

PEMERIKSAAN URINALISIS PADA TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

Penulis:

- Riana Retno Widiastuty
- Fransisca Probo Setyoningrum
- Dhika Juliana Sukmana
- Ellies Tunjung Sm
- Ragil Saptaningtyas
- Herlando Sinaga
- Desi Aryani
- Oktafirani Al Sas
- Denny Juraijin
- Sulasthia
- Rinda Aulia Utami
- Andika Aliviameita



PEMERIKSAAN URINALISIS PADA TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

**Riana Retno Widiastuty
Fransisca Probo Setyoningrum
Dhika Juliana Sukmana
Ellies Tunjung Sm
Ragil Saptaningtyas
Herlando Sinaga
Desi Aryani
Oktafirani Al Sas
Denny Juraijin
Sulasthia
Rinda Aulia Utami
Andika Aliviameita**



GET PRESS INDONESIA

PEMERIKSAAN URINALISIS PADA TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

Penulis :

Riana Retno Widiastuty
Fransisca Probo Setyoningrum
Dhika Juliana Sukmana
Ellies Tunjung Sm
Ragil Saptaningtyas
Herlando Sinaga
Desi Aryani
Oktafirani Al Sas
Denny Juraijin
Sulasthia
Rinda Aulia Utami
Andika Alivameita

ISBN : 978-623-125-729-1

Editor : Dr. Oktavianis, M.Biomed.

Penyunting : Mila Sari., S.ST, M.Si

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, April 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Pemeriksaan Urinalisis Pada Teknologi Laboratorium Medis ini.

Buku Ini Membahas Pentingnya Melakukan Pemeriksaan Urin, Macam-Macam Urin, Pemeriksaan Kimia Urin Carik Celup (Dipstick), Pemeriksaan Berat Jenis Urin, Pemeriksaan Sedimen Urin, Pemeriksaan Mikroskopis Urin, Pewarnaan Mikroskopis Urin, Pemeriksaan Kimia Urin, Pemeriksaan Reduksi Glukosa Urin, Pemeriksaan Protein Urin, Pemeriksaan Keton Urin, Pemeriksaan Bilirubin Urin.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, April 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1 PENTINGNYA MELAKUKAN	
PEMERIKSAAN URIN.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Anatomi dan Fisiologi Sistem Perkemihan.....	3
1.2.1 Anatomi Sistem Perkemihan	5
1.2.2 Proses Produksi dan Pengeluaran Urin.....	6
1.2.3 Komposisi Urin.....	7
1.3 Spesimen Handling.....	10
1.3.1 Sarana dan Prasarana	10
1.3.2 Koleksi Spesimen	11
1.3.3 Penolakan spesimen	12
1.3.4 Faktor Pengganggu dan Mempengaruhi Hasil	
Pemeriksaan Urin	15
1.3.5 Jenis spesimen urin.....	16
1.4 Metode Pemeriksaan Urin.....	22
1.4.1 Carik Celup (Dipstick)	24
1.4.2 Semi Automatis.....	28
1.4.3 Full Automatis (<i>urine analyzer</i>).....	31
1.5 Quality Control	32
1.5.1 Aspek Kualitas Kontrol dalam Urinalisis.....	32
1.5.2 Pemantauan dan Evaluasi Kualitas Kontrol.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
BAB 2 MACAM – MACAM URIN	37
2.1 Pembentukan Urin.....	37
2.2 Macam – Macam Sampel Urin	38
2.3 Prosedur Pengambilan Sampel Urin	42
DAFTAR PUSTAKA	45
BAB 3 PEMERIKSAAN KIMIA URIN CARIK	
CELUP (DIPSTICK)	47
3.1 Pendahuluan.....	47
3.2 Protein.....	49

3.3 Glukosa.....	50
3.4 Keton	52
3.5 Bilirubin	53
3.6 Urobilinogen	54
DAFTAR PUSTAKA.....	58
BAB 4 PEMERIKSAAN BERAT JENIS URIN	59
4.1 Pendahuluan	59
4.2 Metode Pemeriksaan	60
4.2.1 Metode Urinometer	61
4.2.2 Metode Refraktometri.....	63
4.2.3 Metode <i>Dipstick</i>	66
DAFTAR PUSTAKA.....	68
BAB 5 SEDIMEN URIN	69
5.1 Pendahuluan	69
5.2 Persiapan pemeriksaan	70
5.2.1 Persiapan sampel	70
5.2.2 Sentrifugasi	71
5.2.3 Pembacaan preparat.....	73
5.3 Jenis sedimen urin	73
5.3.1 Sedimen organik.....	73
5.3.2 Sedimen anorganik	80
DAFTAR PUSTAKA.....	83
BAB 6 PEMERIKSAAN MIKROSKOPIS URIN	85
6.1 Pengertian	85
6.2 Unsur Sedimen Urin	86
6.3 Sel Epitel dalam Urin	87
6.3.1 Sel epitel <i>skuamosa</i>	88
6.3.2 Sel epitel transisional (<i>urothelial</i>).....	88
6.3.3 Sel epitel tubulus ginjal	89
6.3.4 Sel epitel tubulus konvolutus proksimal	90
6.3.5 Sel epitel tubulus konvolutus distal.....	91
6.3.6 Sel epitel duktus kolektivus.....	91
6.4 Unsur Organik.....	92
6.4.1 Eritrosit	92
6.4.2 Leukosit.....	93
6.4.3 Silinder	94
6.5 Unsur Anorganik	97

6.5.1 Asam Urat.....	97
6.5.2 Ca. Oxalat	98
6.5.3 Tripel fosfat : berbentuk seperti amplop dan persegi panjang	98
6.5.4 Bilirubin : bentuk kecil dan berbeda, berwarna cokelat.	99
DAFTAR PUSTAKA	100
BAB 7 PEWARNAAN MIKROSKOPIS URIN	101
7.1 Pendahuluan.....	101
7.2 Komponen Normal	102
7.3 Komponen patologis.....	103
7.4 Pewarnaan Umum	104
7.5 Pewarnaan Khusus.....	105
7.6 Pewarnaan lainnya	106
7.7 Komponen lainnya.....	107
7.8 Cara Kerja Pembuatan Pewarnaan Makroskopis urin.....	108
DAFTAR PUSTAKA	111
BAB 8 PEMERIKSAAN KIMIA URINE	113
8.1 Pendahuluan.....	113
8.2 Pemeriksaan Umum Kimia Urine.....	114
8.3 Tujuan Pemeriksaan Kimia Urine	115
8.4 Tahapan Pemeriksaan Kimia Urine	116
8.5 Persiapan Sebelum Pengambilan Spesimen Urine	117
8.6 Langkah-langkah Pengumpulan Sampel Urine.....	117
8.7 Cara Pengumpulan Sampel Urine	119
8.8 Pelabelan Sampel Untuk Pemeriksaan Urine.....	121
8.9 Pelabelan Sampel Untuk Pemeriksaan Urine.....	121
8.10 Waktu Penyelesaian Hasil Pemeriksaan Urine	122
DAFTAR PUSTAKA	124
BAB 9 PEMERIKSAAN REDUKSI URINE.....	127
9.1 Reduksi Urine.....	127
9.2 Metode Pemeriksaan Urine	128
9.2.1 Uji Benedict	128
9.2.2 Uji Fehling	131
9.2.3 Uji Clinitest.....	134
9.2.4 Tes Dipstick Glukosa.....	136

DAFTAR PUSTAKA.....	139
BAB 10 PEMERIKSAAN PROTEIN URINE.....	141
10.1 Pendahuluan	141
10.1.1 Protein Urine.....	142
10.1.2 Patofisiologi Proteinuria	143
10.2 Pemeriksaan Protein Urine	143
10.2.1 Metode Asam Sulfosalicyl.....	146
10.2.2 Pemanasan Kualitatif Metode Asam Acetat	147
10.2.3 Pemeriksaan Kuantitatif Metode Esbach.....	148
10.2.4 Metode Heller	148
10.2.5 Metode Bang	149
10.2.6 Metode Boedeker	149
DAFTAR PUSTAKA.....	151
BAB 11 PEMERIKSAAN KETON URIN	153
11.1 Pendahuluan	153
11.2 Keton.....	154
11.2.1 Proses Pembentukan Keton.....	156
11.2.2 Pentingnya Pemeriksaan Keton Urin.....	160
11.3 Metode Pemeriksaan Keton Urin.....	162
11.3.1 Tes Gerhard.....	162
11.3.2 Tes Rothera.....	163
11.3.3 Tes Carik celup.....	165
DAFTAR PUSTAKA.....	167
BAB 12 PEMERIKSAAN BILIRUBIN URINE.....	169
12.1 Urine	169
12.2 Proses Terbentuknya Urine	171
12.3 Komposisi Urine.....	173
12.4 Bilirubin	173
12.5 Metode Pemeriksaan Bilirubin.....	174
12.6 Prosedur Pemeriksaan Bilirubin.....	175
DAFTAR PUSTAKA.....	178
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Komposisi Normal Urin dalam 24 jam.....	8
Tabel 5.1. Jenis epitel	76
Tabel 5.2. Jenis-jenis silinder.....	78
Tabel 6.1. Macam-macam Unsur Sedimen.....	86
Tabel 9.1. Nilai rujukan dan interpretasi warna pada uji benedict	130
Tabel 9.2. Nilai rujukan dan interpretasi warna pada uji Fehling	133
Tabel 9.3. Nilai Rujukan dan interpretasi warna uji clinitest	136
Tabel 9.4. Nilai rujukan dan interpretasi warna	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Petunjuk Pemeriksaan Urin Jaman Dulu (<i>Courtesy of National Library of Medicine</i>)	2
Gambar 1.2. Hubungan Nefron dengan Ginjal dan Sistem Ekskresi	4
Gambar 1.3. Komponen-komponen nefron, termasuk glomerulus, kapsul Bowman, tubulus proksimal tubulus, Ansa Henle, dan tubulus distal	7
Gambar 1.4. Diagram " <i>cause and effect</i> " untuk analisa <i>Turn Around time</i> (TAT) Urinalisis	14
Gambar 1.5. Pungsi Spesimen Supra Pubik pada anak-anak	20
Gambar 1.6. Koleksi <i>mid-stream urine specimen</i> pada anak-anak	22
Gambar 1.7. Prosedur pemeriksaan urin metode dipstick urin test	25
Gambar 1.8. Interpretasi dispstick urin.	28
Gambar 1.9. AUTION ELEVEN™ AE-4022 semi otomatis	31
Gambar 1.10. AUWi, sistem urinalisis otomatis yang menggabungkan penganalisis Kimia Siemens Clinitek Atlas dan penganalisis partikel Sysmex Alat analisis partikel UF-1000i.	32
Gambar 1.11. Lembar Pencatatan Kualitas Kontrol Parameter Urinalisis.	34
Gambar 2.1. <i>Ultrasound Guided Suprapubic Aspiration</i>	42
Gambar 2.2. Langkah – Langkah Pengambilan Urin <i>Midstream</i> Oleh Pasien	43
Gambar 4.1. Urinometer	63
Gambar 4.2. Refraktometer	66
Gambar 4.3. <i>Dipstick Urin</i>	67
Gambar 5.1. Sentrifuge swing-out dan fixed-angle	71
Gambar 5.2. Normogram sentrifuge	72
Gambar 5.3. Pembacaan secara semi kuantitatif	73

Gambar 5.4. Variasi bentuk eritrosit pada urin.....	75
Gambar 5.5. Leukosit.....	75
Gambar 5.6. a. Epitel skuamosa, b. Epitel transisional, c. Epitel renal.....	77
Gambar 5.7. a. Silinder hyaline, b. Silinder eritrosit, c. Silinder leukosit, d. Silinder granular, e. Silinder lemak, f. Silinder lilin	79
Gambar 5.8. Mikroorganisme pada sedimen urin.....	80
Gambar 5.9. a. Kristal asam urat, b. kristal triple fosfat, c. kristal kalium oksalat monohidrat, d. kalsium oksalat dihidrat, e. kalsium fosfat, f. kalsium karbonat.....	83
Gambar 6.1. Hasil Pengamatan Sel Epitel melalui Pewarnaan Sternheimer-Malbin (Perbesaran 400x)	92
Gambar 6.2. Eritrosit	93
Gambar 6.3. Sel Leukosit.....	94
Gambar 6.4. Silinder Hialin	95
Gambar 6.5. Silinder Eritrosit.....	95
Gambar 6.6. Silinder Leukosit	96
Gambar 6.7. Silinder Lemak	96
Gambar 6.8. Silinder lilin	97
Gambar 6.9. Kristal asam urat.....	97
Gambar 6.10. Kristal Ca Oksala	98
Gambar 6.11. Kristal Triple Phospat	98
Gambar 6.12. Kristal Bilirubin	99
Gambar 9.1. Interpretasi warna uji Benedict	131
Gambar 11.1. Pemecahan lipid mengarah pada pembebasan asam lemak bebas dari jaringan adiposa.	157
Gambar 11.2. Selain kontribusinya dalam pembangkitan energi, badan keton juga dapat memberikan efek positif pada fungsi endotel, stres oksidatif, fungsi mitokondria, inflamasi, perbaikan jantung, serta efek sistemik ekstrakardial lainnya yang memengaruhi berat badan, tekanan darah, kadar glukosa, dan profil lipid	159

Gambar 11.1. Hasil Pemeriksaan Tes Rothera..... 165

Gambar 12.1. Pemeriksaan Kimia Urine 170

Gambar 12.2. Struktur Anatomi Ginjal 171

Gambar 12.3. Struktur Ginjal 171

Gambar 12.4. Strip Carik Celup..... 175

BAB 1

PENTINGNYA MELAKUKAN PEMERIKSAAN URIN

Oleh Riana Retno Widiastuty

1.1 Pendahuluan

Urin adalah cairan tubuh yang diproduksi oleh ginjal sebagai hasil dari proses penyaringan darah. Cairan ini mengandung sisa metabolisme tubuh, seperti urea, kreatinin, asam urat, elektrolit, serta produk sampingan lainnya yang tidak lagi dibutuhkan oleh tubuh. Selain komponen-komponen tersebut, urin juga mencerminkan keseimbangan cairan dan elektrolit dalam tubuh. Proses pembentukan urin melibatkan penyaringan darah oleh ginjal, reabsorpsi zat yang masih dibutuhkan tubuh, dan akhirnya sekresi zat yang harus dikeluarkan melalui saluran kemih.

