BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Urin

Urin merupakan spesimen klinis yang ideal untuk diagnosis karena diekskresikan dalam jumlah besar dan tidak memerlukan metode pengumpulan urin yang invasif. Urin terbentuk dari darah, disaring oleh glomerulus, diserap kembali dan dikeluarkan melalui saluran kemih. Urin merupakan larutan kompleks yang mengandung zat organik dan anorganik. Sebagian besar komponen tersebut berasal dari zat – zat yang tidak terpakai dalam metabolisme tubuh atau dari produk yang diperoleh dari makanan (Nugraha, Jusak, dkk., 2020).

1. Tahapan Pembentukan Urin

Menurut Kuntoadi, Gama Bagus, (2022) tahapan pembentukan urin terjadi melalui tiga tahap yakni filtrasi glomerulus, reabsorbsi (penyerapan ulang) dan augmentasi (pembuangan).

a. Filtrasi glomerulus

Tahap pertama dalam proses produksi urin yang terjadi di glomerulus ginjal adalah tahap filtrasi, yang bertujuan untuk menyaring partikel – partikel kecil seperti air (H_2O), garam, gula, dan urea dari dalam darah. Namun partikel besar seperti sel darah (sel darah merah, sel darah putih, trombosit), protein, dan zat bermanfaat lainnya tidak disaring. Proses filtrasi ini terjadi di pori – pori kecil yang banyak ditemukan di kapiler darah glomerulus. Produk filtrasi cairan dari tahap ini disebut urin primer. Dalam keadaan normal,

kedua ginjal menghasilkan 125 cc filtrat per menit. Urin primer yang dihasilkan setelah penyaringan mengandung komponen yang berguna bagi tubuh, seperti glukosa, garam, asam amino, dan air. Oleh karena itu, urin terlebih dahulu harus melewati tahapan selanjutnya yaitu tahap reabsorpsi.

b. Tahap reabsorbsi (penyerapan ulang)

Tahap kedua proses pembentukan urin terjadi di tubulus kontortus proksimal, lengkung Henle, dan tubulus kontortus distal sel nefron. Reabsorpsi sendiri merupakan proses penyerapan kembali zat – zat yang masih berguna bagi tubuh, seperti air, glukosa, asam amino, vitamin, dan berbagai ion elektrolit seperti ion Na (natrium). Proses pembuangan bahan kimia beracun dan kreatinin dari darah ke urin primer juga terjadi di tubulus nefron. Sehubungan dengan proses reabsorpsi zat ke dalam darah, tubulus kontortus proksimal dan tubulus sel nefron lainnya dikelilingi oleh sejumlah kapiler yang disebut kapiler peritubular. Kapiler ini mengangkut darah yang mengandung zat yang diserap ke venula ginjal. Filtrat cair yang diperoleh dari tahap reabsorpsi disebut urin sekunder, yang kemudian mengalami tahap ketiga atau augmentasi.

c. Tahap augmentasi (pembuangan)

Tahap ketiga dan terakhir dari proses pembentukan urin terjadi di tubulus kontortus distal. Proses augmentasi atau sekresi adalah proses pembuangan ion hidrogen untuk menjaga pH atau

keseimbangan asam basa tubuh yang tepat. Ion kalium, kalsium, dan amonia yang ditemukan pada beberapa obat juga dihilangkan pada tahap ini. Proses pembuangan ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan dan normalnya komposisi kimia darah. Produk akhir dari proses ini adalah urin sebenarnya seperti yang kita kenal. Urin kemudian terkumpul di tubulus pengumpul dan mengalir menuju pelvis ginjal.

2. Komposisi Urin

Urin tersusun dari air yang berisi zat terlarut meliputi sisa – sisa proses metabolisme (seperti urea), garam terlarut, dan bahan organik. Komponen cairan dan zat yang membentuk urin berasal dari darah atau cairan interstisial. Komposisi urin mengalami perubahan selama proses reabsorpsi, di mana zat – zat penting bagi tubuh, seperti glukosa, diserap kembali ke dalam tubuh melalui molekul pembawa. Cairan yang tersisa mengandung kadar urea yang tinggi dan berbagai senyawa yang berlebih atau yang dapat menjadi racun akan dikeluarkan dari tubuh (Purwaningsih, Nur Vita, Widyastuti, Rahma dan M., Ellies Tunjung Sari, 2024).

Menurut Kuntoadi, Gama Bagus, (2022) sebagai sebuah limbah produk hasil penyaringan darah, urin mempunyai kandungan normal sebagai berikut:

a. 95 % berupa air (H2O)
b. 2 % urea (CH4N2O)

c. 0,05 % ammonia (NH3)

