, tetapi kurang efektif pada bakteri gram-negatif berat dan dapat menyebabkan presipitasi jika overdosis (Mundt dkk., 2016).

5) Toluena

Toluena mampu mempertahankan kadar keton, protein, dan zat pereduksi dengan baik, tetapi tidak dapat menghambat pertumbuhan bakteri dalam urine karena tidak bersifat antibakteri. Toluena sulit dipisahkan dari spesimen saat akan dilakukan pengujian karena sifatnya yang mengapung di permukaan cairan. Selain itu, toluena termasuk bahan yang mudah terbakar sehingga memerlukan penanganan khusus (Mundt dkk., 2016).

3. Formalin dan Neutral Buffered Formalin (NBF) dalam Urinalisis

a. Formalin

Formalin 10% adalah salah satu zat yang digunakan dalam proses fiksasi. Fiksasi formalin membentuk ikatan silang (cross-link) antara gugus metilol formaldehida dan protein jaringan. Zat ini bekerja dengan lambat dalam proses fiksasi melalui mekanisme polimerisasi protein. Proses ini mencegah terjadinya autolisis (pembusukan sel) dan degradasi oleh mikroorganisme, sehingga struktur jaringan tetap terjaga (Vucevic dkk., 2023). Penambahan formaldehida ke dalam urine yang baru dikumpulkan memungkinkan sampel urine terawetkan dengan baik setidaknya selama 48 jam sejak pengambilan hingga dimulainya proses pemeriksaan (Elena dkk., 2023).

Formalin digunakan secara luas karena mudah diperoleh, diterima secara internasional, memungkinkan penyimpanan jangka panjang, kompatibel dengan berbagai proses pasca-fiksasi, serta memiliki sifat antiseptik (Elena dkk., 2023). Formalin telah lama menjadi gold standard untuk preservasi jaringan karena mudah diperoleh dan efektif. Namun formalin juga diklasifikasikan sebagai karsinogen tipe 1 yang dapat menyebabkan risiko kesehatan dan pencemaran lingkungan.

b. Neutral Buffered Formalin

NBF mengandung formaldehida yang dipadukan dengan buffer fosfat, di mana komponen buffer berfungsi mempertahankan pH tetap stabil sehingga mencegah kondisi asam yang dapat memicu autolisis pada jaringan. Pada formalin yang tidak diberi buffer dan disimpan terlalu lama, formaldehida dapat teroksidasi menjadi asam format. Asam format tersebut dapat bereaksi dengan hemoglobin menghasilkan pigmen formaldehid hematin berupa granula berwarna hitam kecokelatan yang tidak larut (Fauziah dkk., 2024).

Mekanisme interaksi formaldehida dengan protein banyak dijelaskan melalui penelitian pada jaringan, di mana formaldehida bereaksi dengan gugus amino dan membentuk ikatan silang pada protein. Pada pH netral hingga sedikit basa seperti pada neutral buffered formalin (NBF), reaksi formaldehida dengan gugus amino berlangsung lebih stabil, sehingga pembentukan cross-linking pada protein membran sel dapat terjadi secara optimal (Fauziah dkk., 2024).

4. Metode Mikroskopis dalam Analisis Sedimen Urine

a. Definisi dan Tujuan Pemeriksaan Mikroskopis

Pemeriksaan mikroskopis sedimen urine bertujuan mendeteksi dan mengidentifikasi komponen-komponen tidak larut dalam urine. Elemen-elemen organik yang diamati meliputi sel epitel, leukosit, eritrosit, silinder, bakteri, jamur dan parasit, sementara komponen anorganik mencakup kristal-kristal urine dan zat amorf (Navarro dkk., 2023). Metode ini merupakan bagian penting dari urinalisis rutin untuk menilai kondisi ginjal dan saluran kemih, seperti kelainan glomerulus sering ditandai oleh adanya eritrosit (terutama eritrosit dismorfik) atau silinder eritrosit dalam sedimen. Selain itu, analisis mikroskopis membantu mendeteksi infeksi saluran kemih (leukosit dan bakteri), serta memantau efek terapi pada pasien ginjal atau saluran kemih (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

b. Prinsip Dasar Pemeriksaan Mikroskopis

Prinsip utama pemeriksaan mikroskopis adalah mengamati langsung elemen sedimentasi yang ada dalam sampel urine untuk membantu diagnosis penyakit ginjal atau saluran kemih. Urine yang mengandung sisa hasil metabolisme dalam tubuh dipisahkan dari urin dengan menggunakan sentrifuge. Sedimen yang mengendap pada dasar tabung kemudian dapat dilihat dibawah mikroskop. Pemeriksaan dilakukan dengan perbesaran rendah (10×) agar dapat menemukan silinder dan sel epitel yang mungkin berukuran lebih besar. Selanjutnya,

preparat diperiksa dengan perbesaran tinggi ($40\times$) untuk menghitung dan mengidentifikasi sel leukosit, eritrosit, dan kristal dengan lebih detail (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