Urinalisis merupakan salah satu pemeriksaan laboratorium tertua yang selama ribuan tahun yang lalu telah digunakan untuk memantau prognostik suatu penyakit dikenal sebagai pemeriksaan uroscopy. Referensi bagaimana jaman dulu mempelajari urin dapat ditemukan dalam gambar manusia gua dan hieroglif Mesir, seperti Papirus Bedah Edwin Smith. Gambar 1 memperlihatkan bagaimana para dokter zaman dahulu umumnya menunjukkan mereka sedang memeriksa labu berbentuk kandung kemih berisi air seni. Namun oleh karena keterbatasan pengetahuan saat itu hanya menganalisis urin berdasarkan warna, kekeruhan, bau dan rasa , bahkan para dokter terdahulu dapat secara langsung mencicipi urin hanya sekedar untuk membuktikan adanya kandungan gula di dalamnya. Atau menuangkan urin di atas tanah kemudian mengamati apakah ada serangga yang mendekat. Selain itu sejak lama pemeriksaan urin digunakan untuk memastikan adanya kandungan bilirubin dan darah pada dugaan penyakit hati dan ginjal (Strasinger and Marjorie Schaub Di Lorenzo, 2008; Brigden, 2015).



Gambar 1.1. Petunjuk Pemeriksaan Urin Jaman Dulu (*Courtesy of National Library of Medicine*)
(Sumber: Strasinger and Marjorie Schaub Di Lorenzo, 2008)

Dalam dunia medis pemeriksaan urin atau urinalisis memiliki peran yang sangat penting untuk diagnostik. Melalui analisis terhadap komposisi dan karakteristik urin, berbagai kondisi medis dapat dideteksi lebih awal, termasuk gangguan ginjal, infeksi saluran kemih, diabetes mellitus, serta kelainan metabolik lainnya. Meskipun sering dianggap sebagai pemeriksaan sederhana, urinalisis memberikan informasi yang sangat berharga mengenai status kesehatan tubuh secara keseluruhan (Strasinger and Marjorie Schaub Di Lorenzo, 2008).

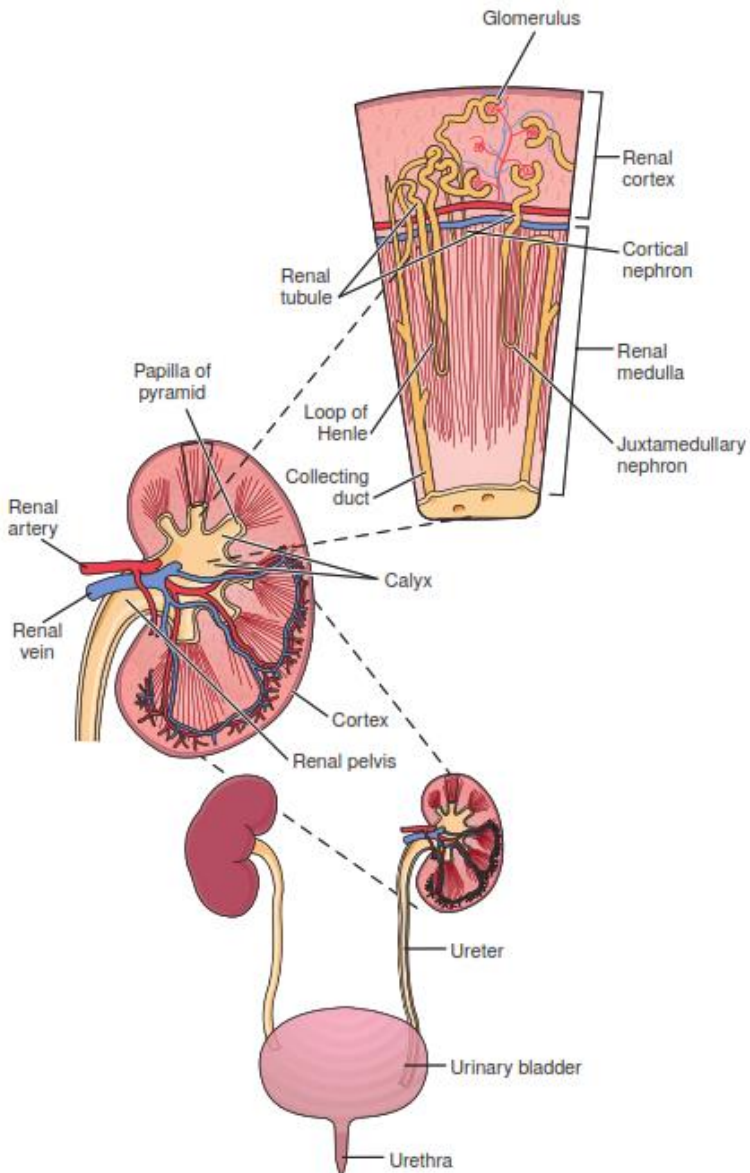
Pemeriksaan urin tidak hanya berguna untuk diagnosis penyakit, tetapi juga untuk memantau perkembangan kondisi

kesehatan pasien, mengevaluasi respons terhadap pengobatan, dan mendeteksi penyakit tertentu pada tahap awal. Oleh karena itu, urinalisis merupakan alat yang tak ternilai dalam praktik klinis untuk memberikan diagnosis yang tepat dan mendukung pengelolaan pasien secara efektif. Dengan urinalisis dapat memberikan informasi penting untuk membantu diagnosis diabetes atau kerusakan ginjal, atau mendeteksi potensi infeksi saluran kemih. Urinalisis adalah prosedur yang relatif murah dan tidak invasif. Prosedur yang tidak memerlukan persetujuan dilakukan di laboratorium oleh asisten medis. (Lieseke and Zeibig, 2012)

Bab ini akan membahas lebih lanjut mengenai pentingnya pemeriksaan urin dalam diagnosis medis, jenis-jenis pemeriksaan urin yang umum dilakukan, serta bagaimana hasil pemeriksaan ini dapat membantu dalam pencegahan dan pengelolaan penyakit. Dengan pemahaman yang mendalam tentang urinalisis, para profesional medis dapat lebih baik dalam memberikan pelayanan kesehatan yang optimal kepada pasien.

1.2 Anatomi dan Fisiologi Sistem Perkemihan

Sistem perkemihan merupakan salah satu sistem vital dalam tubuh manusia yang berperan dalam membuang zat-zat sisa metabolisme dan menjaga keseimbangan cairan serta elektrolit. Organ utama yang bertanggung jawab dalam sistem ini adalah ginjal, yang bekerja tanpa henti untuk menyaring darah dan membuang limbah dalam bentuk urin. Urin yang dihasilkan bukan hanya sekadar cairan sisa, tetapi juga merupakan indikator penting kondisi kesehatan seseorang.



Gambar 1.2. Hubungan Nefron dengan Ginjal dan Sistem Ekskresi
(Sumber: (Strasinger and Marjorie Schaub Di Lorenzo, 2008))

1.2.1 Anatomi Sistem Perkemihan

Sistem perkemihan terdiri dari beberapa organ yang bekerja secara sinergis: (Strasinger and Marjorie Schaub Di Lorenzo, 2008; Brunzel, 2023)

1. Ginjal – Tubuh manusia memiliki sepasang ginjal kiri dan kanan. Organ ini berbentuk seperti kacang yang terletak di kedua sisi tulang belakang, tepat di bawah tulang rusuk. Ginjal memiliki fungsi utama sebagai penyaring darah, membuang zat-zat sisa seperti urea, kreatinin, serta racun, dan mengatur kadar elektrolit serta keseimbangan cairan tubuh. Masing-masing ginjal memiliki 1-1.5 juta sel nefron. Nefron adalah unit fungsional terkecil dari ginjal yang memiliki peranan besar dalam proses utama pembentukan urin melalui beberapa tahapan mulai dari filtrasi, reabsorpsi, sekresi, augmentasi hingga ekskresi. Sebagian besar nefron menempati bagian kortikal, yang terletak di lapisan korteks luar ginjal. Semua nefron berfungsi untuk menyaring darah dan menghasilkan urin, tetapi nefron kortikal bertanggung jawab terutama untuk pembuangan produk limbah dan reabsorpsi nutrisi. Nefron juxtamedullary lebih panjang, dan meluas jauh ke dalam medula. Nefron ini berspesialisasi dalam konsentrasi dari urin.
2. Ureter – Dua saluran tipis flexible yang menghubungkan ginjal ke kandung kemih. Urin yang terbentuk mengalir dari setiap ginjal melalui ureter oleh gelombang peristaltik yang diciptakan oleh dinding ureter yang berotot. Setiap ureter kira-kira berukuran 12 inci, yang memungkinkan panjang yang cukup bagi mereka untuk melewati rongga perut sebelum memasuki kandung kemih.
3. Kandung Kemih – Organ berbentuk kantung yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara urin sebelum dikeluarkan dari tubuh. Lapisan dalam kandung kemih yang kosong membentuk rugae, yang merupakan lipatan yang memungkinkan kandung kemih untuk mengembang ketika diisi dengan air seni. Biasanya, orang dewasa kandung kemih dapat menampung sekitar 500 mL urin, tetapi keinginan untuk buang air kecil dapat dirasakan ketika

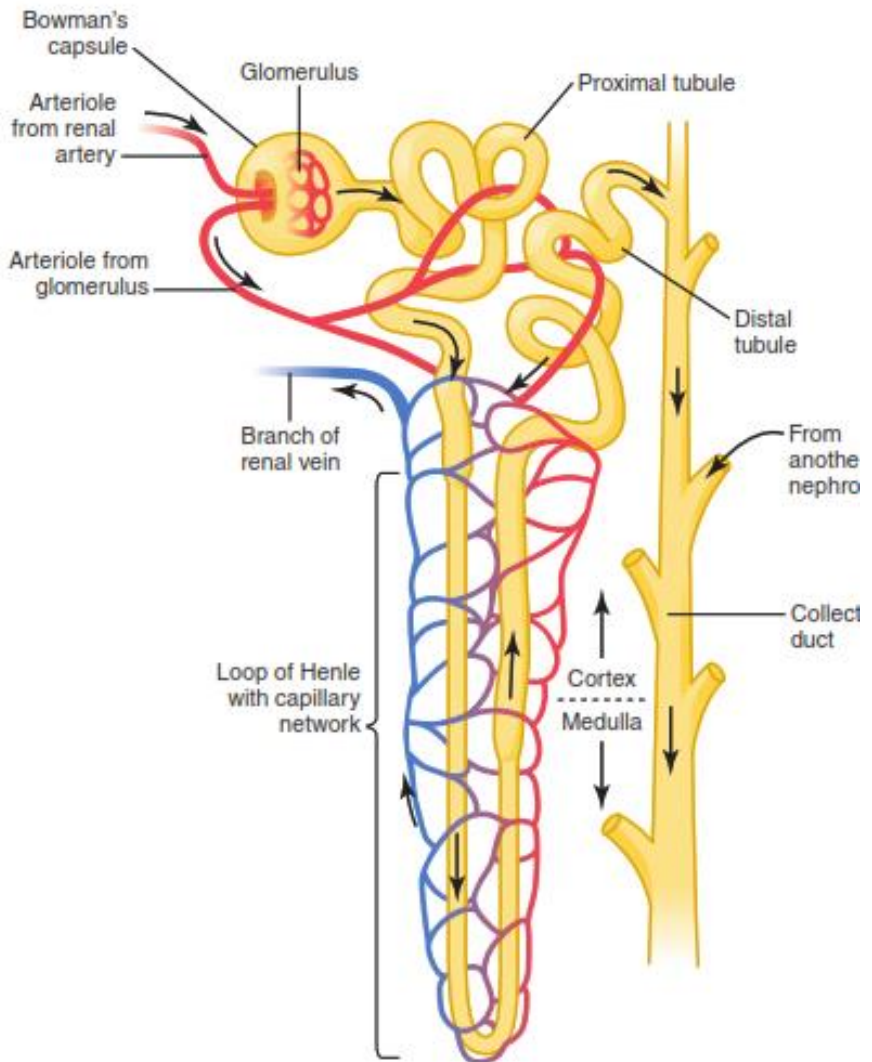
kandung kemih berisi sekitar 150 mL urin. Keluarnya air seni dari kandung kemih (berkemih) melibatkan interaksi pusat refleks berkemih di daerah sakral sumsum tulang belakang dan otot-otot volunter yang mengelilingi uretra.

