

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengaturan Keseimbangan Cairan

Kebutuhan cairan pada manusia adalah kebutuhan dasar secara fisiologis yang berperan penting sebagai media transportasi zat nutrisi, elektrolit, dan sisa metabolisme. Cairan memiliki proporsi yang besar dalam tubuh, yakni mencapai sekitar 60-80% dari total berat badan. Persentase cairan tubuh ini dapat bervariasi tergantung pada faktor usia, jenis kelamin, dan kadar lemak dalam tubuh (Parwata et al., 2024) (Nurtyas, 2023).

Variasi tersebut menunjukkan pentingnya menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh. Ginjal berperan sebagai organ utama yang mengatur keseimbangan cairan dan elektrolit untuk menjaga *homeostasis internal*, sehingga mencegah terjadinya gangguan metabolik yang berbahaya. Ketidakseimbangan cairan dapat mengganggu fungsi berbagai sistem organ, termasuk kemampuan ginjal sebagai bagian dari sistem urogenitalia dalam proses ekskresi zat sisa metabolisme (Parwata et al., 2024)

B. Sistem Urogenitalia

Sistem *Urogenitalia* adalah sistem organ yang menggabungkan sistem perkemihan dan sistem reproduksi, karena kedua sistem ini saling berdekatan. Pada sistem perkemihan, organ utama yang berperan terdiri dari ginjal, ureter, kandung kemih, dan uretra. Sistem ini memiliki fungsi utama untuk membuang sisa metabolisme sel-sel tubuh melalui proses pembentukan dan pengeluaran *urine*. Dengan ginjal yang setiap harinya menyaring darah,

mengirim toksin, sisa buangan metabolik, kelebihan cairan, dan ion keluar melalui tubuh dalam bentuk *urine*. Ureter mengalirkan *urine* dari ginjal ke kandung kemih melalui gerakan peristaltik otot, sedangkan kandung kemih berfungsi menampung *urine* sementara sebelum dikeluarkan melalui uretra. Selain fungsi ekskresi, sistem perkemihan juga membantu mengatur volume cairan dan tekanan darah, sehingga menjaga keseimbangan cairan, elektrolit, dan asam basa (dr. Silphia Novelyn, 2023)

1. Urine

Produk ekskresi tubuh yang dihasilkan oleh proses penyaringan, reabsorpsi, dan sekresi tubular yang disebut sebagai urine. Terdiri dari 96% air dan 4% zat terlarut (organik dan anorganik), dengan sebagian besar berasal dari hasil metabolisme dan sisa makanan (Sugiarti et al., 2024)

a. Pembentukan Urine

Ginjal sebagai organ utama yang berperan sebagai pembentuk urine (dr. Silphia Novelyn, 2023). Proses pembentukan urine melalui tiga tahap, yaitu filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi.

1) Filtrasi

Proses filtrasi terjadi ketika darah masuk ke glomerulus dialirkan oleh kapiler aferen dan cairan plasma terdorong ke dalam kapsul bowman. Proses ini dibantu oleh faktor tekanan darah dalam kapiler glomerulus yang lebih tinggi dibanding tekanan darah dalam kapiler lain karena diameter arteriol eferen lebih kecil, sehingga memaksa filtrat keluar tanpa memerlukan energi. Hanya zat berukuran kecil (air, garam, glukosa) yang dapat tersaring, sel darah dan protein besar tetap berada di pembuluh

darah (Ogobuiro & Tuma, 2023).

2) Reabsorpsi

Pada proses ini terjadi penyerapan filtrat dan natrium klorida ke dalam darah lewat tubulus ginjal. Sebagian besar reabsorpsi terjadi di tubulus kontortus proksimal, dimana natrium, air, glukosa, dan asam amino diangkut kembali ke kapiler peritubular (Ernstmeyer et al., 2024).