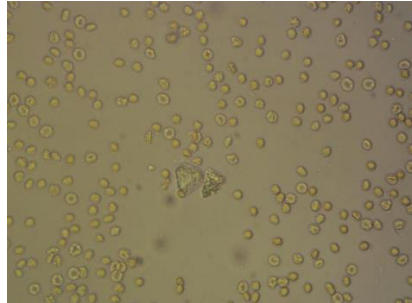
c. Prosedur Standar Pemeriksaan Mikroskopis

Spesimen sebaiknya diperiksa segera dalam waktu maksimal 2 jam setelah pengambilan, bila terpaksa ditunda urine perlu disimpan dingin atau ditambahkan pengawet untuk mencegah perubahan pada sedimen (Sari dkk., 2023). Selanjutnya, sekitar 10 mL urine dituangkan ke dalam tabung sentrifus dan diputar sekitar 5 menit pada kecepatan 2000 rpm. Setelah sentrifugasi, supernatan sebanyak kurang lebih 9,5 mL dibuang, menyisakan $\sim 0,5$ mL sedimen. Endapan sedimen kemudian diaduk perlahan untuk meratakan suspensi (Navarro dkk., 2023).

d. Komponen yang Diamati dalam Pemeriksaan Mikroskopis

Tahap berikutnya adalah pembuatan preparat mikroskopis. Sebanyak 20 μL suspensi sedimen diambil dengan mikropipet dan ditempatkan pada kaca objek, kemudian ditutup dengan kaca penutup. Preparat ini kemudian diperiksa di bawah mikroskop cahaya tanpa pewarnaan khusus. Pemeriksaan dilakukan dua tahap, yaitu di perbesaran kecil ($10\times$) untuk mencari silinder dan sel epitel dengan pengaturan cahaya diredupkan guna kontras optimal dan di perbesaran besar ($40\times$) untuk menghitung eritrosit, leukosit dan kristal (Navarro dkk., 2023).

1) Eritrosit



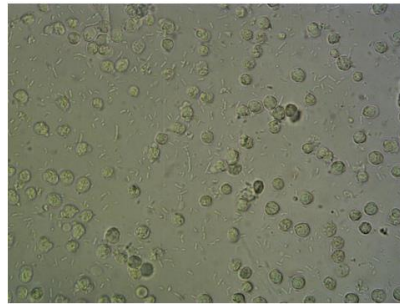
Gambar 1. Eritrosit pada Sedimen Urine
Sumber: Strasinger dan Di Lorenzo (2021).

Eritrosit dalam sedimen urin tampak sebagai disk bikonkaf tanpa inti, dengan bentuk yang dapat berubah sesuai kondisi lingkungan urin. Dalam urin hipertonik, eritrosit mengalami krenasi, sedangkan dalam urin hipotonik dapat tampak sebagai ghost cells akibat hilangnya hemoglobin. Pada kerusakan membran glomerulus, eritrosit sering terlihat dismorfik. Kesalahan identifikasi dapat terjadi karena eritrosit memiliki kemiripan dengan sel ragi, tetesan minyak, atau gelembung udara. Pelaporan eritrosit dilakukan dengan menghitung rata-rata jumlah eritrosit per 10 lapang pandang perbesaran besar (LPB) (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

Eritrosit tidak ditemukan sama sekali pada urine normal atau hanya terdapat dalam jumlah sangat sedikit, yaitu 0–2 sel/LPB atau kurang dari 3 sel/LPK setelah sentrifugasi. Apabila jumlah eritrosit melebihi batas tersebut, kondisi ini disebut hematuria mikroskopis dan menandakan adanya perdarahan di saluran kemih. Penyebab hematuria dapat berupa infeksi saluran kemih (ISK), batu saluran

kemih, trauma, tumor, gangguan koagulasi, atau penyakit glomerular (Widiastuty dkk., 2025).

2) Leukosit



Gambar 2. Leukosit pada Sedimen Urine
Sumber: Strasinger dan Di Lorenzo (2021).