4. Uretra – Saluran terakhir dalam sistem perkemihan yang berfungsi mengeluarkan urin dari kandung kemih ke luar tubuh. Uretra pria memiliki panjang sekitar 21 cm, sedangkan uretra wanita rata-rata hanya 4 cm. Pada pria, uretra juga berperan dalam sistem reproduksi, sedangkan pada wanita, uretra hanya berfungsi untuk ekskresi urin.

1.2.2 Proses Produksi dan Pengeluaran Urin

Sistem perkemihan bekerja dalam beberapa tahap:

1. Filtrasi – Proses penyaringan darah terjadi di glomerulus, bagian dari ginjal yang memisahkan zat-zat sisa dan cairan berlebih dari darah untuk membentuk urin primer membenuk filtrat glomerulus. Kemudian filtrat glomerulus dikumpulkan di dalam kapsul Bowman yang mengelilingi glomerulus
2. Reabsorpsi – Setelah filtrasi, zat-zat penting seperti air, glukosa, dan elektrolit diserap kembali ke dalam darah di tubulus ginjal (tubulus proksimal, Ansa Henle, dan tubulus distal) agar tubuh tidak kehilangan nutrisi yang masih dibutuhkan.
3. Sekresi – Zat-zat sisa yang tidak diperlukan akan dibuang ke dalam tubulus ginjal (tubulus collectivus) untuk membentuk urin yang akan dikeluarkan dari tubuh. Ductus collectivus ini berada dalam calyces pelvis ginjal
4. Ekskresi – selanjutnya urin yang telah terbentuk menuju hillum dialirkan melalui ureter menuju kandung kemih, kemudian dikeluarkan melalui uretra saat berkemih (Strasinger and Marjorie Schaub Di Lorenzo, 2008; Brigden, 2015)



Gambar 1.3. Komponen-komponen nefron, termasuk glomerulus, kapsul Bowman, tubulus proksimal tubulus, Ansa Henle, dan tubulus distal

(Sumber: Strasinger and Marjorie Schaub Di Lorenzo, 2008)

1.2.3 Komposisi Urin

Urin adalah cairan yang dihasilkan oleh ginjal melalui proses filtrasi darah untuk membuang zat-zat sisa metabolisme dan

menjaga keseimbangan elektrolit dalam tubuh. Setiap hari ginjal melakukan ultrafiltrasi 170.000 ml plasma menjadi 1200 ml urin. Dalam waktu 24 jam, tubuh manusia normal menghasilkan sekitar 800–2000 ml urin. Secara umum, urin terdiri dari 95% air dan 5% zat terlarut, yang terdiri dari berbagai senyawa organik dan anorganik. Berikut adalah komposisi utama urin dalam 24 jam: (Lieseke and Zeibig, 2012; Strasinger *et al.*, 2014).

Tabel 1.1. Komposisi Normal Urin dalam 24 jam

Komponen	Jumlah	Keterangan
Air	95% dari total urins	Sebagai pelarut utama zat-zat sisa
Urea	15- 30 g/hari	Produk akhir metabolisme. 60% - 90% adalah nitrogen, merupakan pemecahan dari asam amino menjadi ammonia
Kreatinin	1-2 g/hari	Hasil metabolisme kreatin dari otot. Hasil pemecahan creatin, yaitu substansi nitrogen dalam otot
Asam urat	0.5 – 1 g/hari	Hasil pemecahan purin dalam otot dan merupakan komponen umum batu ginjal. Hasil katabolisme asam nukleat dalam makanan dan pemecahan sel
Amonia (NH ₃)	0.3 – 1 g/hari	Berperan dalam pengaturan keseimbangan asam basa. Hasil pemecahan metabolisme protein dan glutamin dalam ginjal
Sodium (Na ⁺)	40 – 220 mEq/hari	Elektrolit penting untuk keseimbangan cairan. Serupa dengan garam, bervariasi tergantung intake
Kalium (K ⁺)/ potassium	25–125 mEq/hari	Bersamaan dengan chlorida, sulfat dan garam fosfat. Berperan dalam fungsi saraf dan otot
Klorida (Cl ⁻)	110–250	Ion utama dalam keseimbangan

Komponen	Jumlah	Keterangan
	mEq/hari	elektrolit
Calcium (Ca^{2+})	100 - 300	Penting untuk kesehatan tulang dan otot. Bersama dengan Chlorida, sulfat dan garam fosfat
Fosfat (PO_4^{3-})	0.6 - 2 g/hari	Berperan dalam metabolisme energi
Sulfat (SO_4^{2-})	2.5 g/hari	Berasal dari pemecahan asam amino
Magnesium (Mg^{2+})	50–150 mg/hari	Berperan dalam fungsi enzim. Bersama dengan Chlorida, sulfat dan garam fosfat
Protein	<150 mg/hari	Jumlah normal sangat kecil, jika tinggi bisa menandakan gangguan ginjal
Glukosa	<0.1 g/hari	Normalnya tidak terdeteksi, jika ada bisa mengindikasikan diabetes

(Sumber: Strasinger and Marjorie Schaub Di Lorenzo, 2008)

Faktor yang Mempengaruhi Komposisi Urin

Komposisi urin dapat berubah tergantung pada beberapa faktor, di antaranya: (Kouri *et al.*, 2023)

1. Asupan makanan dan cairan
Konsumsi protein tinggi meningkatkan kadar urea, sedangkan konsumsi tinggi garam meningkatkan ekskresi natrium.
2. Kondisi kesehatan
Penyakit ginjal, diabetes, dan gangguan metabolisme dapat mengubah kadar zat tertentu dalam urin.
3. Aktivitas fisik
Olahraga intens dapat meningkatkan kadar kreatinin dan asam urat dalam urin.
4. Obat-obatan – Beberapa obat dapat meningkatkan ekskresi elektrolit atau zat tertentu seperti glukosa dan protein.

1.3 Spesimen Handling

Menurut *the National Committee for Clinical Laboratory Standards* (NCCLS) urinalisis rutin adalah serangkaian pengujian dengan bahan urin untuk mendeteksi metabolit yang terkandung didalamnya dengan cara cepat, handal dan hemat biaya melalui prosedur standar yang telah ditetapkan oleh laboratorium medis. Pemeriksaan urin ini meliputi pemeriksaan visual dan fisik, kimiawi serta mikroskopis (Brigden, 2015).

Pemeriksaan urinalisis tentu saja memiliki tujuan diantaranya adalah: (Brigden, 2015; Kouri *et al.*, 2000)

1. Membantu dalam menegakkan diagnosis suatu penyakit tertentu.
2. Membantu dalam memantau perjalanan penyakit
3. Memantau efektivitas sekaligus efek samping suatu terapi
4. Sebagai skrining populasi untuk penyakit bawaan, penyakit keturunan/ hereditas maupun penyakit tanpa gejala (asimtomatik)
5. Memantau ada tidaknya komplikasi dari penyakit tertentu

1.3.1 Sarana dan Prasarana

Ruangan yang diperlukan untuk pemeriksaan urin haruslah bersih dengan penerangan dan memiliki ventilasi yang baik. Minimal terdapat satu wastafel dengan air yang mengalir lancar untuk memberikan akses yang mudah dalam pembuangan limbah urin dan pencucian kontainer yang masih bisa dipergunakan. Pastikan bahwa limbah urin dibuang kedalam saluran yang terhubung dengan instalasi pembuangan air limbah (IPAL) karena limbah urin adalah limbah infeksius (B3). Terdapat area pemusungan atau sentrifugasi yang ditempatkan terpisah dari pencucian namun masih tetap mudah dijangkau. Demikian juga tempat penyimpanan tabung maupun reagen yang sebaiknya lebih dekat lokasinya di area pemusungan dan ruang pembacaan mikroskop yang terpisah (Brigden, 2015)

Centrifuge adalah alat yang memutar sampel pada kecepatan tinggi untuk memisahkan komponen berdasarkan massa jenisnya. Spesimen urin yang ditampung dalam kontainer khusus kemudian dituang ke tabung reaksi dan selanjutnya dimasukkan kedalam rak

centrifuge. Penataan tabung reaksi yang berisi spesimen urin harus di tempatkan seimbang dengan tabung reaksi yang kosong atau berisi cairan yang ditempatkan pada sisi lain namun berhadapan dengan tabung reaksi yang telah berisi spesimen urin. Pemusingan dilakukan dengan kecepatan 400 – 450 RCF (*relative centrifugal force*) selama 5 menit. Ukuran kecepatan pemusingan dapat dikoreksi menyesuaikan jari-jari rotor *centrifuge*. Rumus pengukuran kecepatan *centrifugasi* adalah : (Saikia, 1995; Lieseke and Zeibig, 2012).

$$\text{RCF} = (1.119 \times 10^{-5}) \times (\text{rpm})^2 \times \text{radius (cm)}$$

Prinsip kerja *centrifuge* adalah menggunakan motor listrik untuk memutar cairan dan menempatkan wadah atau objek dalam rotasi sekitar sumbunya. Dengan teknik melawan gaya tarik bumi (gravitasi) dan kekuatan *sentrifugal* sehingga partikel dengan berat paling besar akan terlempar terlebih dahulu. Pada sampel urin yang *dicentrifuge* maka akan terjadi pemisahan antara pelarut dalam hal ini air dan metabolitnya yang terkandung dalam urin dengan zat terlarut yaitu sedimen dengan berat jenis yang lebih besar. Hasil dari pemusingan zat terlarut (natan), selanjutnya akan di analisis secara mikroskopis (Saikia, 1995; Lieseke and Zeibig, 2012).

1.3.2 Koleksi Spesimen

Sangatlah penting untuk mematuhi pengumpulan yang tepat untuk spesimen urinalisis. Idealnya, urinalisis dilakukan pada spesimen urin tengah aliran yang bersih (*the clean-catch midstream Method*) dan jika prosedur untuk pengumpulan ini tidak diikuti dengan hati-hati, hasil yang salah dapat dilaporkan ke dokter. Pembersihan yang tidak memadai sebelum pengumpulan akan memasukkan kontaminan ke dalam spesimen yang dapat mengubah hasil. Pemeriksaan urin harus segera diperiksa dalam 2 jam setelah dikoleksi, untuk menghindari hasil laborat yang tidak akurat. Jika terjadi penundaan pemeriksaan maka harus disimpan dalam suhu 2°C-8°C ($\pm 4^\circ\text{C}$) dan segera diperiksa dalam 24 jam. Akibat penundaan akan terbentuk amorf urat yang beresiko mempengaruhi interpretasi dan memungkinkan proliferasi bakteri

dalam sample urin sehingga bisa menyebabkan beberapa parameter pemeriksaan urinalisis false tinggi / positif seperti jumlah bakteri dan selanjutnya bisa terdeteksinya nitrit dalam spesimen. Beberapa metode pengambilan sampel urin adalah urin pagi hari adalah spesimen yang sangat disarankan sebagai sampel pemeriksaan urinalisis. Volume urin yang dibutuhkan untuk pemeriksaan ini minimal adalah 12 ml dengan volume terbaik adalah 50 ml, untuk kultur mikrobiologi sejumlah 1-3 ml (Lieseke and Zeibig, 2012 ; Brunzel, 2023).

Prosedur pengumpulan spesimen urin rekomendasi *the National Committee for Clinical Laboratory Standards* (NCCLS) (Strasinger and Marjorie Schaub Di Lorenzo, 2008; Brigden, 2015).

1. Kontainer urin harus di label sesuai identitas pasien : Nama, no Rekam Medis, tempat, waktu pengambilan spesimen (Label harus berada di samping bukan di tutupnya dan harus melekat pada wadah meskipun spesimennya didinginkan.)
2. Menggunakan kontainer yang bersih dan tidak terkontaminasi misalkan oleh deterjen
3. Jika spesimen urin ditujukan untuk pemeriksaan kultur maka menggunakan kontainer steril
4. Volume spesimen urin yang ditampung cukup ± 50 ml
5. Kontainer urin harus bermulut lebar ± 4 cm untuk menghindari kontaminasi dengan penutup anti bocor dan mudah dibuka serta memiliki dasar yang lebar untuk mencegah tumpahan yang tidak disengaja
6. Khusus untuk pasien bayi dapat menggunakan kontainer yang lebih kecil
7. Tidak disarankan menggunakan ulang kontainer urin yang pernah terpakai sebelumnya

1.3.3 Penolakan spesimen

Dalam proses analisis laboratorium, kualitas sampel urin sangat menentukan keakuratan hasil pemeriksaan. Oleh karena itu, terdapat beberapa kriteria yang digunakan untuk menolak sampel urin yang tidak memenuhi standar (Kouri *et al.*, 2000; Strasinger *et al.*, 2014)

Volume Tidak Mencukupi

Sampel urin harus memenuhi volume minimum yang disyaratkan untuk analisis. Jika jumlahnya terlalu sedikit <2.5 ml, maka pemeriksaan tidak dapat dilakukan dengan optimal. Namun pada pasien bayi atau anak dengan volume urin yang sedikit maka sampel urin tetap bisa diterima.