3) Sekresi

Proses terakhir adalah sekresi, yaitu pemindahan zat sisa dan ion dari kapiler darah ke dalam lumen tubulus sebelum urine final terbentuk. Dalam proses ini ginjal membuang kelebihan kalium, hydrogen, kreatin, urea, dan obat- obatan ke dalam filtrat. Hasil akhir adalah urine akhir yang mengalir ke ureter. Seluruh proses filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi menghasilkan pembentukan urine oleh ginjal sebagai sarana membuang sisa zat metabolisme tubuh (Ernstmeyer et al., 2024).

b. Komposisi Urine

Pada umumnya komposisi urine sangat bervariasi tergantung pada pola makan, jenis makanan, tingkat aktivitas fisik, serta jumlah asupan cairan. *Urine* mengandung sekitar 4% zat terlarut yang terdiri dari senyawa organik dan anorganik. Senyawa organik utama dalam urine terbanyak meliputi urea, kreatinin, dan asam urat, yang berasal dari hasil metabolisme protein, sedangkan senyawa anorganik yang terlarut dalam urine antara lain klorida, natrium, dan kalium. Selain itu, urine juga dapat mengandung senyawa lain seperti hormon, vitamin, dan obat-obatan. Terdapat pula senyawa tidak terlarut seperti bakteri, kristal, silinder, dan lendir. Perubahan jumlah atau

jenis unsur tersebut (bakteri, kristal, silinder, lendir) dapat menjadi petunjuk adanya penyakit (Sugiarti et al., 2024).

c. Macam – macam Spesimen Urine

Terdapat beberapa jenis spesimen urine yang digunakan dalam urinalisis, masing- masing memiliki tujuan dan karakteristik tertentu.

1) Urine Sewaktu

Spesimen urine sewaktu sering digunakan untuk pemeriksaan rutin, karena spesimen ini dapat dikumpulkan setiap saat dan tanpa persiapan khusus (Sugiarti et al., 2024).

2) Urine Pagi

Spesimen yang diambil segera setelah bangun tidur, di mana sebelumnya telah mengosongkan kandung kemih sebelum tidur malam. Urine ini memiliki konsentrasi yang pekat karena tidak menerima asupan cairan selama waktu tidur, sehingga spesimen ini memberikan gambaran tentang kapasitas ginjal dan mendeteksi analit dengan jumlah kecil yang tidak ada dalam spesimen urine yang lebih encer (Sugiarti et al., 2024).

3) Urine Postprandial

Sampel urine ini digunakan untuk pemeriksaan terhadap glukosa, urine ini pertama kali dilepaskan 2 jam sehabis makan (Sugiarti et al., 2024).

4) Urine 24 Jam

Urine yang dikeluarkan dan dikumpulkan selama 24 jam. Analit yang diuji menggunakan spesimen ini terdiri dari kreatinin, urea, kalium, natrium, asam urat, kortisol, kalsium, sitrat, asam amino, protein, oksalat, dan masih banyak lagi (Sugiarti et al., 2024).

d. Pengawet Urine

Spesimen urine yang harus melewati tahap pengiriman yang memerlukan waktu lama, tidak memungkinkan untuk dilakukan pendinginan, maka dapat menambahkan bahan pengawet kimia, seperti:

1) Thymol

Keuntungan menggunakan *thymol* ini dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur, mengawetkan sedimen seperti silinder, serta sel-sel. Namun, penggunaan *thymol* ini juga dapat memberikan kerugian, karena jika spesimen dengan konsentrasi tinggi dapat mengendapkan kristal (Sugiarti et al., 2024)

2) Formalin

Formalin adalah pengawet sedimen yang sangat baik dan sering digunakan dalam pemeriksaan sitologi. Zat ini mampu menjaga integritas sel dan struktur sedimen *urine* sehingga hasil pengamatan lebih akurat. Namun, formalin dapat menyebabkan hasil negatif palsu pada tes strip reagen (Sugiarti et al., 2024).

3) Saccomanno Fixative

Sama dengan zat pengawet formalin, *saccomanno fixative* ini mengawetkan sedimen dengan sangat baik dan banyak digunakan dalam pemeriksaan sitologi, karena tersedia secara komersial dan murah. Meskipun efektif, penggunaan pengawet ini perlu hati-hati karena memiliki potensi kimia yang berbahaya (Sugiarti et al., 2024).

4) Asam Klorida dan Asam Asetat Glasial

Campuran pengawet ini mampu menstabilkan komponen seperti kalsium,

fosfor, steroid, serta hormon. Namun, penggunaan pengawet ini tidak cocok untuk pemeriksaan skrining rutin (Sugiarti et al., 2024).