Leukosit dalam sedimen urin umumnya berukuran lebih besar daripada eritrosit dan memiliki penampakan bergranula dengan inti multilobus. Sel leukosit dapat tampak secara individual maupun berkumpul membentuk cast leukosit. Leukosituria dikatakan terjadi apabila jumlah leukosit >5 sel/LPB. Sementara itu, pyuria muncul ketika jumlah leukosit dalam urine meningkat secara signifikan (>10 sel/LPB), sehingga urine terlihat putih keruh dengan sedimen yang tampak keputihan (Widiastuty dkk., 2025). Kesalahan identifikasi dapat terjadi karena leukosit dapat menyerupai sel epitel tubulus ginjal. Pelaporan leukosit dilakukan dengan menghitung rata-rata jumlah sel per 10 LPB (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

3) Sel Epitel

Pemeriksaan sedimen urin merupakan bagian penting dalam diagnosis laboratorium, karena dapat mendeteksi elemen seluler seperti sel epitel yang mencerminkan adanya iritasi, sloughing

mukosa, atau kontaminasi. Sel epitel pada sedimen urin dibedakan menjadi tiga jenis utama: sel epitel skuamosa, sel epitel transisional dan sel epitel tubular ginjal yang masing-masing memiliki makna klinis berbeda (Poloni dan Rotta, 2020).

a) Sel Epitel Skuamosa

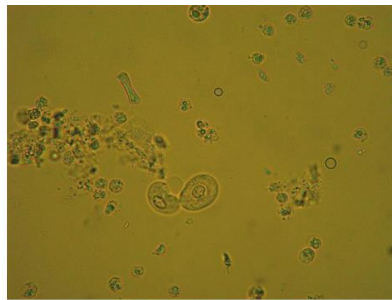


Gambar 3. Sel Epitel Skuamosa pada Sedimen Urine
Sumber: Strasinger dan Di Lorenzo (2021).

Sel epitel skuamosa merupakan sel terbesar yang ditemukan dalam sedimen urin, dengan sitoplasma yang luas dan sering tampak tidak beraturan serta memiliki inti yang menonjol. Meskipun umumnya jarang ditemukan, sel skuamosa yang terlipat kadang dapat menyerupai silinder sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan identifikasi. Pelaporan sel epitel skuamosa sering kali dilakukan secara semikuantitatif, yaitu sebagai jarang, sedikit, sedang, atau banyak per lapang pandang kecil (LPK). Nilai normal dari sel epitel skuamosa adalah ≤ 15 -20 sel/lapang pandang. Peningkatan jumlah sel skuamosa sering kali berkaitan dengan penurunan kejernihan urin dan dapat mengindikasikan kontaminasi spesimen akibat teknik

pengumpulan urin yang kurang baik (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

b) Sel Epitel Transisional



Gambar 4. Sel Epitel Transisional pada Sedimen Urine
Sumber: Strasinger dan Di Lorenzo (2021).

Sel epitel transisional dalam sedimen urin dapat berbentuk sferis, poligonal, atau menyerupai ekor dengan inti yang terletak di bagian tengah sel. Bentuk sferis dari sel transisional kadang menyerupai sel epitel tubulus ginjal, sehingga diperlukan kecermatan dalam membedakannya. Pelaporan hitung jumlah sel dilakukan secara semikuantitatif sebagai jarang, sedikit, sedang, atau banyak per lapang pandang besar (LPB). Keberadaan sel transisional dapat memengaruhi kejernihan urin, dan darah mungkin tampak apabila sel transisional berhubungan dengan kondisi keganasan. Peningkatan jumlah sel transisional dapat dijumpai pada infeksi saluran kemih (ISK), karsinoma ginjal atau urothelium, serta setelah prosedur kateterisasi (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

c) Sel Epitel Tubulus Ginjal



Gambar 5. Sel Epitel Tubulus Ginjal pada Sedimen Urine
Sumber: Strasinger dan Di Lorenzo (2021).

Sel epitel tubulus ginjal dapat tampak berbentuk persegi panjang, kolumnar, bulat, oval, atau kuboidal dengan inti yang terletak secara eksentrik, dan kadang berisi pigmen seperti bilirubin atau hemosiderin. Pelaporan sel epitel tubulus ginjal dilakukan sebagai rata-rata jumlah sel per 10 lapang pandang besar (LPB)(Rabinovitch, 2016). Keberadaan sel epitel tubulus ginjal sering berkorelasi dengan parameter urinalisis lain, seperti leukosit esterase, serta perubahan warna, kejernihan, protein, bilirubin dan darah dalam urin. Peningkatan jumlah sel epitel tubulus ginjal dapat ditemukan pada nekrosis tubulus, infeksi virus, pielonefritis, reaksi alergi serta pada kondisi penolakan akut transplantasi alogenis (Mundt dkk., 2016).