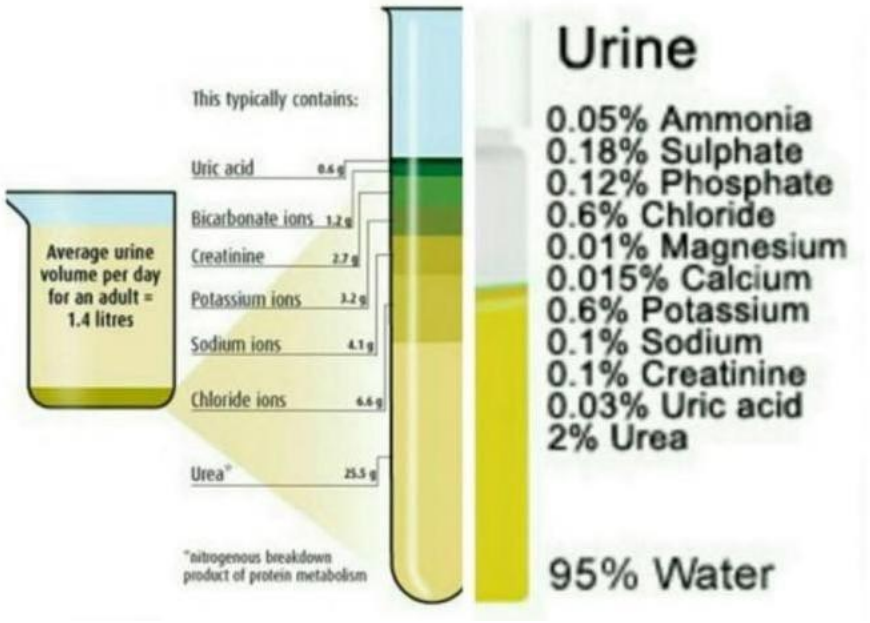
d. 0,18 % sulphate (SO2-4)

e. 0,12 % phosphate (PO3-4)

f. 0,6 % chloride (Cl-)

g. 0,6 % potassium (K+), dan

h. Sejumlah kecil senyawa – senyawa lainnya.



Gambar 1. Struktur komposisi urin (Kuntoadi, Gama Bagus, 2022)

3. Jenis – jenis sampel urin

Menurut Hartati, Yuli dan Friantini, Tri (2020) terdapat beberapa jenis sampel urin sebagai berikut.

a. Urin sewaktu

Urin sewaktu merujuk pada urin yang dikeluarkan pada suatu waktu yang tidak ditentukan secara spesifik. Jenis urin ini

dapat dimanfaatkan untuk berbagai jenis pemeriksaan. Urin ini sangat sesuai untuk tes rutin setelah pemeriksaan fisik tanpa ada pertimbangan khusus.

b. Urin pagi

Urin yang dikeluarkan pagi hari setelah bangun tidur memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan urin yang dihasilkan di siang hari sehingga cocok untuk pemeriksaan sedimen, berat jenis, protein, dan berbagai hal lainnya. Dalam bidang kebidanan, urin pagi efektif untuk mendeteksi kehamilan dengan mencari adanya hormon human chorionic gonadotrophin (HCG) di dalam urin.

c. Urin postprandial

Urin postprandial adalah urin yang dikeluarkan pertama kali antara 1,5 hingga 3 jam setelah makan. Urin ini berguna untuk mengecek glukosuria (keberadaan glukosa di dalam urin).

d. Urin 24 jam

Urin 24 jam adalah urin yang dikumpulkan dalam periode 24 jam, dengan langkah – langkah sebagai berikut:

1) Siapkan sebuah wadah besar yang bersih dan bertutup (minimal 1,5 L) biasanya disertai dengan bahan pengawet.
2) Buang urin pada jam 7 pagi.
3) Kumpulkan urin berikutnya hingga jam 7 pagi keesokan harinya dan dicampurkan.

Urin 24 jam diperlukan untuk pemeriksaan kuantitatif. Terdapat juga urin yang tak dikumpulkan penuh selama 24 jam, misalnya urin siang 12 jam (jam 7 pagi hingga jam 7 malam), urin malam 12 jam (jam 7 malam hingga jam 7 pagi), urin 2 jam dan lain-lain.

e. Urin 3 gelas dan urin 2 gelas

Urin 3 gelas merujuk pada urin yang dikumpulkan dalam 3 gelas melalui langkah – langkah berikut:

1) Sebelum pengumpulan, pasien tidak diperbolehkan untuk berkemih selama beberapa jam.
2) Siapkan 3 gelas (sebaiknya gelas untuk sedimen)
3) Pasien berkemih langsung ke dalam gelas tanpa terputus

Gelas I diisi dengan 20-30 ml dari volume pertama (berisi sel-sel dari uretra bagian anterior dan prostat)

Gelas II diisi dengan volume selanjutnya (berisi unsur-unsur dari kandung kemih)

Gelas III diisi dengan volume terakhir (berisi unsur-unsur khusus dari uretra bagian prostat dan sekresi prostat).

4. Jenis pengawet urin

Terdapat sejumlah bahan pengawet yang umumnya bisa digunakan secara luas untuk mencegah urin dari berbagai macam perubahan yang mungkin terjadi (Prasetyorini, Tri dan Aryani, Desi, 2023).

a. Toluena

Pengawet ini sering digunakan karena dapat menghalangi perubahan urin yang disebabkan oleh bakteri, terutama pada suhu rendah, dan cocok untuk menjaga daya tahan glukosa, aseton dan asam asetoasetat. Gunakan sekitar 2-5 mL toluena untuk mengawetkan urin selama 24 jam; jumlah tersebut dimasukkan ke dalam wadah penampung dan setiap kali urin ditambahkan, wadah harus dikocok dengan baik.

b. Thymol

Thymol yang berfungsi sebagai pengawet memiliki kemampuan serupa dengan toluena. Apabila jumlah thymol berlebihan ada kemungkinan muncul hasil positif palsu pada reaksi terhadap proterinuria dengan cara pemanasan menggunakan asam asetat.