5) Natrium Karbonat

Zat pengawet murah yang digunakan untuk menstabilkan zat kimia seperti porforin dan porfobilinogen dalam *urine*. Pengawet ini juga tidak dapat digunakan untuk skrining rutin, karena tidak mempertahankan semua komponen *urine* dengan baik (Sugiarti et al., 2024)

e. Warna Urine

Secara umum, warna urine ditentukan oleh besar kecilnya diuresis, semakin tinggi volume urine yang dihasilkan, semakin pucat warna urine tersebut. Normalnya urine berwarna kuning muda hingga kuning tua, yang terutama ditentukan oleh keberadaan pigmen urokrom dan urobilin. Apabila ditemukan warna urine yang tidak normal, perlu dilakukan penelusuran penyebabnya. Perubahan warna dapat disebabkan oleh zat pewarna abnormal, juga konsumsi makanan tertentu maupun penggunaan obat-obatan dapat mempengaruhi warna urine. Dalam beberapa kondisi, perubahan warna baru tampak setelah urine dibiarkan dalam selang waktu tertentu. Berikut beberapa keadaan yang menyebabkan warna urine (Gandosoebrata, 2013)

1) Warna seperti susu

Urine yang tampak seperti susu umumnya dapat disebabkan oleh zat normal seperti fosfat atau urat dalam jumlah besar. Akan tetapi, warna keruh seperti susu juga dapat mengindikasikan kondisi abnormal, misalnya karena keberadaan pus (nanah), getah prostat, chylus, zat-zat

lemak, atau protein yang mengalami pembekuan (Gandosoebrata, 2013).

2) Warna Merah

Urine berwarna merah dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Secara normal, warna merah dalam jumlah besar disebabkan oleh keberadaan uroerythrin. Namun, warna merah juga dapat menunjukkan kondisi abnormal, seperti adanya hemoglobin, porfirin, atau porfobilin dalam urine. Selain itu, konsumsi obat-obatan seperti santonin, PSP, amidopyrin, congored, dan BSP dapat menyebabkan *urine* berwarna merah.

Faktor makanan tertentu juga dapat menjadi pengaruh terhadap perubahan warna ini. Di sisi lain, keberadaan kuman seperti *B. prodigiosus* juga dapat memunculkan warna merah pada urine (Gandosoebrata, 2013).

3) Warna Kuning

Urine berwarna kuning umumnya disebabkan oleh keberadaan zat warna normal dalam jumlah besar, yaitu urobilin dan urokrom. Selain itu, bilirubin dapat menyebabkan abnormal yang memberikan warna kuning lebih intens pada urine, terutama pada kondisi gangguan fungsi hati atau saluran empedu. Beberapa obat dan zat diagnostik seperti santonin, PSP, dan riboflavin (dengan fluorenasensi hijau). Penting pula untuk mempertimbangkan pengaruh zat warna dari makanan, terutama yang terdapat dalam kembang gula, dan produk permen, yang juga dapat menyebabkan perubahan warna urine menjadi kuning (Gandosoebrata, 2013).

4) Warna Hijau

Urine yang tampak hijau dapat mengandung indikan dalam jumlah besar, yang masih termasuk kategori zat warna normal. Namun, warna hijau juga dapat disebabkan oleh konsumsi obat-obatan seperti methyleneblue, atau evans's blue. Di sisi lain, keberadaan kuman seperti *ps. aeruginosa* juga dapat memunculkan warna hijau pada urine (Gandosoebrata, 2013).

5) Warna Coklat

Pada urine berwarna coklat, kandungan urobilin dalam jumlah besar dapat menjadi penyebab warna normal. Namun, jika urine berwarna coklat karena keberadaan bilirubin, hematin, atau porfobilin, kondisi tersebut mengindikasikan adanya zat warna abnormal (Gandosoebrata, 2013).

6) Warna Coklat Tua atau Hitam

Urine yang tampak coklat ketuan hingga hitam dapat mengandung indikan dalam jumlah besar, yang masih termasuk kategori zat warna normal. Namun, pewarnaan abnormal dapat disebabkan oleh darah tua, alkapton, atau melanin. Selain itu, penggunaan obat-obatan tertentu, seperti derivat-derivat fenol, dan argyrol juga dapat menghasilkan warna urine yang gelap (Gandosoebrata, 2013).