Kontaminasi atau Kebocoran Wadah

Sampel yang dikumpulkan dalam wadah yang bocor, terkontaminasi dengan zat asing (misalnya tisu, kertas, atau benda lain), atau wadah yang tidak tertutup rapat akan ditolak untuk menghindari hasil yang tidak akurat.

Identitas Tidak Jelas atau Tidak Sesuai

Setiap sampel harus memiliki label identitas yang lengkap dan sesuai dengan data pasien. Sampel tanpa label, dengan label yang rusak, atau tidak sesuai dengan formulir permintaan akan ditolak.

Waktu Penyimpanan dan Transportasi Tidak Sesuai

Sampel urin harus disimpan dan dikirim dalam waktu yang sesuai dengan prosedur standar. Sampel yang terlalu lama dibiarkan > 2 jam pada suhu ruangan atau tidak dikirim dalam kondisi yang disarankan dapat menyebabkan perubahan komposisi urin.

Adanya Bahan Pengawet yang Tidak Sesuai atau Tidak Digunakan dengan Benar

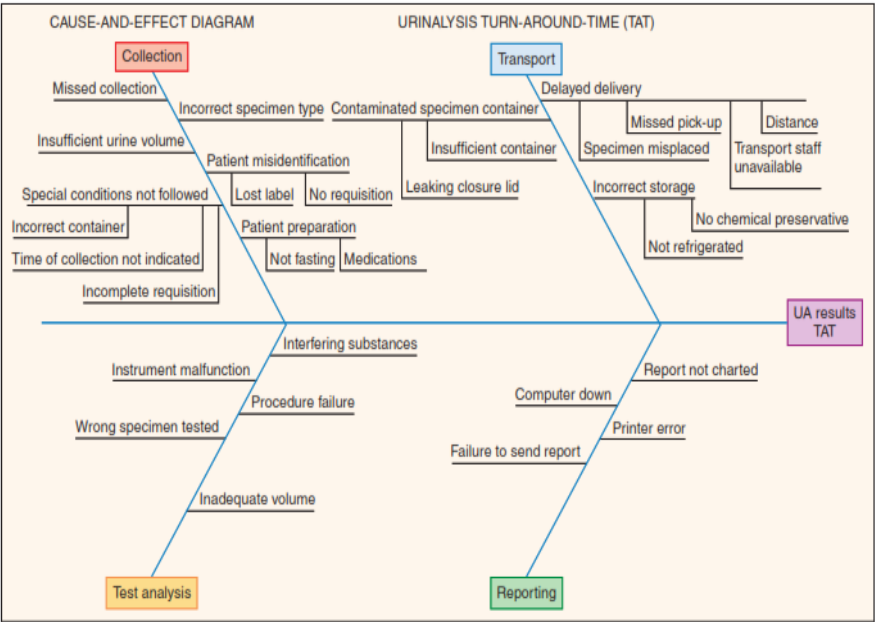
Beberapa pemeriksaan urin memerlukan bahan pengawet khusus. Jika pengawet yang digunakan tidak sesuai atau tidak ada saat seharusnya digunakan, maka sampel dapat ditolak.

Sampel Mengandung Zat yang Tidak Normal

Jika ditemukan adanya pencemaran dengan darah menstruasi, feses, atau zat lain yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan, sampel dapat ditolak.

Dengan adanya kriteria ini, laboratorium dapat memastikan bahwa setiap sampel yang dianalisis memiliki kualitas yang baik dan

dapat menghasilkan data yang akurat untuk diagnosis serta evaluasi kondisi pasien.



Gambar 1.4. Diagram "cause and effect" untuk analisa Turn Around time (TAT) Urinalisis
(Sumber : Strasinger and Lorenzo, 2021)

Beberapa faktor dalam proses pemeriksaan urin baik yang bisa dikendalikan maupun yang tidak, tentu saja akan mempengaruhi waktu tunggu hasil (*Turn Around Time- TAT*) laboratorium. Oleh karena itu penting sekali dalam menerapkan prosedur penerimaan spesimen urin agar hasil yang dianalisis dan dikeluarkan valid dan akurat dan tentu saja penyelesaian pemeriksaan urinalisis akan dapat dilaksanakan sesuai prosedur yang standar.

1.3.4 Faktor Pengganggu dan Mempengaruhi Hasil Pemeriksaan Urin

Berbagai faktor yang dapat mengganggu dan mempengaruhi hasil pemeriksaan urin. Faktor-faktor ini dapat berasal dari kondisi pasien, teknik pengambilan sampel, hingga faktor eksternal lainnya (Kouri *et al.*, 2000 ; Kouri *et al.*, 2023)

1. Faktor Pengganggu dalam Pemeriksaan Urin

- a. Kontaminasi sampel
Kontaminasi dapat terjadi jika urin bercampur dengan zat lain, seperti darah menstruasi, cairan vagina, atau sekresi uretra. Hal ini dapat menyebabkan hasil yang tidak akurat.
- b. Penggunaan obat-obatan
Beberapa obat seperti antibiotik, vitamin, atau suplemen tertentu dapat mengubah warna, pH, dan komponen kimia urin, sehingga mempengaruhi hasil pemeriksaan.
- c. Asupan makanan dan minuman
Konsumsi makanan tertentu, seperti bit, asparagus, atau makanan yang mengandung pewarna, dapat mempengaruhi warna dan bau urin. Begitu juga dengan asupan cairan yang dapat mempengaruhi konsentrasi urin.
- d. Waktu pengambilan sampel
Urin yang diambil pada waktu yang berbeda dalam sehari dapat menunjukkan hasil yang bervariasi. Urin pagi pertama umumnya lebih pekat dan lebih representatif untuk analisis tertentu dibandingkan urin yang diambil pada siang atau sore hari.
- e. Teknik penyimpanan dan transportasi sampel
Sampel urin yang tidak segera diperiksa atau tidak disimpan dengan benar dapat mengalami perubahan komposisi akibat pertumbuhan bakteri atau penguapan zat tertentu.

2. Faktor yang Mempengaruhi Hasil Pemeriksaan Urin

- a. Hidrasi dan dehidrasi
Kadar hidrasi tubuh sangat mempengaruhi konsentrasi urin. Dehidrasi dapat menyebabkan urin menjadi lebih

pekat, sementara hidrasi berlebih dapat membuat urin lebih encer dan mempengaruhi hasil pemeriksaan.

b. Kondisi medis pasien

Penyakit seperti diabetes, infeksi saluran kemih, atau gangguan ginjal dapat menyebabkan perubahan signifikan dalam komposisi urin, baik dari segi pH, kadar protein, glukosa, maupun keberadaan sel darah.

c. Aktivitas fisik

Aktivitas fisik yang berat sebelum pengambilan sampel urin dapat menyebabkan perubahan dalam kadar protein dan elemen lainnya dalam urin.

d. Kehamilan

Pada wanita hamil, perubahan hormonal dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan urin, seperti peningkatan kadar protein atau glukosa dalam urin.

e. Infeksi dan peradangan

Infeksi atau peradangan pada saluran kemih dapat menyebabkan munculnya bakteri, leukosit, atau eritrosit dalam urin yang dapat mengubah hasil analisis laboratorium.

Untuk memastikan hasil pemeriksaan urin yang akurat, penting bagi pasien untuk mengikuti prosedur pengambilan sampel yang benar dan menghindari faktor-faktor yang dapat mengganggu. Tenaga medis juga perlu mempertimbangkan faktor-faktor ini dalam menafsirkan hasil pemeriksaan urin guna mendapatkan diagnosis yang tepat.

1.3.5 Jenis spesimen urin

Terdapat beberapa jenis spesimen urin yang dikumpulkan berdasarkan metode dan tujuan pemeriksaan (Kouri *et al.*, 2023; (Strasinger and Lorenzo, 2021)

1. Urin Sewaktu (*Random Urine Sample*)

Urin sewaktu adalah spesimen yang diambil kapan saja tanpa persiapan khusus.

Kegunaan:

- a. Pemeriksaan rutin urin (urinalisis) untuk mendeteksi infeksi, gangguan metabolik, atau penyakit ginjal.
- b. Skrining awal untuk deteksi narkoba atau zat beracun dalam tubuh.

Keuntungan: mudah dikumpulkan dan tidak memerlukan persiapan khusus.

Kelemahan: konsentrasi zat dalam urin dapat bervariasi tergantung pada asupan cairan dan waktu pengambilan.

3. Urin Pagi Pertama (*First Morning Urine*)

Urin yang dikumpulkan segera setelah bangun tidur, biasanya memiliki konsentrasi tertinggi.

Kegunaan:

- a. Tes kehamilan karena mengandung kadar hCG (*human chorionic gonadotropin*) yang lebih tinggi.
- b. Pemeriksaan proteinuria (protein dalam urin) untuk mendeteksi gangguan ginjal.
- c. Analisis sel sedimen urin karena lebih pekat dibandingkan urin sewaktu.

Keuntungan: memberikan hasil yang lebih akurat karena tidak terpengaruh oleh asupan cairan sebelum pengambilan.

Kelemahan: pasien harus diinstruksikan untuk mengumpulkan urin pada waktu yang tepat.

4. Urin Midstream (*Clean-Catch Urine Sample*)

Spesimen urin yang dikumpulkan dari aliran tengah saat buang air kecil, setelah bagian awal urin dikeluarkan.

Kegunaan:

- a. Tes infeksi saluran kemih (ISK) untuk mendeteksi bakteri atau leukosit dalam urin.
- b. Kultur urin untuk mengidentifikasi mikroorganisme penyebab infeksi.

Keuntungan: mengurangi risiko kontaminasi dari bakteri yang ada di area genital atau uretra bagian luar.

Kelemahan: membutuhkan teknik yang benar agar tidak terkontaminasi.

5. Urin 24 Jam (24-Hour Urine Collection)

Spesimen urin yang dikumpulkan selama 24 jam untuk analisis zat tertentu yang mungkin tidak terdeteksi dalam satu kali pengambilan.

Kegunaan:

- a. Evaluasi fungsi ginjal dengan mengukur kreatinin clearance.
- b. Pemeriksaan kadar protein, natrium, kalium, dan kalsium dalam urin.
- c. Deteksi gangguan metabolik seperti diabetes atau gangguan hormonal.

Keuntungan: memberikan gambaran yang lebih akurat tentang ekskresi zat dalam urin dalam satu hari penuh.

Kelemahan: membutuhkan kepatuhan pasien dalam mengumpulkan urin dengan benar selama 24 jam.

6. Urin Pasca-Prandial (Postprandial Urine Sample)

Urin yang dikumpulkan setelah makan, biasanya 2 jam setelah konsumsi makanan utama.

Kegunaan: tes diabetes melitus dengan mengukur kadar glukosa dalam urin setelah makan.

Keuntungan: membantu menilai bagaimana tubuh memproses gula setelah konsumsi makanan.

Kelemahan: tidak selalu akurat jika pasien tidak mengikuti aturan diet sebelum pengambilan spesimen.

7. Urin Kateterisasi (Catheterized Urine Sample)

Spesimen urin yang dikumpulkan melalui kateter langsung dari kandung kemih.

Kegunaan:

- a. Pemeriksaan infeksi saluran kemih pada pasien yang tidak bisa buang air kecil secara normal.
- b. Evaluasi kondisi pasien dengan retensi urin atau obstruksi saluran kemih.

Keuntungan: spesimen steril dengan risiko kontaminasi minimal.

Kelemahan: memerlukan prosedur medis invasif yang berisiko menyebabkan infeksi jika tidak dilakukan dengan benar.

8. Urin Supra-Publik (*Suprapubic Aspiration Urine Sample*)

Urin yang diperoleh dengan aspirasi langsung dari kandung kemih menggunakan jarum dan alat suntik melalui dinding perut.

Kegunaan:

- a. Kultur urin pada bayi atau pasien dengan obstruksi saluran kemih.
- b. Diagnosis infeksi saluran kemih yang memerlukan spesimen urin steril.

Keuntungan: memastikan urin steril tanpa risiko kontaminasi.

Kelemahan: memerlukan prosedur medis invasif yang hanya dilakukan dalam kondisi tertentu.

9. Spesimen Prostatitis

Spesimen prostatitis dikumpulkan untuk mendeteksi infeksi prostat (prostatitis) dan membedakan antara prostatitis bakteri akut, prostatitis bakteri kronis, serta sindrom nyeri panggul kronis. Pemeriksaan ini melibatkan pengambilan beberapa sampel urin dan sekresi prostat setelah pemijatan prostat.