c. Formaldehide

Untuk tujuan pengawetan sedimen, pakailah 1-2 mL larutan formaldehid 40% untuk mengawetkan urin 24 jam, namun jika digunkan dalam jumlah yang banyak akan mempengaruhi tes reduksi dan Obermayer yang bertujuan mendeteksi keberadaan indikan.

d. Asam sulfat pekat

Digunakan dalam pengujian kuantitatif kalsium, nitrogen dan sebagian besar bahan anorganik lainnya. Jumlah yang harus

diberikan sebanyak harus sesuai dengan banyaknya volume urin hingga Ph < 4,5, reaksi asam ini mencegah terlepasnya nitrogen dalam bentuk amoniak dan mencegah terjadinya endapan kalsium phosphate.

e. Natrium karbonat

Digunakan khusus untuk mengawetkan urobilinogen. Apabila ingin digunakan untuk mengukur eskresinya /24 jam. Masukkan sekitar 5 gram natrium karbonat kedalam wadah penampung bersama dengan beberapa mL toluena.

5. Pemeriksaan urin

Pemeriksaan urin merupakan pemeriksaan dasar untuk pasien dengan dugaan mengalami gangguan ginjal atau infeksi saliran kemih. Selain itu, banyak pasien yang tidak menunjukkan gejala klinis sama sekali, pada kasus – kasus seperti ini, infeksi saluran kemih yang sebelumnya tidak terdeteksi dapat didiagnosis melalui pemeriksaan urin. Pemeriksaan urin rutin terdiri atas makroskopis, mikroskopis, dan kimiawi.

a. Pemeriksaan makroskopis urin

Pemeriksaan makroskopis urin mencakup volume urin, bau, buih, warna, kejernihan, pH, dan berat jenis (Purwaningsih, Nur Vita, Widyastuti, Rahma dan M., Ellies Tunjung Sari, 2024).

1) Volume urin

Jumlah urin yang dihasilkan oleh ginjal dalam periode 24 jam. Diukur menggunakan gelas ukur. Rentang volume urin normal: 1200-1500 ml/24 jam. Volume urin setiap individu akan berbeda – beda tergantung pada luas permukaan tubuh, konsumsi cairan, dan tingkat kelembapan udara atau penguapan.

2) Bau urin

Bau urin yang normal, tidak menyengat. Bau urin yang normal terjadi karena sejumlah asam organik yang dapat menguap dengan mudah.

3) Buih

Buih yang terdapat pada urin normal berwarna putih. Apabila urin dengan mudah menghasilkan buih, hal ini menandakan bahwa urin tersebut mengandung protein. Sementara itu, apabila buih pada urin berwarna kuning, ini disebabkan oleh keberadaan pigmen empedu (bilirubin) dalam urin.

4) Warna urin

Warna urin dipengaruhi oleh jumlah dieresis. Semakin tinggi dieresis, semakin muda warna urin tersebut. Umumnya warna urin yang normal berada dalam rentang kuning muda dan kuning tua. Warna tersebut dihasilkan oleh berbagai jenis zat pewarna, terutama urochrom dan urobilin. Jika ditemukan warna yang

tidak biasa, hal ini disebabkan oleh zat pewarna yang biasanya ada dalam jumlah kecil, tetapi kali ini terdapat dalam jumlah besar. Kemungkinan adanya zat warna abnormal, berupa hasil metabolism abnormal, tetapi juga bisa disebabkan dari suatu jenis makanan tertentu atau obat-obatan. Beberapa kondisi warna urin mungkin baru berubah setelah beberapa waktu dibiarkan dibiarkan.

5) Kejernihan

Cara menguji kejernihan itu mirip dengan cara memeriksa warna yaitu bisa jernih, agak keruh, keruh atau sangat keruh. Tidak semua jenis kekeruhan bisa dianggap tidak normal. Urin yang normal pun bisa menjadi keruh jika dibiarkan dalam waktu yang lama atau didinginkan. Kekeruhan yang ringan disebut nubecula dan disebabkan oleh lender, sel-sel epitel, serta leukosit yang akhirnya mengendap.

6) pH

Tidak banyak berarti dalam pemeriksaan penyaring. Namun pada gangguan keseimbangan asam – basa penentuan ini memberikan informasi mengenai kondisi dalam tubuh, terutama jika disertai dengan pengukuran jumlah asam yang dikeluarkan dalam periode tertentu, serta jumlah ion NH4.

Selain dari kondisi tersebut pemeriksaan pH urin segar mampu memberikan indikasi mengenai infeksi saluran kemih.

Infeksi yang disebabkan oleh E. coli umumnya menghasilkan urin yang bersifat asam, sedangkan infeksi oleh Proteus yang mengubah ureum menjadi amoniak mengakibatkan urin menjadi basa.