f. Bau Urine

Secara umum, bau urine normal disebabkan oleh asam-asam organik yang mudah menguap. Namun, variasi bau urine dapat terjadi akibat sejumlah faktor. Konsumsi makanan yang mengandung zat atsiri, seperti jengkol, petai, durian, bawang putih, dan asparagus, dapat menyebabkan perubahan

bau urine. Beberapa obat yang dikonsumsi seperti terpenin dan menthol, juga diketahui memberi aroma khas pada urine segar. Selain itu, bau amoniak sering muncul akibat proses degradasi urea oleh aktivitas bakteri, terutama pada urine yang dibiarkan tanpa pengawet atau pada kondisi infeksi saluran kemih. Pada keadaan ketonuria, urine dapat menimbulkan bau yang menyerupai buah atau bunga layu karena meningkatkan produksi badan keton. Sementara itu, bau urine yang bersifat busuk umumnya berkaitan dengan proses pembusukan zat-zat protein, yang dapat terjadi pada infeksi berat seperti carcinoma dalam saluran kemih (Gandosoebrata, 2013) (Sugiarti et al., 2024)

g. Volume Urine

Volume urine yang dihasilkan setiap individu dapat bervariasi secara signifikan, dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti usia, berat badan, kelamin, jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi, suhu badan, serta aktivitas yang bersangkutan (Gandosoebrata, 2013). Pada orang dewasa, produksi urine normal setiap hari adalah + 1% dari filtrat glomerulus, yang berkisar 600-1800 mL, dengan volume rata-rata yaitu 1500 mL. Berat urine normal umumnya berkisar 1,002-1,035, yang mencerminkan konsentrasi zat terlarut di dalamnya (Sugiarti dkk., 2024). Nilai pH pada urine normal adalah 4,6-8,5, dengan pH rata-rata urine 24 jam sekitar 6,2 akibat pengeluaran zat-zat metabolik yang asam. Selain itu, keasaman titrasi urine 24 jam memiliki nilai rata-rata 300 ml asam 1/10 N, dengan batas antara 100-600 ml (Gandosoebrata, 2013).

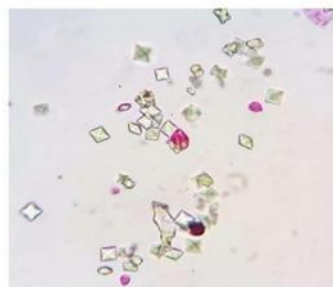
2. Sedimen *Urine*

Sedimen urine adalah komponen-komponen yang tidak larut dalam urine dan dapat berasal dari ginjal, saluran kemih, maupun darah. Pemeriksaan sedimen urine dilakukan untuk melihat unsur organik dan anorganik yang terdapat pada urine. Tes sedimen urine atau tes mikroskopis digunakan untuk mengidentifikasi berbagai unsur tersebut sehingga dapat membantu mendeteksi kelainan pada ginjal dan saluran (Gandosoebrata, 2013).

3. Kristal *Urine*

Kristal urine berbentuk padat yang terbentuk dari berbagai zat terlarut dalam urine, terutama komponen anorganik. Pada individu sehat, kristal dapat muncul secara fisiologis, namun peningkatan jumlah atau perubahan bentuknya dapat mengindikasikan gangguan tertentu, berikut beberapa jenis kristal urine

a. Kristal Kalsium Oksalat

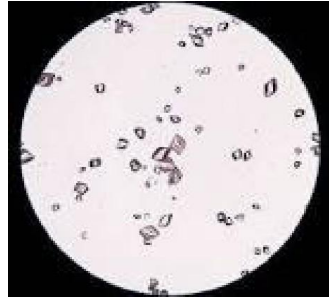


Gambar 1 *Ca Oxalat* pada Sidemen Urine (Sugiarti et al., 2024)

Umumnya, kristal ini dijumpai pada specimen urine bahkan pada pasien yang sehat. Kristal bervariasi dalam ukuran dari yang cukup besar sampai sangat kecil. Kristal ini dapat terjadi pada urine dengan pH yang asam. Kristal kalsium oksalat memiliki berbagai variasi ukuran, tak berwarna, dan berbentuk seperti amplop atau halter, namun dihidrat cukup umum untuk

ditemukan. Terdapat 1-5 (+) kristal kalsium oksalat per LPL masih dinyatakan normal, tetapi jika ditemukan lebih dari 5 (++ atau +++) dalam urine ini dinyatakan abnormal (Siregar, 2018)

b. Kristal Asam Urat



Gambar 2 Asam Urat pada Sidemen Urine (Sugiarti et al., 2024)