Metode Pengambilan (Tes Urin Tiga Gelas – *Three Glass Test*):

Metode ini dikembangkan untuk membantu diagnosis prostatitis dengan mengumpulkan tiga spesimen urin secara berurutan:

- a. Urin pertama (VB1 - *Voided Bladder 1*):
Merupakan urin awal yang dikumpulkan sebelum buang air kecil selesai. Digunakan untuk menilai adanya infeksi pada uretra.
- b. Urin kedua (VB2 - *Voided Bladder 2*):
Merupakan urin pertengahan yang diambil setelah urin pertama dibuang. Berfungsi untuk menilai kandung kemih sebagai sumber infeksi.
- c. Sekresi Prostat & Urin Ketiga (EPS & VB3 - *Expressed Prostatic Secretion & Voided Bladder 3*):
Setelah pasien buang air kecil, dokter akan melakukan pemijatan prostat untuk mengekstraksi cairan prostat

(EPS). EPS dikumpulkan dalam wadah steril dan dianalisis untuk mendeteksi leukosit dan bakteri. Setelah pemijatan, pasien diminta buang air kecil lagi dan urin ketiga (VB3) dikumpulkan untuk melihat apakah terdapat bakteri yang terbilas dari prostat.

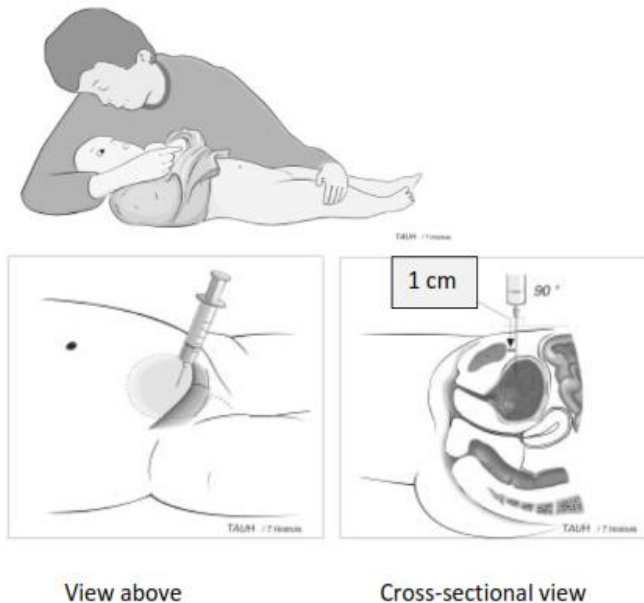
Kegunaan Spesimen Prostatitis:

- Mendiagnosis prostatitis bakteri akut dan kronis.
- Membedakan antara infeksi uretra, kandung kemih, dan prostat.
- Mengidentifikasi patogen penyebab infeksi prostat, seperti *Escherichia coli* dan bakteri lainnya.

Keuntungan : memberikan informasi spesifik mengenai sumber infeksi.

Kelemahan:

- Memerlukan keterampilan dokter dalam pemijatan prostat.
- Tidak nyaman bagi pasien, terutama yang mengalami nyeri prostat.



Gambar 1.5. Pungsi Spesimen Supra Pubik pada anak-anak
(Sumber ; Kouri *et al.*, 2023)

10. Spesimen pediatrik

Spesimen pediatrik adalah sampel urin yang dikumpulkan dari bayi dan anak-anak untuk keperluan diagnosis infeksi saluran kemih (ISK), gangguan metabolik, atau kondisi medis lainnya. Karena anak-anak, terutama bayi, sulit mengontrol buang air kecil, metode pengumpulan urin harus dilakukan dengan cara yang aman dan mengurangi risiko kontaminasi.

Metode Pengambilan Spesimen Pediatrik:

- a. Metode Koleksi dengan Kantong Urin (*Urine Collection Bag - UCB*):

- 1) Kantong steril dengan perekat ditempelkan pada area genital bayi.
- 2) Setelah bayi buang air kecil, kantong segera dilepas dan dipindahkan ke wadah steril.

Kelebihan: non-invasif dan mudah dilakukan.

Kekurangan: risiko tinggi kontaminasi dari kulit dan flora normal sekitar genital.

- b. *Midstream Clean-Catch Urine*:

Jika anak sudah cukup besar untuk mengikuti instruksi, mereka dapat diminta buang air kecil langsung ke wadah steril.

Kelebihan: mengurangi risiko kontaminasi dibandingkan metode kantong urin.

Kekurangan: membutuhkan kerja sama anak, sehingga sulit untuk bayi atau anak kecil.

- c. Kateterisasi Urin (*Catheterized Urine Sample*):

Urin dikumpulkan dengan memasukkan kateter steril ke dalam uretra menuju kandung kemih.

Kelebihan: menghasilkan spesimen steril dengan tingkat kontaminasi yang lebih rendah.

Kekurangan: metode invasif, dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan risiko iritasi uretra.

- d. *Suprapubic Aspiration*:

Urin diperoleh langsung dari kandung kemih dengan menggunakan jarum dan alat suntik melalui dinding perut.

Kelebihan: spesimen steril tanpa risiko kontaminasi.

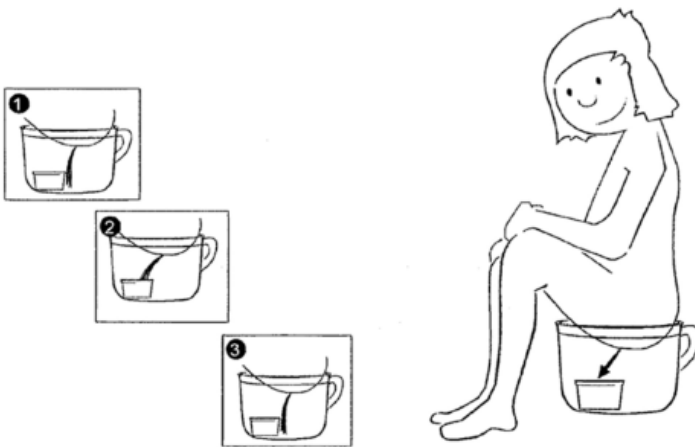
Kekurangan: memerlukan prosedur medis khusus dan hanya dilakukan dalam kondisi tertentu.

Kegunaan Spesimen Pediatrik:

- a. Mendiagnosis infeksi saluran kemih (ISK) pada bayi dan anak-anak.
- b. Skrining untuk gangguan metabolik atau penyakit ginjal bawaan.
- c. Pemantauan pasien pediatrik dengan penyakit kronis yang mempengaruhi ginjal.

Keuntungan & Kelemahan:

- a. Beberapa metode non-invasif, nyaman untuk anak.
- b. Risiko kontaminasi tinggi pada metode kantong urin.
- c. Beberapa metode invasif dapat menyebabkan ketidaknyamanan bagi anak.



Gambar 1.6. Koleksi *mid-stream urine specimen* pada anak-anak.
(Sumber : Kouri *et al.*, 2023)

1.4 Metode Pemeriksaan Urin

Pemeriksaan urin merupakan salah satu metode diagnostik yang penting dalam dunia medis untuk menilai kondisi kesehatan seseorang. Analisis urin dapat memberikan informasi mengenai fungsi ginjal, keseimbangan tubuh, hingga tanda-tanda infeksi atau penyakit metabolik. Secara umum, terdapat beberapa metode pemeriksaan urin yang secara rutin digunakan di laboratorium,

yaitu sebagai berikut: (Kouri *et al.*, 2023; Strasinger and Lorenzo, 2021)

1. Pemeriksaan Makroskopis

Pada tahap awal, urin diperiksa secara visual untuk menilai warna, kejernihan, dan adanya endapan atau perubahan yang mencolok. Warna urin dapat memberikan petunjuk awal mengenai kondisi kesehatan, seperti urin yang berwarna gelap dapat mengindikasikan dehidrasi atau gangguan hati, sedangkan urin berbusa dapat menandakan adanya protein dalam jumlah berlebihan.

2. Pemeriksaan Kimiawi

Metode ini dilakukan menggunakan strip uji (dipstick test) yang mengandung beberapa reagen kimia. Strip tersebut dicelupkan ke dalam sampel urin, lalu perubahan warna pada setiap indikator dianalisis untuk mendeteksi adanya zat tertentu, seperti:

- a. Protein (indikasi gangguan ginjal)
- b. Glukosa (indikasi diabetes)
- c. Keton (indikasi metabolisme lemak yang abnormal)
- d. Darah (indikasi infeksi atau cedera)
- e. pH dan Berat Jenis (indikasi keseimbangan asam-basa dan fungsi ginjal)

3. Pemeriksaan Mikroskopis/ Sedimen Urin

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. Keberadaan silinder tertentu dapat menjadi indikasi penyakit ginjal, sedangkan kristal dapat menunjukkan risiko pembentukan batu ginjal.

4. Pemeriksaan Mikrobiologi

Jika dicurigai adanya infeksi saluran kemih, maka dilakukan kultur urin untuk mengidentifikasi bakteri atau mikroorganisme lain yang mungkin menyebabkan infeksi. Hasil kultur ini juga dapat digunakan untuk menentukan jenis antibiotik yang efektif dalam pengobatan pasien. Pemeriksaan

mikrobiologi bukan merupakan pemeriksaan rutin urin melainkan pemeriksaan khusus ketika ada kecurigaan suatu infeksi saluran kencing baik tanpa maupun dengan gejala klinis dan membutuhkan pemberian antibiotik yang sesuai.

Dengan berbagai metode pemeriksaan ini, analisis urin dapat membantu dalam deteksi dini berbagai kondisi kesehatan, memberikan informasi yang berguna bagi dokter dalam menentukan diagnosis, serta memonitor efektivitas pengobatan yang sedang dijalani oleh pasien.

1.4.1 Carik Celup (Dipstick)

Hingga akhir tahun 1950, pemeriksaan urin masih menggunakan reagen cair dengan pengerjaan yang cukup rumit dan lama. Dengan kemajuan teknologi saat ini pemeriksaan urin khususnya kimiawi menggunakan metode yang lebih sederhana, cepat namun tetap akurat. Terobosan carik celup atau dipstick atau strip test urin membawa banyak perubahan dalam kecepatan luaran hasil pemeriksaan, yang sebelumnya terbatas dan membutuhkan waktu lama untuk menunggu hasil dari beberapa parameter pemeriksaan, sekarang dalam waktu bersamaan dan singkat parameter pemeriksaan urin dapat diperoleh dengan mudah (Brigden, 2015)

Tahapan pemeriksaan dipstick urin tidaklah sulit, setelah melakukan pengumpulan spesimen urin sesuai dengan instruksi maka perlu dipersiapkan beberapa alat dan bahan diantaranya: (Kit, 2005)

1. Dipstick urin
2. Sampel urin
3. Tissue
4. Gloves

1	2	3
		
Sebelum memulai pemeriksaan melakukan 'Hand Hygiene' mengeringkan dan menggunakan gloves	Mempersiapkan sampel urin	Mempersiapkan reagen
4	5	6
		
Ambil 1 strip urin test, celupkan pada kontainer berisi sampel 1-2 detik,	kemudian tiriskan miring diatas tissue yang sudah disiapkan	Dibaca hasil perubahan warna sesuai dengan aturan pembacaan insert kit

Gambar 1.7. Prosedur pemeriksaan urin metode dipstick urin test (Sumber: ChatGPT & DALL-E. (2025). *Ilustrasi kartun pemeriksaan stick urin dalam sampel urin* [Gambar AI]. OpenAI.

Berbagai merk dipstick urin yang beredar sekarang ini, diproduksi oleh bermacam perusahaan. Mereka menawarkan tidak hanya jumlah parameter yang diperiksa namun juga persaingan dalam harga. Pada strip test urin, setiap bantalan (pad) reagen dirancang untuk mendeteksi komponen spesifik dalam sampel urin melalui perubahan warna yang terjadi akibat reaksi kimia. Berikut

adalah bagian-bagian pad yang umumnya terdapat pada strip test urin: (Kouri *et al.*, 2023 ;Strasinger and Lorenzo, 2021)

1. **Glukosa:** Pad reagen untuk glukosa mengandung enzim glukosa oksidase dan peroksidase. Ketika glukosa hadir dalam urin, glukosa oksidase mengoksidasi glukosa menjadi asam glukonat dan hidrogen peroksida. Hidrogen peroksida kemudian bereaksi dengan peroksidase, yang mengoksidasi kromogen pada bantalan, menghasilkan perubahan warna. Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi glukosa dalam urin. Keberadaan glukosa dalam urin dapat mengindikasikan diabetes mellitus.
2. **Protein:** Pad ini biasanya mengandung indikator pH yang sensitif terhadap protein. Kehadiran protein, terutama albumin, menyebabkan perubahan warna pada indikator karena efek protein terhadap keseimbangan ionik pada pad. Keberadaan protein dalam urine bisa menjadi tanda gangguan ginjal.
3. **pH:** Pad pH mengandung campuran indikator pH yang berubah warna sesuai dengan tingkat keasaman atau kebasaan urin, memungkinkan penentuan nilai pH. Dapat membantu dalam diagnosis gangguan metabolik.
4. **Darah:** Pad ini mengandung zat yang bereaksi dengan hemoglobin atau mioglobin, komponen utama sel darah merah. Kehadiran darah dalam urin menyebabkan reaksi peroksidase, menghasilkan perubahan warna pada pad. Mendeteksi adanya hematuria (darah dalam urin), yang bisa terjadi akibat infeksi, batu ginjal, atau gangguan lainnya
5. **Keton:** Pad reagen untuk keton biasanya mengandung natrium nitroprusida. Keton dalam urin, seperti asam asetoasetat, bereaksi dengan natrium nitroprusida dalam lingkungan basa, menghasilkan perubahan warna pada pad terdeteksinya keton mengindikasikan ketosis akibat diabetes atau puasa berkepanjangan.
6. **Bilirubin:** Pad ini mengandung diazoreagen yang bereaksi dengan bilirubin dalam urin, menghasilkan perubahan warna yang menunjukkan keberadaan bilirubin.

terdeteksinya bilirubin dalam urin, yang bisa menjadi tanda gangguan hati seperti hepatitis atau sirosis

7. **Urobilinogen:** Pad reagen untuk urobilinogen biasanya mengandung paradimetilaminobenzaldehida (reagen Ehrlich). Urobilinogen dalam urin bereaksi dengan reagen ini, menghasilkan perubahan warna pada pad. Urobilinogen yang terdeteksi berhubungan dengan fungsi hati dan hemolisis
8. **Nitrit:** Pad ini mengandung amina aromatik dan kuarterner amonium. Nitrit dalam urin, yang dihasilkan oleh bakteri tertentu, bereaksi dengan amina aromatik, menghasilkan diazonium yang kemudian bereaksi dengan komponen lain, menghasilkan perubahan warna. Adanya nitrit dalam urin dapat mengindikasikan infeksi saluran kemih (ISK).
9. **Leukosit Esterase:** Pad ini mengandung ester dan diazonium. Leukosit esterase, enzim yang ditemukan dalam sel darah putih, menghidrolisis ester menjadi alkohol dan asam. Alkohol kemudian bereaksi dengan diazonium, menghasilkan perubahan warna. Terdeteksinya leukosit esterase mengindikasikan ISK atau jika perempuan dapat dimungkinkan kontaminasi dari lendir vagina
10. **Berat Jenis (*Specific Gravity*)** – Mengukur konsentrasi urin, yang menunjukkan status hidrasi dan fungsi ginjal.