7) Berat jenis

Untuk menentukan berat jenis urin, alat yang dapat digunakan meliputi urometer, refraktometer dan carik celup.

b. Pemeriksaan mikroskopis urin

Pemeriksaan mikroskopik atau sedimen urin adalah bagian dari tes rutin urinalisis, dengan memeriksa sedimen urin dapat ditemukan berbagai material yang tidak larut dalam urin. Urin segar adalah bahan yang paling optimal digunakan. Prosedur pemeriksaan ini dilakukan dengan cara urin disentrifuse dengan kecepatan 2000 rpm selama 5 menit, setelah itu supernatan urin dibuang, dan tersisa 0,5 – 1 ml urin di dasar tabung dan diambil menggunakan pipet kemudian diletakan di atas kaca objek dan diperiksa menggunakan mikroskop. Metode pemeriksaan bisa dilakukan metode natif (tanpa pewarnaan) atau dengan menggunakan cat Steinheimer Malbin. Unsur – unsur yang terdapat dalam sedimen urin terdiri dari unsur organik (yang berasal dari jaringan) dan unsur anorganik. Unsur organik meliputi epitel, eritrosit, leukosit, dan silender. Unsur anorganik meliputi bermacam bentuk Kristal yang pada umumnya kurang memiliki makna klinis, seperti kristal urat, fosfat, dan

silinder. Beberapa jenis kristal dapat memiliki makna klinis patologis seperti kristal cytine, leucine, kolesterol dan lain-lain (Haryono, Rudi dan Utami, Maria Putri Sari, 2018).

1) Unsur organik
    a) Sel epitel merupakan se; yang memiliki satu inti dan berukuran lebih besar dibandingkan leukosit. Bentuk sel epitel bervariasi tergantung letak asalnya, sehingga bisa menunjukan lokasi masalah. Sel epitel gepeng berasal dari vulva dan bagian bawah uretra, sel epitel transisi berasal dari kandung kemih, sedangkan sel epitel berbentuk bulat dapat ditemukan di pelvis atau tubuli.
    b) Eritrosit tampak sebagai disk dua sisi yang tipis dan berwarna pucat. Dalam urin yang encer atau hipotonik, eritrosit akan mengalami pembengkakan dan ketika pecah, akan melepaskan haemoglobin dan dikenal sebagai sel-sel ghost. Dalam urin yang pekat atau hipertonik, eritrosit menunjukan kerutan. Penting untuk memperhatikan morfologi eritrosit karena bentuk yang tidak normal dapat mencerminkan adanya masalah klinis. Peningkatan jumlah eritrosit yang berbentuk akantosit berkaitan dengan gangguan pada glomerulus, dan sel sabit juga dapat terdeteksi dalam sedimen urin pasien yang mengalami

anemia sel sabit. Secara normal, eritrosit hanya terdapat dalam jumlah 0-2 eritrosit per LPB.

c) Leukosit, yang paling umum ditemukan adalah neutrophil. Dalam urin yang hipotonik dan bersifat alkalis, leukosit akan mengalami pembekakan dan pecah sementara dalam urin yang hipertonik, leukosit akan menyusut. Jumlah leukosit yang normal berkisar antara 0-5 leukosit per LPB. Kenaikan jumlah leukosit bisa terjadi akibat infeksi (seperti pielonefritis, sistitis, urethritis) atau penyebab non-infeksi (seperti glomerulonephritis, dehidrasi, demam, SLE).

d) Silinder, memberikan ilustrasi mikroskopik tentang kondisi nefron. Proses terbentuknya silinder dimulai dengan presipitasi protein Tamm – Horsfall di dalam tubulus ginjal yang menghasilkan matriks silinder. Kemudian sel – sel mulai mengendap di dalam matriks tersebut. Beberapa faktor yang mendukung pembentukan silinder antara lain penurunan aliran urin, kondisi asam, urin yang lebih pekat, dan adanya proteinuria. Jenis silinder dalam urin:

(1) Silinder hialin, adalah yang paling umum dan dapat ditemukan dalam kondisi normal.

(2) Silinder eritrosit, menunjukan adanya hematuria dan muncul pada kondisi yang merusak glomerulus, tubulus, atau kapiler ginjal seperti pada glomerulonefritis akut,

trauma ginjal, infark ginjal, IgA nefropathi dan SLE. Eritrosit mudah dikenali karena sifat refraktilnya dan warnanya bervariasi dari kuning hingga coklat.

(3) Silinder leuokosit menunjukan adanya infeksi atau peradangan pada nefron.

(4) Silinder epitel terbentuk akibat pengelupasan sel – sel epitel pada tubuli ginjal. Silinder ini dapat ditemukan pada kondisi degenerasi dan nekrosis tubulus ginjal seperti infeksi virus hepatitis/sitomegalo, penggunaan obat, keracunan salisilat, ethylene glycol dan logam berat.

(5) Silinder berbutir atau granula halus berasal dari degenerasi silinder leukosit, eritrosit serta agregasi protein yang meliputi fibrinogen, kompleks imun dan globulin. Jika stasis berlangsung lama maka butir yang kasar akan berubah menjadi butir yang halus.

(6) Silinder lilin muncul dari silinder berbutir halus yang telah mengalami degenerasi lebih lanjut. Silinder ini bersifat refraktil dengan tekstur yang kaku sehingga rentan terhadap fragmentasi saat melewati tubulus.

(7) Silinder lemak, mengandung butir – butir lemak bebas yang merupakan hasil dari degenerasi lemak dari epitel tubuli serta *oval fat bodies* yang dapat ditemukan pada sindrom nefrotik.

e) Bakteri, dalam kondisi normal tidak dijumpai. Kehadiran bakteri dalam urin bisa disebabkan oleh kontaminasi jika jumlah leukositnya rendah.

f) Parasit, dalam kondisi normal tidak ada. Namun dalam kondisi patologis dapat ditemukan Trichomonas atau larva cacing

g) Spermatozoa

h) Jamur, pada kondisi normal tidak ada dan bisa muncul karena kontaminasi dari luar.