Kristal asam urat dalam urine memberikan nilai klinis, namun lebih seperti zat sampah metabolisme normal, jumlah kristal ini tergantung dari jenis dan banyaknya makanan, kecepatan metabolisme dan konsentrasi urine. Kristal asam urat berbentuk belah ketupat (kadang-kadang berbentuk jarum atau mawar), berwarna kuning ke coklat (Siregar, 2018)

c. Kristal Lain

Berbagai macam jenis kristal lain yang dapat dijumpai dalam sedimen urine, antara lain :

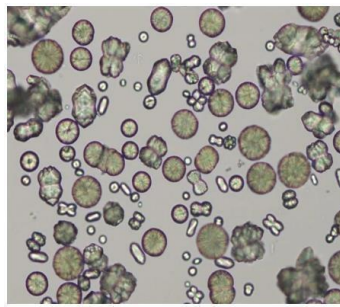


Gambar 3 Kristal Triple Phosphate pada Sidemen Urine (Sugiarti et al., 2024)

1) Triple Phosphate

Kristal triple phosphate dapat ditemukan pada orang yang sehat. Kristal berbentuk prisma empat persegi panjang seperti tutup peti mati (kadang-kadang berbentuk daun atau bintang), tidak berwarna dan larut dalam asam cuka encer. Kristal ini muncul ketika mengonsumsi makanan tertentu (buah-buahan) (Siregar dkk., 2018).

2) Kalsium Karbonat



Gambar 4 Ca Karbonat pada Sidemen Urine (Sugiarti et al., 2024)

Kristal kalsium karbonat terdapat dalam *urine* alkali, relatif jarang ditemukan dalam sedimen *urine*. Secara morfologis, kristal ini dapat berbentuk bulat kecil atau menyerupai halter, serta tidak berwarna (Siregar, 2018)

3) Sistin (Cystine)



Gambar 5 Kristal Sistin pada Sidemen Urine (Sugiarti et al., 2024)

Kristal sistin berbentuk heksagonal dan tipis. Kristal ini terbentuk pada pH asam berkonsentrasi $> 300\text{mg}$. Sering membingungkan dengan kristal asam urat. Kristal ini muncul pada *urine* sebagai akibat dari penyakit hati yang parah (Siregar dkk., 2018).

4. Batu Saluran Kemih

Batu saluran kemih (BSK) atau Urolithiasis adalah kondisi patologis yang ditandai oleh pembentukan batu pada sistem saluran kemih, meliputi ginjal, ureter, buli, dan uretra. Masalah ini sering dipelajari dari berbagai aspek, termasuk insidens, etiologi, pathogenesis, serta tata laksana. Di Indonesia, belum terdapat data angka prevalensi batu saluran kemih, namun di beberapa negara di dunia berkisar antara 1-20%. Pembentukan batu dapat diklasifikasikan berdasarkan etiologi, yaitu non-infeksi, infeksi, kelainan genetik, dan pengaruh obat-obatan (Noegroho et al., 2018)

a. Proses Pembentukan Batu Saluran Kemih

Secara teoritis batu dapat terbentuk pada sistem kalises ginjal atau buli-buli yang sering mengalami hambatan aliran urine (Noegroho dkk., 2018). Pembentukan Urolithiasis melibatkan proses nukleasi, pertumbuhan, agregasi, dan retensi kristal. Meskipun pembentukan batu-batu (batu saluran kemih, batu asam urat, batu magnesium ammonium) hampir sama, tetapi suasana didalam saluran kemih yang memungkinkan terbentuknya jenis batu tidak sama. Proses pembentukan batu dipengaruhi oleh volume urine, konsentrasi kalsium, fosfat, oksalat, dan natrium. Urine dengan kadar ion yang tinggi, volume urine yang rendah, pH rendah, dan kadar sitrat rendah menjadi penyebab terbentuknya Urolithiasis (Thakore

& Liang, 2023).

1) Nukleasi

Fase nukleasi menjadi tahap pertama dalam pembentukan kristal padat dalam larutan, dengan terbentuknya kristal batu yang tersusun dari supersaturasi urine dalam konsentrasi tinggi dan mengkristal dalam parenkim ginjal (Thakore & Liang, 2023).