Setelah strip dicelupkan ke dalam sampel urin untuk beberapa saat dan kemudian diangkat. Diinkubasi di suhu ruang beberapa detik sesuai panduan insert kit. Setiap bantalan/pad akan berubah warna sesuai dengan reaksi kimia yang terjadi. Perubahan warna ini kemudian dibandingkan dengan skala warna referensi yang biasanya disediakan pada kemasan strip test untuk menentukan konsentrasi atau keberadaan komponen tertentu dalam urin. Proses ini memungkinkan deteksi cepat dan efisien terhadap berbagai kondisi kesehatan.

LEUKOCYTES (2 minutes)	NEGATIVE		TRACE		SMALL +	MODERATE ++	LARGE +++
NITRITE (60 seconds)	NEGATIVE				← POSITIVE (any degree of uniform pink colour) →		
UROBILINOGEN (60 seconds)	NORMAL		mg/dL URINE (1 mg = approx. 1 EU)		2	4	8
	0.2	1					
PROTEIN (60 seconds)	NEGATIVE	TRACE	mg/dL	30 +	100 ++	300 +++	>2000 ++++
pH (60 seconds)	5.0	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
BLOOD (60 seconds)	NEGATIVE	NON-HEMOLYZED TRACE	HEMOLYZED MODERATE	TRACE	SMALL +	MODERATE ++	LARGE +++
SPECIFIC GRAVITY (45 seconds)	1.000	1.005	1.010	1.015	1.020	1.025	1.030
KETONE (40 seconds)	NEGATIVE	mg/dL	TRACE 5	SMALL 15	MODERATE 40	← LARGE 80 160 →	
BILIRUBIN (30 seconds)	NEGATIVE				SMALL +	MODERATE ++	LARGE +++
GLUCOSE (30 seconds)	NEGATIVE	g/dL (%) mg/dL	1/10 (tr.) 100	1/4 250	1/2 500	1 1000	>2 >2000

Gambar 1.8. Interpretasi dispstick urin.

(Sumber: https://theory.labster.com/dipstick_results_url/)

1.4.2 Semi Automatis

Dengan berkembangnya teknologi laboratorium, pemeriksaan urin kini dapat dilakukan secara otomatis menggunakan *Urine Analyzer*, yaitu alat yang dirancang untuk menganalisis komposisi kimia dan fisik urin dengan lebih cepat, akurat, dan efisien dibandingkan metode manual.

Urine Analyzer adalah perangkat laboratorium yang digunakan untuk memeriksa sampel urin secara otomatis dengan bantuan sensor optik, fotometri, atau teknologi reflektansi. Alat ini mampu menganalisis berbagai parameter urin secara serentak, sehingga memudahkan proses diagnosis dan pemantauan kondisi pasien.



Gambar 1.9. AUTION ELEVEN™ AE-4022 semi otomatis
(Sumber: Strasinger and Lorenzo, 2021)

Proses dan Prinsip Kerja *Urine Analyzer*

Pemeriksaan urin dengan *Urine Analyzer* dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: (Brunzel, 2023; Brigden, 2015)

1. Persiapan Spesimen
 - a. Sampel urin dikumpulkan dalam wadah steril.
 - b. Jika diperlukan, urin dapat dikocok secara perlahan agar homogen sebelum dianalisis.
 - c. Proses pemeriksaan sampel urin menggunakan dipstik urin dengan cara kerja sama perbedaanya pada pembacaan hasil menggunakan suatu alat (reader)
2. Pemrosesan Sampel oleh Alat
 - a. Strip uji (urine dipstick) dicelupkan ke dalam urin kemudian ditiriskan posisi miring beberapa saat setelah itu dimasukkan kedalam alat
 - b. Alat membaca perubahan warna pada strip dengan menggunakan sensor optik atau metode reflektansi.
 - c. Beberapa model analyzer memiliki fitur tambahan seperti sedimentasi otomatis untuk mendeteksi elemen mikroskopis dalam urin.
3. Analisis Parameter Urin

Urine Analyzer mengukur berbagai parameter yang umumnya meliputi:

 - a. pH (keasaman urin)

- b. Protein (indikasi gangguan ginjal atau infeksi)
 - c. Glukosa (deteksi diabetes)
 - d. Keton (indikator ketoasidosis diabetes)
 - e. Bilirubin & Urobilinogen (indikasi gangguan hati)
 - f. Leukosit & Nitrit (indikasi infeksi saluran kemih)
 - g. Darah (hematuria yang dapat mengindikasikan batu ginjal atau infeksi)
 - h. Berat Jenis (SG - Specific Gravity) (menilai keseimbangan cairan dan fungsi ginjal)
4. Interpretasi hasil
- Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk angka atau kode warna yang sesuai dengan reagen strip uji. Data dapat langsung dicetak atau dikirim ke sistem komputer laboratorium untuk dokumentasi dan interpretasi lebih lanjut.
5. Keunggulan pemeriksaan urin otomatis
- a. Kecepatan dan efisiensi: proses analisis berlangsung dalam hitungan detik hingga menit, memungkinkan pemeriksaan dalam jumlah besar.
 - b. Akurasi yang tinggi: mengurangi kesalahan manusia dalam interpretasi warna strip uji.
 - c. Minimal kontaminasi: sampel tidak perlu diolah secara manual, sehingga lebih higienis.
 - d. Integrasi dengan sistem laboratorium: hasil dapat langsung dikirim ke rekam medis elektronik pasien.
6. Keterbatasan *urine analyzer semi automatic*
- a. Tidak menganalisis secara mikroskopis: untuk mendeteksi elemen seperti sel darah merah atau silinder urin, masih diperlukan pemeriksaan mikroskop manual atau sistem tambahan.
 - b. Terbatas pada parameter tertentu: hanya dapat menganalisis parameter yang sesuai dengan strip uji yang digunakan.
 - c. Memerlukan kalibrasi dan perawatan: alat harus dikalibrasi secara berkala agar tetap akurat.

Urine analyzer semi automatic merupakan inovasi penting dalam bidang diagnostik laboratorium yang meningkatkan efisiensi

dan akurasi pemeriksaan urin. Meskipun memiliki keterbatasan tertentu, penggunaannya sangat membantu dalam skrining berbagai kondisi medis dengan cepat dan dapat diandalkan. Untuk hasil yang lebih komprehensif, analisis otomatis ini dapat dikombinasikan dengan pemeriksaan mikroskopis atau metode laboratorium lainnya.

1.4.3 Full Automatis (*urine analyzer*)

Merupakan suatu instrumen yang menggabungkan penganalisis kimia urin otomatis dan penganalisis sel urin otomatis sehingga pemeriksaan urin (urinalisis) dilakukan secara total otomatis oleh alat *urine analyzer*. Penggunaan alat full otomatis ini meningkatkan TAT secara signifikan dan mengurangi beban kerja para ahli teknologi (Mansyur, 2020).

Alat ini bekerja dengan cepat dan mandiri, dapat melakukan pengujian baik fisik, kimia dan mikroskopis serta terhubung dengan LIS (*laboratorium Information System*). Memiliki kemampuan walkaway lengkap dengan penanganan sampel minimal mulai dari pengambilan sampel hingga hasil. Interaksi dengan LIS, berdasarkan pada sampel berkode yang diidentifikasi secara otomatis dan diproses sesuai dengan pengujian yang diminta (Strasinger and Lorenzo, 2021)

Hasil pemeriksaan urinalisis lengkap dikirim langsung ke LIS atau dicetak, sehingga mengurangi kesalahan administrasi. Autoverifikasi hasil dan pengujian refleksi dapat dilakukan secara otomatis sesuai dengan protokol laboratorium. Hasil yang tidak normal adalah ditandai untuk pemeriksaan manual oleh petugas laboratorium.



Gambar 1.10. AUWi, sistem urinalisis otomatis yang menggabungkan penganalisis Kimia Siemens Clinitek Atlas dan penganalisis partikel Sysmex Alat analisis partikel UF-1000i. (Sumber: Strasinger and Lorenzo, 2021)

1.5 Quality Control

Untuk memastikan keakuratan dan keandalan hasil pemeriksaan, laboratorium harus menerapkan kualitas kontrol (*Quality Control/QC*) dalam setiap tahap pemeriksaan. Kualitas kontrol dalam urinalisis bertujuan untuk meminimalkan kesalahan, memastikan hasil yang konsisten, serta meningkatkan kepercayaan dokter dan pasien terhadap hasil yang diberikan (Brigden, 2015; (Kouri *et al.*, 2023).

1.5.1 Aspek Kualitas Kontrol dalam Urinalisis

Kualitas kontrol dalam urinalisis mencakup tiga aspek utama: kualitas kontrol pre-analitik, analitik, dan post-analitik (Kouri *et al.*, 2023)

1. Kualitas Kontrol Pre-Analitik

Tahap pre-analitik meliputi semua proses sebelum analisis dilakukan, mulai dari pengambilan sampel hingga persiapan

pemeriksaan. Kesalahan pada tahap ini dapat berdampak pada hasil akhir.

Faktor yang harus diperhatikan:

- a. Pengumpulan spesimen urin:
- b. Menggunakan wadah steril untuk mencegah kontaminasi.
- c. Instruksi kepada pasien mengenai cara pengambilan urin yang benar, seperti metode midstream clean catch untuk mengurangi kontaminasi.
- d. Penyimpanan urin sesuai prosedur jika tidak dapat segera diperiksa (misalnya, disimpan pada suhu 2-8°C untuk mencegah pertumbuhan bakteri).
- e. Pemeriksaan volume dan karakteristik fisik urin sebelum analisis.
- f. Pencatatan informasi pasien dan spesimen dengan benar untuk mencegah kesalahan identifikasi.

2. Kualitas Kontrol Analitik

Tahap analitik melibatkan proses pemeriksaan urin di laboratorium, baik secara manual maupun menggunakan alat otomatis (*urine analyzer*) (Kouri *et al.*, 2023).

Langkah-langkah dalam kontrol kualitas analitik:

- a. Penggunaan Kontrol Positif dan Negatif
Sampel kontrol dengan hasil yang sudah diketahui (kontrol positif dan kontrol negatif) harus diperiksa secara rutin untuk memastikan reagen dan alat bekerja dengan baik.
- b. Pemeriksaan Strip Uji (*Dipstick*) secara berkala
 - 1) Memastikan strip reagen tidak kedaluwarsa dan disimpan dengan benar.
 - 2) Kalibrasi warna menggunakan kontrol standar.
 - 3) Pemeliharaan dan Kalibrasi *Urine Analyzer*
Urine analyzer harus dikalibrasi secara rutin dengan larutan standar untuk memastikan keakuratan pengukuran parameter urin seperti pH, glukosa, protein, dan lainnya.
- c. Pembersihan sensor dan bagian alat secara berkala untuk mencegah kesalahan pembacaan.

d. Uji Presisi dan Akurasi

Presisi: Mengulang pemeriksaan pada sampel yang sama untuk memastikan hasil yang konsisten.

Akurasi: Membandingkan hasil dengan standar referensi atau metode lain yang lebih akurat.

e. Pemeriksaan mikroskopis

Jika diperlukan, pemeriksaan sedimen urin dilakukan secara manual untuk mendeteksi elemen seperti sel darah merah, sel epitel, atau bakteri yang mungkin tidak terdeteksi oleh urine analyzer otomatis.