2) Unsur anorganik

a) Bahan Amorf, urat dalam urin asam, dan fosfat – fosfat dalam urin basa.

b) Kristal, yang umum ditemukan meliputi kristal kalsium oksalat, tripel fosfat, dan asam urat. kehadiran kristal – kristal tersebut tidak memiliki makna klinis yang signifikan. Namun, jika jumlahnya berlebihan dan terdapat predisposisi seperti infeksi, hal ini dapat memicu terjadinya penyakit batu kristal di urin yaitu pembentukan batu ginjal dalam saluran kemih (lithiasis) dari ginjal hingga ke saluran kemih yang dapat menyebabkan terkelupasnya fragmen sel epitel. Pembentukan batu biasanya disertai dengan kristal urin, namun tidak selalu diiringi oleh pembentukan batu.

c) Bahan Lemak, komponen – komponen sedimen urin memiliki indeks refraksi yang hampir serupa dengan indeks refraksi urin.

c. Pemeriksaan kimiawi urin

Pemeriksaan kimia urin yang umum dikenal juga sebagai pemeriksaan carik celup karena melibatkan penggunaan reagen dalam bentuk strip urin yang memiliki beberapa pita kotak berwarna yang mengandung reagen. Metode carik celup ini memungkinkan untuk memeriksa pH, berat jenis, protein, glukosa, keton, darah, bilirubin, urobilinogen, nitrit, dan leukosit esterase (Rosida, Azma dan Pratiwi, Dewi Indah Noviana, 2019)

1) pH

Ginjal, paru – paru, dan buffer darah berfungsi untuk menjaga keseimbangan pH tubuh melalui pengeluaran ion hidrogen dan penyerapan kembali bikarbonat. Dalam kondisi normal pH urin berkisar antara 4,5 hingga 8,0. Sebagian individu sehat menghasilkan urin dengan pH sedikit asam yaitu sekitar pH 5,0 hingga 6,0 yang disebabkan oleh pembentukan asam alami dalam tubuh. pH urin dipengaruhi oleh jenis makanan, obat yang dikonsumsi, serta kondisi asam basa dalam tubuh.

Urin yang dibiarkan terlalu lama pada suhu ruangan bisa berubah menjadi basa karena kehilangan karbonmonoksida dan pertumbuhan bakteri yang menghasilkan ammonia, tetapi pada

keadaan pH basa yang berkelanjutan pada urin segar menunjukan adanya infeksi saluran kemih. Pada kondisi alkalosis dengan pH urin alkalin bisa disebabkan pada kondisi muntah yang parah dan hiperventilasi respirasi, sementara pada keadaan asidosis dengan pH urin asam dapat ditemukan pada situasi kelaparan, diare parah, diabetes mellitus, dan penyakit pernafasan.

Pengukuran pH urin juga berguna untuk menentukan jenis kristal dalam pemeriksaan sedimen urin. Pada urin yang bersifat asam kristal normal seperti amorf urat dan kalsium oksalat dapat ditemukan, sedangkan pada urin yang bersifat basa dapat dijumpai kristal amorf fosfat.

2) Berat jenis/*specific gravity*

Pemeriksaan Berat jenis (BJ) urin dilakukan dengan menggunakan carik celup melalui metode pengukuran tidak langsung. BJ urin memberikan petunjuk mengenai kondisi ginjal dan status hidrasi sehingga bisa menjadi acuan untuk menilai kemampuan fungsi filtrasi ginjal. Nilai normal BJ urin adalah 1.003-1.035, sementara di pagi hari karena urinnya lebih pekat BJ biasanya lebih tinggi sekitar ≥1.020. Berat jenis urin dipengaruhi oleh jumlah cairan yang dikonsumsi dan kondisi fungsi ginjal.

Dalam situasi normal ketika volume urin tinggi meningkat akibat konsumsi cairan yang tinggi, BJ urin senderung rendah, namun pada beberapa kondisi penyakit ginjal seperti glomerulonephritis dan pielonefritis, volume urin berkurang dengan BJ urin yang juga rendah. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil BJ urin termasuk pH urin yang bersifat alkali bisa membuat BJ urin menjadi lebih rendah serta tingginya kadar protein yang dapat meningkatkan BJ urin. Peningkatan BJ urin (hiperstenuria) bisa disebabkan oleh demam, dehidrasi, proteinuria, glukosuria, hyperhidrosis, dan masalah pada ginjal. Sedangkan penurunan BJ urin (hipostenuria) terjadi akibat overhidrasi, diabetes insipidus, dan glomerulonephritis yang berkepanjangan.

3) Protein

Urin yang normal hanya memiliki sejumlah kecil protein (< 10 mg/dL atau 100 mg/24 jam). Protein dengan berat molekul yang rendah (<40kD) dapat dengan mudah di filtrasi oleh glomerulus, kemudian diserap kembali oleh tubulus, sementara itu protein dengan berat molekul besar tidak mampu melewati sawar glomerulus yang masih utuh. Komposisi protein dalam urin umumnya mencakup albumin (±20%), sedangkan sisanya terdiri dari protein mikroglobulin serum, Protein Tamm-Horsfall

yang diproduksi oleh sel epitel tubular, serta protein yang berasal dari prostat, mani dan sekret vagina.