2) Pertumbuhan Kristal

Setelah tahap nukleasi, terjadi mediasi secara epitaksial pada pertumbuhan kristal. Proses ini menumbuhkan kristal dengan orientasi tertentu yang ditentukan oleh kristal yang mendasarinya, seperti ukuran, bentuk molekul, sifat fisik material, pH, dan kecacatan yang mungkin terbentuk pada kristal (Thakore & Liang, 2023).

3) Agregasi

Fase selanjutnya, yakni agregasi. Di mana inti kristal akan terikat satu sama lain untuk membentuk partikel yang lebih besar. Agregat ini membesar dan menghalangi aliran keluarnya urine dari tubulus renal, sehingga dapat mendorong pembentukan batu yang lebih kecil (Thakore & Liang, 2023).

4) Retensi

Fase terakhir retensi kristal menyebabkan Urolithiasis. Fase ini disebabkan oleh berkumpulnya kristal dengan lapisan sel epitel dan tergantung pada komposisi permukaan sel epitel tubulus ginjal (Thakore & Liang, 2023).

b. Faktor-Faktor Penyebab Pembentukan Batu Saluran Kemih

Terdapat faktor yang berperan dalam pembentukan batu dapat dikelompokkan menjadi faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik

1) Faktor Intrinsik

Faktor intrinsik mencakup karakteristik biologis individu yang tidak dapat diubah. Beberapa faktor intrinsik/internal, yaitu faktor usia menjadi penyebab meningkatnya pembentukan batu pada kelompok usia 40-50 tahun. Faktor jenis kelamin penyebab Urolithiasis pada laki-laki memiliki risiko lebih tinggi dibandingkan Perempuan. Riwayat keluarga seperti sistinuria, hiperoksaluria primer, dan asidosis tubular ginjal tipe I juga meningkatkan risiko pembentukan batu (Noegroho et al., 2018).

2) Faktor Ekstrinsik

Faktor ekstrinsik adalah faktor yang berasal dari lingkungan luar dan gaya hidup individu, seperti

a) Suhu dan Iklim

Lingkungan dengan suhu tinggi atau daerah tropis meningkatkan risiko dehidrasi, yang menyebabkan urine lebih pekat sehingga mempermudah pembentukan batu.

b) Duduk dalam Waktu yang Lama

Pekerjaan seseorang yang memerlukan duduk yang lama dapat menyebabkan terganggunya proses metabolisme tubuh. Saat bekerja dengan posisi duduk yang lama, mengakibatkan hiperkalsemia yang memicu timbulnya saluran kemih atau kristal dalam urine (Silalahi, 2020).

c) Gaya Hidup

Asupan cairan, pola diet atau makan, dan aktivitas fisik rendah juga meningkatkan risiko pembentukan batu berbasis kalsium, asam urat, maupun batu akibat metabolik (Noegroho et al., 2018).

5. Pemeriksaan

Pemeriksaan sedimen urine disebut juga pemeriksaan mikroskopis yang bertujuan untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang tidak larut dalam urine. Unsur tersebut mencakup sel-sel, kristal, silinder, serta mikroorganisme, yang masing-masing dapat memberikan informasi penting mengenai kondisi fungsi ginjal dan adanya kelainan pada saluran kemih. Pemeriksaan dilakukan dengan prinsip sentrifugasi (pengendapan unsur), yaitu mengendapkan komponen tidak larut berdasarkan perbedaan berat jenis antara sedimen dan cairan urine (Sugiarti et al., 2024)

Sampel urine yang digunakan adalah urine yang baru dikeluarkan atau tidak lebih dari 2 jam setelah dikeluarkan. Penggunaan urine pagi sangat dianjurkan karena memiliki konsentrasi yang lebih pekat dibanding urine sewaktu. Urine yang digunakan sebaiknya ditampung dengan volume urine minimal 10 mL. Apabila urine dikumpulkan menggunakan pengawet, formalin merupakan pilihan yang tepat. Kualitas pemeriksaan mikroskopis dipengaruhi oleh ketepatan pemilihan sampel serta keterampilan petugas dalam memeriksa sedimen (Sugiarti et al., 2024). Pembacaan sedimen secara konvensional diawali dengan pengamatan pada lapang pandangan kecil, kemudian dilanjutkan pada lapang pandang besar. Pembacaan hasil sedimen dilaporkan secara semi kuantitatif, dengan menyebutkan jumlah rata-rata unsur yang