[illegible]

Gambar 1.11. Lembar Pencatatan Kualitas Kontrol Parameter Urinalisis.

(Sumber : Strasinger and Lorenzo, 2021)

3. Kualitas Kontrol Post-Analitik

Tahap ini mencakup pencatatan, interpretasi, dan pelaporan hasil kepada dokter atau pasien.

Faktor yang harus diperhatikan:

- Verifikasi hasil sebelum pelaporan: Hasil yang menunjukkan abnormalitas harus diperiksa ulang atau dikonfirmasi dengan metode lain jika diperlukan.
- Sistem manajemen laboratorium: Penggunaan sistem komputerisasi untuk mengurangi kesalahan pencatatan hasil.
- Pelaporan hasil sesuai standar: Menggunakan format laporan yang jelas dan mudah dipahami oleh dokter serta menyertakan referensi nilai normal.

1.5.2 Pemantauan dan Evaluasi Kualitas Kontrol

Agar sistem kualitas kontrol tetap efektif, laboratorium harus melakukan pemantauan dan evaluasi secara berkala, termasuk:

1. Audit internal laboratorium untuk menilai kepatuhan terhadap prosedur QC.
2. Pelatihan rutin bagi tenaga laboratorium untuk memastikan mereka memahami pentingnya QC dan cara menerapkannya.
3. Partisipasi dalam program uji profisiensi eksternal sebagai perbandingan dengan laboratorium lain guna menjaga standar kualitas (Strasinger and Lorenzo, 2021).

Kualitas kontrol dalam pemeriksaan urinalisis sangat penting untuk memastikan hasil yang akurat, reliabel, dan dapat dipercaya. Dengan menerapkan kontrol kualitas pada tahap pre-analitik, analitik, dan post-analitik, laboratorium dapat meminimalkan kesalahan dan meningkatkan mutu layanan diagnostik. Selain itu, pemantauan dan evaluasi secara berkala menjadi kunci dalam menjaga standar kualitas laboratorium yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Brigden, M.L. (2015) 'Urinalysis-Book Chapter', (January 1992).
- Brunzel, N.A. (2023) *QUICK GUIDE TO URINALYSIS FIGURES*. 5th edn. Minnesota: Elsevier. Available at: www.elsevier.com/permissions.
- https://theory.labster.com/dipstick_results_url/
- <https://www.wikihow.com/Use-a-Urine-Dipstick-Test#/Image:Use-a-Urine-Dipstick-Test-Step-3.jpg>
- Kit, I. (2005) *Urinalysis Reagent Strips (Urine) Package Insert*.
- Kouri, T. *et al.* (2000) 'European Urinalysis Guidelines', 8981(July), pp. 0-96. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0009-8981\(00\)00256-4](https://doi.org/10.1016/S0009-8981(00)00256-4).
- Kouri, T. *et al.* (2023) 'The EFLM European Urinalysis Guideline Update 2023'.
- Lieseke, C.L. and Zeibig, E.A. (2012) *ESSENTIALS OF MEDICAL LABORATORY PRACTICE*. Edited by A. McPhee. Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Mansyur, A.R. (2020) 'Dampak COVID-19 Terhadap Dinamika Pembelajaran Di Indonesia', *Education and Learning Journal*, Vol. 1, No, pp. 113-123.
- Saikia, D. (1995) 'E-Study material For 5 th semester Botany Honours (CBCS) Centrifugation ', 1, pp. 1-13.
- Strasinger, S.K. *et al.* (2014) *Urinalysis and Body Fluids*. 6th edn. Edited by C. Fratantoro. Philadelphia: F. A. Davis Company. Available at: www.fadavis.com.
- Strasinger, S.K. and Lorenzo, M.S. Di (2021) *Urinalysis and Body Fluids*. 7th edn. Edited by Stephanie Kelly. Philadelphia: F. A. Davis Company. Available at: www.fadavis.com.
- Strasinger, S.K. and Marjorie Schaub Di Lorenzo (2008) *Urinalysis and Body Fluids*. 5th edn. Edited by C. Fratantoro. Philadelphia: F. A. Davis. Available at: www.fadavis.com.

BAB 2

MACAM – MACAM URIN

Oleh Fransisca Probo Setyoningrum

2.1 Pembentukan Urin

Pembentukan urin adalah proses yang penting dalam sistem ekskresi manusia untuk mengeluarkan zat-zat sisa yang sudah tidak diperlukan oleh tubuh dan membuang racun dari tubuh yang akan berakibat tidak baik jika tetap berada di dalam tubuh. Proses ini terjadi di ginjal, organ yang berperan utama dalam menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit dalam tubuh. Ginjal menyaring darah untuk menghilangkan limbah dan kelebihan semua zat yang melebihi *intake* harian tubuh, kemudian dikeluarkan sebagai urin. Proses pembentukan urin melibatkan tiga tahap utama:

1. Filtrasi glomerulus:
 - a. Proses filtrasi oleh sel glomerulus, Darah yang mengandung zat-zat sisa metabolisme masuk ke glomerulus melalui arteriol aferen, dengan tekanan darah yang tinggi membantu mendorong aliran darah dan molekul – molekul lainnya untuk bisa masuk ke dalam glomerulus.
 - b. Cairan yang berhasil masuk ke dalam kapiler glomerulus disebut sebagai urin primer yang mengandung beberapa mikromolekul seperti air, glukosa, urea, dan elektrolit. Cairan urin primer ini akan dilanjutkan ke proses selanjutnya yakni reabsorpsi di tubulus proksimal.
 - c. Sel darah, trombosit, dan protein tidak dapat melewati membran filtrasi karena termasuk makromolekul sehingga tetap berada dalam darah, selanjutnya akan kembali ke aliran vena renalis dan berlanjut ke vena cava inferior untuk kembali dalam sistem peredaran darah sistemik.

2. Reabsorpsi tubular proksimal:

- a. Inti pada proses ini adalah penyerapan kembali zat – zat yang masih dibutuhkan oleh tubuh contohnya adalah natrium (Na^+) dan sekresi kalium (K^+) di bawah pengaruh hormon aldosterone, kalsium (Ca^{2+}) dipengaruhi hormon paratiroid (PTH) dan air dipengaruhi hormon antidiuretik (ADH).
- b. Selain dipengaruhi oleh hormon, tubulus proksimal juga memiliki ambang batas dalam melakukan reabsorpsi seperti glukosanya dapat direabsorpsi sekitar 160 – 180 mg bila kadar glukosa lebih dari angka tersebut maka sisa glukosa tetap akan dibuang, hal ini disebut glukosuria.
- c. Urin yang dihasilkan oleh tubulus proksimal ini disebut urin sekunder dan biasanya mendapatkan penambahan urobilin yang memberikan warna kuning pada urin.

3. Augmentasi tubular distal:

- a. Pada proses augmentasi terjadi penambahan zat – zat yang tidak diperlukan oleh tubuh seperti ion Hidrogen (H^+) dengan demikian pH dalam darah menjadi lebih terkontrol dan stabil karena seleksi ion hidrogen ini berkaitan dengan keseimbangan asam – basa tubuh, ion kalium (K^+) melalui hal ini seleksi ion kalium dan natrium akan membantu keseimbangan elektrolit tubuh sehingga tekanan pada semua sel tubuh dapat terjaga dengan baik dan amonia (NH_3) yang membuat urin memiliki bau yang khas.
- b. Hasil akhir dari proses augmentasi adalah urin yang sesungguhnya karena di dalamnya sudah tidak lagi mengandung zat yang diperlukan oleh tubuh, membuang seluruh zat yang sudah tidak dibutuhkan oleh tubuh termasuk zat – zat yang berlebihan di dalam tubuh seperti vitamin, hormon, dan mineral.

2.2 Macam – Macam Sampel Urin

Berdasarkan penjelasan sebelumnya urin dapat menggambarkan kondisi yang terjadi di dalam tubuh manusia. Oleh

karena itu urine digunakan sebagai sampel untuk mengetahui kelainan atau permasalahan kesehatan. Urin yang dihasilkan kemudian ditampung selama 24 jam, urin yang ditampung pada saat – saat tertentu memiliki perbedaan kandungan dan zat – zat yang terlarut lainnya. Oleh karena itu penting melakukan pemilihan jenis atau macam urin yang akan digunakan sebagai sampel yang harus disesuaikan tujuan pemeriksaan.

1. Urin Sewaktu

Urin yang didapatkan sewaktu – waktu atau diwaktu yang tidak ditentukan secara khusus. Urine sewaktu ini disarankan untuk pemeriksaan dengan tujuan menilai keadaan tubuh tanpa indikasi khusus. Contoh penggunaan urin sewaktu adalah :

- a. Pemeriksaan kesehatan rutin.
- b. Diagnosis penyakit ISK (Infeksi Saluran Kencing), kelainan ginjal, diabetes dan penyakit metabolisme lainnya.
- c. Pemantauan kondisi kesehatan diabetes dan penyakit ginjal.
- d. Evaluasi pengobatan yang sedang dijalani oleh pasien.

2. Urin Pagi

Urin yang didapatkan pertama kali setelah bangun tidur, urin ini lebih terkonsentrasi dan ideal untuk mendeteksi metabolit urine seperti protein, glukosa, hormon dan nitrat. Selama tidur, ginjal terus bekerja menyaring darah dan menghasilkan urin, karena tidak ada asupan cairan dalam waktu yang cukup lama, urin pagi cenderung lebih pekat dan mengandung konsentrasi zat terlarut yang lebih tinggi, seperti protein, glukosa, dan sel darah. Hal ini membuat sampel urine pagi sangat berguna untuk mendeteksi adanya kelainan. Urine pagi sering dianjurkan untuk tes kehamilan karena konsentrasi hormon hCG (*human chorionic gonadotropin*) yang dihasilkan oleh plasenta lebih tinggi, sehingga meningkatkan akurasi hasil tes.

3. Urin Pospandrial

Urin yang diambil sekitar 1,5 – 3 jam setelah makan, digunakan untuk mengukur kadar gula dan penting dalam

diagnosa diabetes, karena urin ini berhasil memberikan gambaran tentang bagaimana kadar glukosa setelah makan. Tes toleransi terhadap glukosa setelah makan ini penting digunakan untuk pemantauan perjalanan diabetes seseorang.

4. Urin 24 Jam

Urin yang ditampung selama 24 jam, urin ini memuat informasi penuh secara keseluruhan bagaimana kondisi ginjal biasanya digunakan untuk pemeriksaan natrium, ureum, kreatinin, protein, asam urat, potensi terbentuknya batu ginjal, dan memantau kemungkinan preeklamsia pada kehamilan. Urin 24 jam, juga biasa digunakan untuk mengukur *creatinine clearance*. Hasil tes urine 24 jam akan menunjukkan kadar protein dalam urine Anda. Kadar protein yang normal adalah kurang dari 150 mg/hari. Jika kadar protein Anda lebih tinggi dari normal, dokter dapat melakukan pemeriksaan lebih lanjut untuk menentukan penyebabnya.

5. Urin 2 gelas dan 3 gelas

Tes urine 2 gelas dan 3 gelas adalah metode pengumpulan sampel urin yang digunakan untuk mendiagnosis berbagai kondisi kesehatan, terutama yang berkaitan dengan saluran kemih dan prostat. Urine 2 gelas membantu membedakan antara infeksi saluran kemih bagian atas dan bawah sedangkan urine 3 gelas membantu prognosis kondisi prostat serta mengetahui letak infeksi atau tumor lebih jelas yakni saluran kemih bagian atas, tengah atau bawah.

6. Urin Puasa

Urin yang diambil dengan sebelumnya pasien melakukan puasa tertentu terlebih dahulu. Puasa dalam konteks medis ini bertujuan untuk mendapatkan sampel urine yang lebih konsentrat, sehingga lebih mudah mendeteksi adanya zat-zat abnormal atau perubahan dalam komposisi urine yang mungkin mengindikasikan adanya gangguan kesehatan. Puasa membuat ginjal bekerja lebih keras untuk menyerap kembali air, sehingga zat-zat terlarut dalam urine menjadi lebih terkonsentrasi. Hal ini memudahkan dalam

mendeteksi adanya zat-zat abnormal seperti protein, glukosa, atau darah dalam jumlah yang sedikit.

7. Urin Kateter

Urin kateter adalah urin yang dikumpulkan melalui kateter. Kateter adalah selang tipis yang dimasukkan ke dalam kandung kemih melalui uretra untuk mengeluarkan urin. Urin yang keluar melalui kateter ini kemudian ditampung dalam kantong urine. Urin ini biasanya digunakan untuk pemeriksaan konsentrasi sedimen urin area kandung kemih, elektrolit urin dan infeksi saluran kencing.

8. Urin Porsi Tengah (Mid Stream)

Urin yang diambil merupakan aliran tengah, bukan urin yang pertama kali keluar maupun urin sisa atau akhir. Urin mid stream ini dianjurkan untuk pemeriksaan infeksi saluran kencing karena bebas dari kontaminan bakteri pada kulit sekitar uretra. Urin mid-stream biasanya diambil untuk pemeriksaan urin lengkap (urinalisis). Pemeriksaan ini bertujuan untuk mendeteksi adanya infeksi saluran kemih, gangguan ginjal, atau masalah kesehatan lainnya. Dengan mengambil sampel mid-stream, hasil pemeriksaan akan lebih akurat karena risiko kontaminasi bakteri dari luar lebih rendah.