4) Bakteri

Bakteri dalam sedimen urin tampak sebagai struktur kecil berbentuk sferis maupun batang, dan kadang dapat menyerupai fosfat atau urat amorf. Pelaporan bakteri dilakukan secara semikuantitatif sebagai sedikit, sedang, atau banyak per lapang pandang besar (LPB),

dan keberadaan leukosit sering diperlukan untuk menguatkan dugaan infeksi. Temuan bakteri umumnya berkorelasi dengan parameter urinalisis seperti pH, nitrit, leukosit esterase, serta jumlah leukosit dalam urin, yang semuanya dapat mendukung gambaran infeksi saluran kemih (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

5) Ragi

Ragi (*yeast*) dalam sedimen urin tampak sebagai struktur kecil, oval, dan refraktil yang dapat menunjukkan tunas (*buds*) atau membentuk miselia, dan kadang menyerupai eritrosit. Pelaporannya dilakukan secara semikuantitatif sebagai jarang, sedikit, sedang, atau banyak per lapang pandang besar (LPB), dan keberadaan leukosit sering diperlukan untuk mendukung dugaan infeksi. Temuan ragi juga berkorelasi dengan parameter urinalisis lainnya, seperti kadar glukosa urin, leukosit esterase, serta jumlah leukosit, yang dapat mengindikasikan infeksi jamur terutama pada kondisi glukosuria atau immunosupresi (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

6) Silinder

Silinder pada urin merupakan struktur yang berbentuk memanjang mengikuti bentuk tubulus ginjal. Tubulus distal dan lengkung Henle asendens menghasilkan protein Tamm–Horsfall yang berperan dalam pembentukan silinder urin. Kondisi urin yang asam akan meningkatkan pembentukan silinder di tubulus distal dan tubulus kolektivus. Kombinasi protein Tamm–Horsfall, albumin, pH urin

yang asam, tingginya konsentrasi garam dalam filtrat glomerulus, serta aliran urin yang lambat mendukung proses terbentuknya silinder. Silinder yang sudah terbentuk kemudian akan terangkut keluar bersama urin dan dapat terdeteksi pada sedimen urin (Arifin dkk., 2025).