tampak perlapangan pandang. Silinder dilaporkan berdasarkan rata-rata per lapang pandang kecil. Sel darah dilaporkan per lapang pandang besar. Sedangkan, kristal-kristal dilaporkan dengan mencantumkan jenisnya dan tingkat kelimpahannya, dengan (+), (++), (+++), hingga (++++). (Sugiarti et al., 2024). Proses pemeriksaan sendimen *urine* secara manual atau mikrokopis ini memiliki beberapa keterbatasan, salah satunya adalah ketergantungan keterampilan dan pengalaman ahli teknologi laboratorium medis, waktu yang diperlukan untuk proses pengerjaan, kurangnya standarisasi metode, dan faktor-faktor lainnya (Hasan & Rafika, 2021).

Keterbatasan tersebut mendorong perlunya metode pemeriksaan yang lebih efisien. Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih, pemeriksaan sendimen urine kini dapat dilakukan secara otomatis dengan menggunakan *urine analyser* (Hasan & Rafika, 2021). Salah satu alat yang digunakan adalah *automated urine sediment analyser*, yaitu alat untuk menganalisis sendimen urine secara otomatis dengan dilengkapi sistem optik canggih dan inovatif. Alat ini mengabungkan mikroskopis otomatis medan terang (*bright field*) dan fase kontras (*phase contrast*) untuk meningkatkan kualitas visualisasi serta ketepatan identifikasi partikel dalam sendimen *urine*. Metode ini mampu melakukan pemeriksaan hingga 120 tes/jam. Dengan metode mikrokopis otomatis yang dilengkapi kamera, partikel dalam sendimen *urine* lebih mudah dikenali (*recognize*) dan memfoto sebanyak 12-15 lapangan pandangan. Hasil citra tersebut kemudian ditampilkan pada layar monitor untuk dianalisis lebih lanjut serta dapat disimpan dalam memori alat sebagai dokumentasi (Elektronika, 2021).

Namun demikian, hasil pemeriksaan sedimen urin dapat dipengaruhi oleh kondisi fisiologis tertentu, salah satunya adalah menstruasi. Menstruasi merupakan proses fisiologis normal pada perempuan usia reproduktif yang terjadi akibat luruhnya lapisan endometrium karena tidak terjadinya pembuahan sel telur oleh sperma. Proses ini merupakan bagian dari siklus reproduksi wanita yang dikendalikan oleh hormon estrogen dan progesteron, dengan panjang siklus normal berkisar antara 21 hingga 35 hari. Selama menstruasi, darah hasil peluruhan endometrium dapat bercampur dengan urin pada saat pengambilan sampel, sehingga pada pemeriksaan mikroskopis sedimen urin dapat ditemukan eritrosit. Eritrosit tersebut bukan berasal dari kelainan saluran kemih, melainkan merupakan kontaminasi dari darah haid. Selain itu, kontaminasi saat menstruasi juga dapat menyebabkan masuknya sel epitel skuamosa yang berasal dari vagina ke dalam sampel urin, yang menunjukkan bahwa spesimen tidak sepenuhnya murni berasal dari saluran kemih. Kondisi ini dapat menimbulkan hematuria palsu atau hasil positif palsu pada pemeriksaan darah dalam urin, sehingga mengganggu penilaian komponen sedimen lainnya, termasuk kristal kalsium oksalat.

Selain menstruasi, kehamilan juga merupakan kondisi fisiologis yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan sedimen urin. Selama kehamilan terjadi perubahan hormonal, terutama peningkatan hormon progesteron, yang menyebabkan relaksasi otot polos pada kandung kemih dan ureter. Kondisi ini dapat menimbulkan retensi urin dan memperlambat aliran urin, sehingga meningkatkan risiko terjadinya infeksi saluran kemih. Infeksi saluran kemih pada ibu hamil umumnya ditandai dengan peningkatan jumlah leukosit dalam

urin (leukosituria) dan dapat disertai dengan keberadaan eritrosit, yang secara langsung memengaruhi hasil pemeriksaan sedimen urin. Selain itu, kehamilan juga dapat menyebabkan perubahan karakteristik urin, seperti munculnya proteinuria fisiologis, serta meningkatkan risiko kontaminasi oleh flora vagina, seperti jamur *Candida*, sehingga dalam sedimen urin dapat ditemukan elemen non-urin berupa ragi atau peningkatan jumlah sel epitel.