Penyebab proteinuria dapat dibagi menjadi 2 kategori, yaitu proteinuria fisiologis dan proteinuria patologis. Proteinuria fisiologis terjadi karena adanya peningkatan aliran darah ke glomerular atau peningkatan permeabilitas glomerular tanpa adanya kerusakan pada ginjal, misalnya akibat berdiri terlalu lama (ortostatik, postural proteinuria), aktifitas fisik yang berat, stres emosional, kehamilan, penggunaan obat vasokontriksi dan demam. Jumlah protein yang dikeluarkan pada proteinuria fisiologis biasanya <1g/24 jam. Proteinuria patologis merujuk pada keberadaan protein yang terkait dengan masalah ginjal biasanya disebabkan oleh gangguan filtrasi glomerulus yang terjadi karena berbagai faktor. Berdasarkan jumlah protein yang dikeluarkan dalam urin, proteinuria dapat diklasifikasikan menjadi mikroalbuminuria, proteinuria ringan, proteinuria sedang, dan proteinuria berat. Mikroalbuminuria adalah istilah yang menggambarkan proteinuria yang tidak dapat dideteksi oleh tes urin carik celup yang umumnya hanya mampu mendeteksi kadar albumin urin sebesar 30 mg/dL.

4) Glukosa

Glukosuria merujuk pada kondisi dimana glukosa terdapat dalam urin. Dalam keadaan yang normal glukosa akan diserap

kembali secara aktif di tubulus proksimal ginjal setelah melawati proses filtrasi glomerulus, sehingga glukosa tidak dapay ditemukan dalam urin. Batas ambang reabsorbsi tubulus ginjal untuk glukosa berkisar antara 160-180 mg/dL. Jika kadar glukosa dalam darah melewati ambang tersebut maka glukosa akan bisa terdeteksi dalam urin.

Pemeriksaan carik celup urinalisa untuk glukosa khusus tidak bereaksi terhadap laktosa, galaktosa, atau fruktosa. Penggunaan vitamin C dengan dosis tinggi dapat menghasilkan hasil positif palsu.

5) Keton

Kenaikan kadar keton dalam urin dikenal sebagai ketonuria. Keton merupakan produk dari metabolisme asam lemak yang tidak berjalan dengan baik yanh terjadi ketika tubuh mengalami masalah dalam metabolisme karbohidrat disebabkan oleh masalah penyerapan atau asupan karbohidrat yang tidak memadai.

Komponen keton yang terdapat dalam urin meliputi 3-hidroksi butirat (sekitar 78%), asam asetoasetat (sekitar 20%), dan aseton (sekitar 2%). Kadar keton akan naik pada kondisi ketoasidosis, saat terjadi muntah, pada anoreksia kelaparan, saat berpuasa, pada anoreksia, dan diet tinggi protein serta rendah karbohidrat.

6) *Blood*/darah

Darah yang muncul dalam urin dapat berupa sel darah merah utuh (hematuria), atau tidak utuh akibat kerusakan sel darah merah (hemoglobinuria). Hematuria bisa disebabkan oleh perdarahan dalam sistem uropoetik akibat masalah pada ginjal, pielonefritis, infeksi, tumor, cedera, atau batu ginjal, gangguan dalam proses pembekuan darah, atau konsumsi obat antikoagulan. Hemoglobinuria terjadi karena sel darah merah pecah biasanya akibat hemolisis intravaskuler atau terjadi hemolisis sel darah merah yang terjadi di ginjal maupun saluran kemih bagian bawah, reaksi dari transfusi, infeksi, atau akibat luka bakar.

Reagen yang digunakan pada strip urinalisis tidak hanya berekasi dengan sel darah merah dan hemoglobin tetapi juga menunjukan hasil positif untuk mioglobin. Mioglobin merupakan jenis protein yang terdapat dalam jaringan otot dikenal juga sebagai haemoglobin otot.

Pemeriksaan darah dalam urin mendukung pemeriksaan mikroskopis darah pada sedimen urin. Beberapa zat yang bisa hasil positif palsu untuk darah adalah asam askorbat, sedangkan pH urin yang bersifat alkali dan BJ lebih dari 1.001 dapat menyebabkan lisis eritrosit sehingga perlu dilakukan konfirmasi dengan pemeriksaan eritrosit di sedimen urin.

7) Bilirubin

Bilirubin merupakan produk dari pemecahan hemoglobin yang dihasilkan oleh sel-sel retikukoendotelial. Bilirubin indirek *(unconjugated)* dapat larut dalam lemak tetapi tidak larut dalam air, sementara itu bilirubin direk *(conjugated)* adalah bilirubin yang sudah terikat dengan asam glukoronat di hati sehingga mampu larut dalam air dan dapat dikeluarkan melalui urin dengan kadar sekitar 0.02 mg/dL.

Peningkatan kadar bilirubin direk dalam urin dapat terjadi akibat masalah dalam proses degradasi haemoglobin yang normal seperti obstruksi intra dan ekstra hepatik, keruskaan parenkim hati akibat hepatitis, atau sirosis hati.

Hasil pengukuran bilirubin yang rendah palsu bisa terjadi ketika urin dibiarkan terlalu lama sebelum diperiksa dan terpapar sinar matahari, adanya asam askorbat serta nitrit. Sedangkan hasil positif palsu dapat terjadi jika urin tercampur dengan detergen atau jika urin memiliki warna yang terlalu tua atau merah

8) Urobilinogen

Urobilinogen merupakan hasil dari proses metabolisme bilirubin. Kadar normal urobilinogen dalam urin adalah 1 mg/dL. Urobilinogen bersifat tidak berwarna dan mudah

berubah, dan ketika di oksidasi akan memberikan warna kuning pada urin.