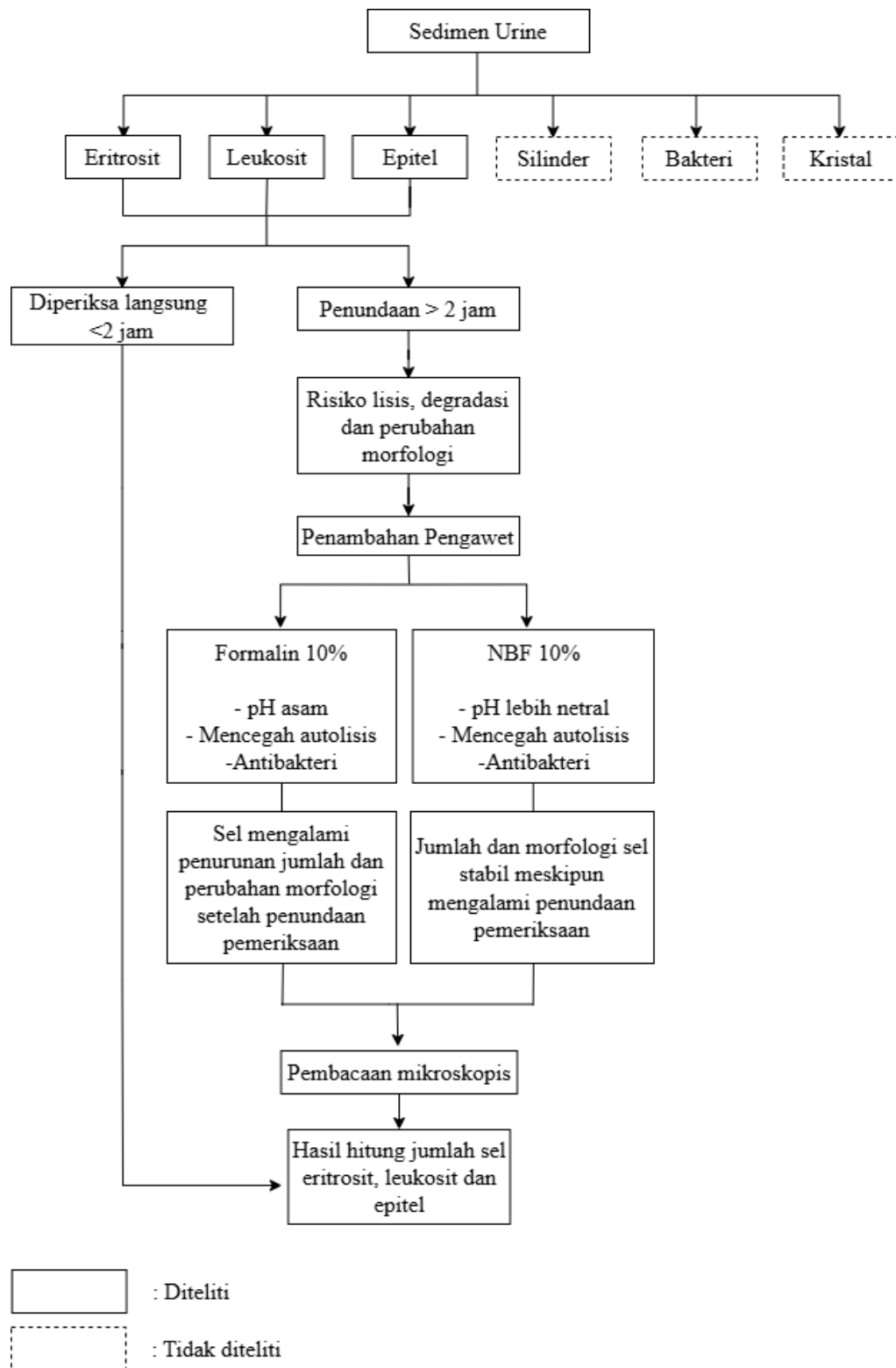
7) Kristal

Keberadaan kristal dalam urine dapat mengindikasikan adanya gangguan pada fungsi ginjal (Dwipayanti dan Bakti, 2023). Kristal dapat muncul sebagai struktur dengan bentuk geometris yang jelas maupun sebagai material amorf. Temuan kristal dilaporkan sebagai jarang, sedikit, sedang, atau banyak per lapang pandang besar (LPB). Kristal abnormal dapat dirata-rata dan dilaporkan per lapang pandang kecil (LPK) (Strasinger dan Di Lorenzo, 2021).

e. Pelaporan Hasil

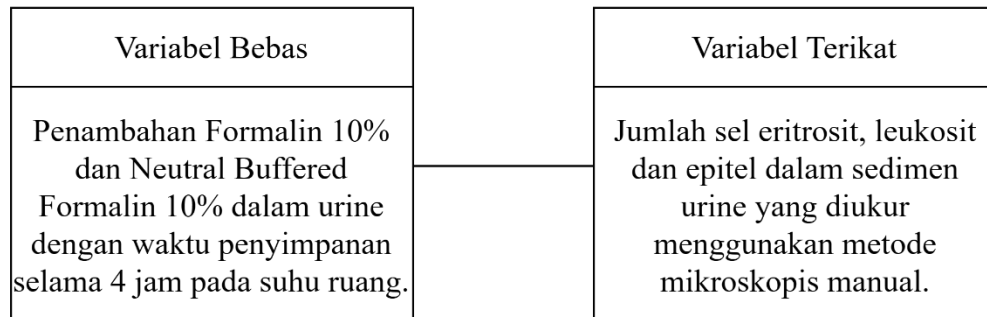
Terminologi dan metode pelaporan dapat berbeda antar laboratorium, tetapi harus konsisten dalam satu sistem laboratorium tertentu. Silinder dilaporkan sebagai jumlah rata-rata per lapang pandang kecil (LPK) setelah pemeriksaan 10 lapang pandang, dan eritrosit serta leukosit dilaporkan sebagai jumlah rata-rata per 10 LPB. Sel epitel, kristal, dan elemen lainnya sering dilaporkan dalam istilah semikuantitatif, seperti jarang, sedikit, sedang, dan banyak, atau sebagai 1+, 2+, 3+, dan 4+, mengikuti pedoman laboratorium terkait penggunaan LPK atau LPB (Strasinger & Di Lorenzo, 2021).

B. Kerangka Teori



Gambar 6. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 7. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis

Ada perbedaan jumlah eritrosit, leukosit dan epitel pada sedimen urine setelah 4 jam penyimpanan antara urine tanpa pengawet, Formalin 10% dan Neutral Buffered Formalin (NBF) 10%.