Kadar urobilonogen akan naik jika kemampuan hati untuk sirkulasi enterohepatik dari pigmen empedu terbatas atau terbebani terlalu berat. Urobilinogen adalah tes yang digunakan untuk mendeteksi gejala yang menunjukan adanya pembatasan fungsi hati, penyakit hemolitik atau infeksi pada saluran empedu. Pemeriksaan urobilinogen sangat berguna untuk membedakan antara penyakit hemolitik, penyakit hati, atau obstruksi saluran empedu.

9) Nitrit

Nitrit yang tedapat pada reagen strip adalah metode tidak langsung untuk mendeteksi bakteriauria asimptomatik. Dalam waktu 4 jam, enzim yang dihasilkan oleh bakteri dapat mengubah nitrat menjadi nitrit di kandung kemih, oleh karena itu, disarankan menggunakan urin pagi hari. Hasil nitrit negatif tidak memastikan tidak adanya bakteriuria karena ini bisa disebabkan oleh infeksi saluran kemih dari bakteri yang tidak menghasilkan nitrit, wakut yang dihabiskan urin didalam kandung kemih yang belum cukup atau diuresis yang berlebihan.

10) Leukosit esterase

Leukosit esterase pada reagen strip tes urinalisa digunkan untuk menunjukan keberadaan leukosit neutrofil dalam urin.

Neutrofil di dalam urin bersifat tidak stabil sehingga mudah mengalami kerusakan, meskipun aktifitas enzim esterase dari protein granula neutrofil tetap terjaga. Enzim ini hanya terdapat pada neutrofil, monosit, dan makrofag tetapi tidak pada limfosit.

Tingginya jumlah leukosit esterase dalam urin bisa dijadikan indikasi adanya infeksi pada saluran kemih. Hasil negatif palsu bisa terjadi akibat peningkatan BJ urin, keberadaan protein, dan glukosa dalam urin atau karena adanya asam askorbat yang bisa menggangu reaksi reagen. Hasil positif palsu bisa disebabkan kontaminasi urin oleh cairan vagina atau sumber esterase lainnya.

B. Sentrifuse

Sentrifugasi adalah alat pada laboratorium yang digunakan untuk memisahkan partikel organel. Hasil dari pemisahan sentrifugasi ditunjukkan dalam pengendapan atau sedimentasi karena perbedaan massa jenis larutan. Sentrifugasi dilakukan dengan cara menempatkan suatu objek yang akan dipisahkan ke dalam rotor dan memanfaatkan gaya tegak lurus terhadap sumbu spin. Jika perputaran semakin cepat, maka sedimentasi atau pengendapan yang terbentuk akan semakin banyak.

Sentrifugasi dapat dikatakan alat yang berfungsi memutarkan cairan. Alat ini digerakkan menggunakan seperangkat motor listrik dengan menempatkan wadah atau objek di rotasi sekitar sumbunya. Sentrifugasi bekerja berdasarkan prinsip sedimentasi yang memanfaatkan gaya

sentripetal untuk memisahkan zat padat ke arah radial (bagian bawah tabung). Benda yang lebih ringan akan cenderung bergerak ke atas (Istianah, Istianah, Nur., Wardani, Agustin Krisna., dan Sriherfyna, Feronika Heppy, 2018).

1. Prinsip kerja sentrifuse

Sentrifuse bekerja dengan menggunakan prinsip sedimentasi yaitu dengan memanfaatkan gaya sentrifugal, untuk memisahkan bahan tersebut. Proses ini dilakukan dengan cara memutar campuran sangat cepat di sekitar titik pusat, di mana percepatan sentripetal akan menyebabkan zat yang lebih berat akan mengendap di bagian bawah, sedangkan benda yang lebih ringan akan naik ke bagian atas tabung (mengapung di dalam tabung). Gaya sentrifugal yang dihasilkan berasal dari rotasi motor listrik yang mendapat pasokan energi. Semakin cepat motor berputar, maka semakin besar gaya sentrifugal yang dihasilkan dan begitu juga sebaliknya. Partikel yang terakumulasi di dalam sebuah wadah akan mengendap ke dasar wadah akibat pengaruh gravitasi (Kahar, Fitriani, 2022).

2. Komponen sentrifuse

Gambar 2. Komponen sentrifuse (Andaru, 2021)

a. Chamber, bagian ini merupakan bagian yang berfungsi untuk menampung sampel. Dan merupakan bagian terluar dari motor dan rotor.
b. Motor, bagian ini berfungsi untuk meletakkan tabung sampel yang akan diputar. Motor ini juga yang akan melakukan proses pemutaran dengan prinsip gaya sentrifugal.
c. Rotor merupakan komponen yang berisi tombol seperti on/off, pengatur kecepatan dan timer (pengatur waktu).
d. Lid/Penutup merupakan bagian atas centrifuge. Penutup ini bersifat otomatis. Jadi, penutup tidak bisa dibuka jika proses pemisahan belum selesai.
e. Body, bentuk dari body alat ini berbeda-beda sesuai jenisnya. Ada yang berbentuk kotak, silinder, atau juga setengah bola. Fungsi dari body ini adalah untuk melindungi bagian dalam (motor/rotor/sampel) juga komponen lainnya.

3. Jenis alat centrifuge

Berikut beberapa jenis alat centrifuge menurut Noer, Zikri dan Ritonga, Sally Irvina, (2021) yaitu:

a. General Purpose Centrifuge, perangkat ini adalah jenis yang dapat diletakkan di atas meja, dirancang untuk memisahkan sampel seperti serum, urin, atau cairan lainnya dari partikel padat yang tidak larut. Sentrifuge model ini dapat beroperasi dengan kecepatan antara 0 – 3000 rpm, dan mampu menampung sampel dengan volume 5 – 100

ml. Micro Sentrifugasi yang juga dikenal microfuges, memiliki kemampuan untuk memutar microtubes pada kecepatan tinggi dengan volume micotubes antara 0,5 – 2,0 ml.

b. Speciality Centrifuge, tipe sentrifugasi ini digunakan untuk tujuan yang lebih spesifik, contohnya adalah microhematocrit centrifuges dan blood bank centrifuges, yang dirancang khusus untuk penggunaan tertentu di laboratorium klinis.

c. Microcentrifuge Sesuai dengan namanya, microcentrifuge atau microfuges hanya menampung larutan sampel ukuran mini sekitar 0,5-2,0 ml dalam *microtubes* dengan kecepatan tinggi. Volume microtubes yang digunakan pada microcentrifuge ini berkisar antara 0.5-2.0 ml. Microcentrifuge sering disebut juga dengan blood bank centrifuge, yang dirancang atau dibuat khusus untuk pemakaian spesifik di laboratorium klinik. Micro centrifuge bisa digunakan untuk berbagai macam sampel dengan bobot yang sedikit. Dalam bidang penelitian, jenis ini biasa digunakan pada sampel darah.

d. *Ultracentrifuges* dan *refrigerated centrifuges*. Sentrifugasi jenis ini beroperasi dengan kecepatan tinggi antara 0 – 20.000 rpm sedangkan ultracentrifuge mampu berputar pada kecepatan di atas 50.000 rpm. Model sentrifugasi ini juga memiliki sistem pendingin untuk menjaga suhu sampel tetap rendah selama proses.

4. Prosedur centrifuge

Adapun langkah – langkah dalam menggunakan alat sentrifugasi menurut Noer, Zikri dan Ritonga, Sally Irvina, (2021) adalah:

a. Siapkan larutan yang akan dipisahkan,
b. Hubungkan alat sentrifugasi ke aliran arus listrik,
c. Aktifkan alat sentrifugasi,
d. Buka penutup alat sentrifugasi dengan menekan tombol open.
e. Tuangkan larutan ke dalam gelas tabung sentrifugasi, pastikan volume larutan yang dimasukkan pada setiap tabung haruslah sama.
f. Masukkan setiap tabung ke dalam tempat sentrifugasi, dengan posisi tabung ditempatkan secara bersilang berlawanan.
g. Tutup kembali penutup alat sentrifugasi,
h. Atur waktu yang dibutuhkan dan tentukan juga kecepatan rotasi putaran (rpm) yang diinginkan,
i. Tekan tombol start untuk memulai proses pemisahan larutan,
j. Setelah proses pemisahan selesai, tekan tombol open dan ambil semua larutan dari tabung yang sudah dimurnikan dengan cara mengambilnya secara bergantian.

5. Kalibrasi centrifuge

Cara kalibrasi sentrifugasi adalah: Kecepatan putaran sentrifuge harus diperiksa paling sedikit setiap 3 bulan sekali menggunakan alat yang disebut tachometer. Tachometer ada 2 macam yaitu tachometer kontak dan tachometer optik (photo tachometer). Prinsip kerja

tachometer diletakkan pada kotak ukur rpm dengan menempelkan alat kebagian sentrifugasi yang berputar, sedangkan tachometer optik mengukur rpm berdasarkan pantulan pada permukaan yang sedang berputar. Kecepatan tidak boleh lebih dari 5% dari rpm yang tertera. Apabila sentrifugasi memiliki pengatur waktu perlu diperiksa secara berkala dengan stopwatch dan tidak boleh berbeda lebih dari 10%. Sentrifugasi dengan pendingin perlu diperiksa suhunya setiap bulan sekali dan tidak boleh menyimpang lebih dari 0,5% dari suhu yang diharuskan (Noer, Zikri dan Ritonga, Sally Irvina, 2021).

6. Perawatan centrifuge

Cara membersihkan dan merawat instrumen centrifuge sebagai berikut (Ika, Nurfajri Mentari et al., 2025):

a. Periksa peralatan dan perangkat centrifuge.
b. Bersihkan seluruh komponen alat tersebut.
c. Bersihkan tabung yang pecah, tumpahan darah, serum dan lakukan proses strerilisasi secara berkala.
d. Berikan pelumas pada bagian yang bergerak.
e. Kencangkan semua baut pada centrifuge.
f. Periksa kinerja dan kondisi bagian instrument.
g. Lakukan kalibrasi serta cek kecepatan pada centrifuge.
h. Ganti sikat karbon jika motor tidak berfungsi.
i. Laksanakan pemeriksaan peforma dan aspek keselamatan.
j. Lakukan penyesuaian atau penyetelan apabila diperlukan.

k. Pantau timer sesuai kebutuhan atau lakukan pengecekan setiap minggu.

l. Periksa kabel, steker, dan stop kontak.