9. Urin Aspirasi Suprapubik

Urin yang diambil secara langsung dalam kandung kemih menggunakan prosedur yang khusus. Jarum diarahkan menuju kandung kemih melalui kulit di atas tulang pubis. Biasanya diambil pada anak - anak yang belum bisa buang air kecil sendiri, pada pasien yang tidak bisa berkemih secara konvensional atau berkemih secara spontan.



Gambar 2.1. *Ultrasound Guided Suprapubic Aspiration*
(Sumber : www.cambridge.org)

Teknik mendapatkan sampel urin ini sangat berguna untuk mendapatkan sampel urin yang benar-benar steril, terutama pada bayi dan anak-anak yang sulit memberikan sampel urin secara bersih.

10. Urin Pediatrik

Urin pediatrik adalah urin yang dihasilkan oleh anak-anak, termasuk bayi dan balita. Pemeriksaan urine pada anak-anak sering dilakukan untuk memantau kesehatan mereka dan mendeteksi adanya masalah medis. Berikut adalah beberapa poin penting tentang urin pediatrik. Urine adalah cairan yang dihasilkan oleh ginjal untuk membuang limbah dan kelebihan zat dari tubuh. Komposisi urine dapat mencerminkan berbagai aspek kesehatan, termasuk fungsi ginjal, hidrasi, dan adanya infeksi atau penyakit lainnya. Urin ini diambil dengan metode khusus pada anak – anak karena anak – anak tidak dapat mengontrol buang air kecil. Volume urin pada anak – anak berbeda – beda tergantung usia anak tersebut makin bertambah usia maka makin banyak juga urin yang dihasilkan.

2.3 Prosedur Pengambilan Sampel Urin

Pengambilan sampel menjadi tahapan yang sangat penting dalam urinalisa karena memiliki banyak poin – poin yang harus diperhatikan karena yang melakukan pengambilan tidak hanya

Tenaga Teknologi Laboratorium Medik saja namun pasien juga diharapkan melakukan pengambilan sampel secara mandiri. Pengambilan sampel urin merupakan prosedur yang sederhana namun sangat penting. Kesalahan dalam pengambilan sampel dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan laboratorium. Oleh karena itu, penting untuk mengikuti prosedur yang benar. Kesalahan dalam pengambilan sampel dapat menyebabkan hasil yang tidak valid, sehingga diagnosis dan pengobatan menjadi tidak tepat. Berikut adalah langkah – langkah pengambilan sampel urin yang sebaiknya pasien ketahui :

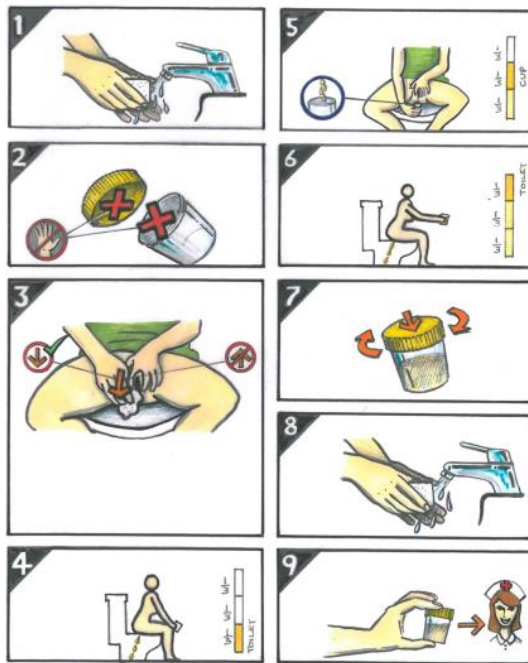


Illustration of midstream urine collection technique.

Gambar 2.2. Langkah – Langkah Pengambilan Urin *Midstream* Oleh Pasien

(Sumber : Eley, 2016)

1. Cuci tangan terlebih dahulu sebelum melakukan pengambilan sampel urin.

2. Jangan langsung membuka tutup wadah sampel, wadah sampel dibuka ketika sesaat setelah urin pertama dikeluarkan.
3. Bersihkan area kulit luar alat kelamin pada wanita bersihkan area labia mayor dan labia minor, pada pria bersihkan area kulup penis (jika belum circumcision) atau kepala penis (jika sudah circumcision) dengan menggunakan tisu/lap bersih.
4. Berkemih hingga beberapa saat, sambil membuka wadah yang telah diberikan oleh petugas laboratorium.
5. Tampung urin hingga minimal 50 ml.
6. Lanjutkan berkemih hingga selesai.
7. Tutup wadah urin.
8. Cuci tangan menggunakan sabun dibawah air mengalir.

Langkah – langkah diatas merupakan prosedural yang penting untuk dijelaskan kepada pasien agar mendapatkan kualitas sample yang baik, sehingga hasil analisa berbagai macam pemeriksaan mendapatkan hasil yang sesuai dengan keadaan pasien.

DAFTAR PUSTAKA

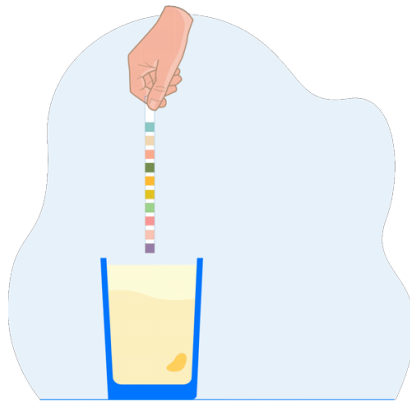
- Clinical And Laboratory Standards Institute. (2009). Urinalysis and Collection, Transportation, and Preservation of Urine Specimens; Approved Guideline—Second Edition. USA : NCCLS
- Damayanti, K. Y. Parwati, P.A. Abadi, M.F. 2020. Pengaruh Volume Presipitat Urine Terhadap Hasil Pemeriksaan Sedimen Urin. *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science* 1(1) pp: 66- 76
- Eley, R. Judge, C. Knight. L. Dimeski, G, Sinnott, M. 2016. Ilustration Reduce Contamination of Midstream Urine Samples In The Emergency Departement. *Jurnal Clinical Pathol* 1(1), pp: 1-5
- Gandasoebrata, R. 2014. Penuntun Laboratorium Klinik. Dian Rakyat : Jakarta
- Robinson, J.L. Finlay, J.C. (2014). Urinary Tract Infection In Infants And Children: Diagnosis And Management. Infection Disease And Immunization Committee
- Purnomo BB (2012). Dasar-Dasar Urologi. Edisi ketiga. Malang:Sagung Seto,pp :51-62
- Wahyundari, A. (2016). Pengaruh Penundaaan Pemeriksaan Terhadap Kadar Darah Dalam Urine. Skripsi. Yogyakarta. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

BAB 3

PEMERIKSAAN KIMIA URIN CARIK CELUP (DIPSTICK)

Oleh Dhika Juliana Sukmana

3.1 Pendahuluan



Urinalisis merupakan “alat” atau metode pemeriksaan yang berharga bagi dokter dalam rangka menegakkan diagnose penyakit. Pemeriksaan ini paling sering digunakan dalam penilaian sistem genitourinari, selain itu juga dapat membantu dalam diagnosis penyakit sistemik tertentu, seperti diabetes melitus atau hipertensi pada kehamilan. Urinalisis lengkap meliputi pemeriksaan fisik, kimia, dan mikroskopis dari spesimen urin. Pemeriksaan fisik menggambarkan tampilan visual urin dan konsentrasi yang diukur. Analisis kimia urin digunakan untuk mengungkap dan mengukur komponen urin utama dan terutama dilakukan dengan menggunakan teknologi *dipstick*. Evaluasi mikroskopis merupakan komponen utama ketiga dari urinalisis; ini merupakan bagian yang paling memakan waktu, namun tetap penting dalam sejumlah diagnosis seperti infeksi saluran kemih dan cedera ginjal.

Sejumlah komponen kimia secara rutin dianalisis dalam urinalisis. Teknik yang paling umum digunakan meliputi strip reagen semikuantitatif dan kualitatif (*dipstick*), uji tablet, dan metode kuantitatif penuh untuk protein, elektrolit dan porfirin.

Metode ini merupakan pengembangan dari pemeriksaan kimia yang sebelumnya dilakukan secara konvensional menggunakan tabung dan direaksikan satu per satu sesuai dengan parameter yang diuji kan. Pengujian metode konvensional ini memerlukan sumber daya, biaya dan waktu yang jauh lebih besar. Dimulai dari kebutuhan sampel yang cukup banyak, tabung reaksi dan reagen yang digunakan serta waktu pemeriksaan. Pemeriksaan kimia urin menggunakan metode *dipstick* memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi dan tidak memerlukan banyak sampel urin untuk pengujian. Reaksi dalam pengujian ini Sebagian besar berdasarkan pada prinsip-prinsip yang sama seperti pemeriksaan kimia basah menggunakan tabung atau konvensional.

Pemeriksaan diinterpretasikan dengan membandingkan warna pada stik yang sudah kontak dengan sampel terhadap bagan warna yang sudah disediakan pada wadah stik ataupun divisualisasikan menggunakan alar pembaca/*reader*. Intensitas warna yang dihasilkan mengindikasikan jumlah atau konsentrasi analit pada sampel. Bantalan atau pad yang terintegrasi pada stik telah disusun sedemikian rupa, sehingga reaksi akan terjadi secara local dan tidak mencampuri pad lain (akurasi warna).

Beberapa masalah yang sering timbul pada pemeriksaan dengan metode *dipstick* atau carik celup adalah perbedaan interpretasi warna oleh ATLM sehingga visualisasinya sangat subyektif, namun tidak jika pembacaan hasil menggunakan alat pembaca/*reader* yang menggunakan spektrofotometri.

Uji kimia terkadang diperlukan untuk mengonfirmasi hasil yang diperoleh dengan metode *dipstick* ketika terdapat perbedaan dalam sensitivitas (misalnya, bilirubin) atau spesifisitas (misalnya, asam sulfosalisilat untuk protein), atau untuk menghindari gangguan ketika pigmen dalam spesimen menutupi warna yang diperoleh pada bantalan reagen. Uji konfirmasi harus memiliki spesifisitas yang sama atau lebih baik, didasarkan pada prinsip yang berbeda, dan memiliki sensitivitas yang sama atau lebih baik

daripada uji asli. Didalam Urin terdapat berbagai komponen kimia yang dapat digunakan sebagai parameter pemeriksaan. Komponen-komponen tersebut antara lain adalah:

3.2 Protein

Pada individu sehat, biasanya akan mengekskresikan sekitar 100 mg protein per hari. Normalnya, glomerulus dapat dilewati oleh protein dengan berat molekul kurang dari 68.000 Da. Ketika difilter, hampir semua protein yang ada akan diserap kembali/reabsorpsi oleh tubulus proksimal.

Proteinuria dapat menjadi salah satu manifestasi dari meningkatnya jumlah protein atau adanya filtrasi abnormal maupun penurunan reabsorpsi. Proteinuria, diartikan sebagai peningkatan jumlah protein dalam urin, dapat diklasifikasikan menjadi proteinuria sementara atau persisten. Penyebab proteinuria sementara meliputi latihan fisik yang berat, kehamilan, paparan dingin yang ekstrem, konsentrasi relatif akibat peningkatan penyerapan kembali air, stres psikologis, demam atau penyakit akut lainnya. Proteinuria persisten dapat diklasifikasikan lagi menjadi glomerulus, tubulus, atau luapan. Proteinuria glomerulus bersifat nonselektif, dan albumin merupakan protein urin yang dominan. Proteinuria tubulus terjadi dengan cedera tubulus, yang mengakibatkan ketidakmampuan untuk menyerap kembali filtrat glomerulus; protein dengan berat molekul rendah lebih dominan daripada albumin dalam jenis proteinuria ini.

Proteinuria terjadi ketika jumlah protein dengan berat molekul rendah dalam plasma melebihi kapasitas reabsorpsi tubulus, seperti yang terlihat pada hemoglobinuria, mieloma multipel dan mioglobinuria. Protein tetap menjadi satu-satunya tes yang paling berguna pada *dipstick* untuk mendeteksi penyakit intrinsik ginjal dan saluran kemih. Proteinuria sering dikaitkan dengan kelainan sedimen urin, yang selanjutnya membantu diagnosis. Tes strip reagen adalah prosedur skrining yang cepat dan murah untuk proteinuria. Namun ada beberapa keterbatasan penting, yaitu: sensitivitas berkisar antara 6 hingga 30 mg/dL protein; dengan demikian peningkatan protein urin yang sedang mungkin terlewatkan, termasuk mikroalbuminuria. Selain itu,

spesifisitas tes strip berbasis pewarna ini ditimbang untuk mendeteksi albumin, sehingga tidak memuaskan untuk mendeteksi protein *Bence Jones*, proteinuria tubulus, atau proteinuria kelebihan beban. Disarankan agar laboratorium mengomunikasikan batasan ini kepada dokter dan sekaligus melakukan metode alternatif untuk mendeteksi semua jenis protein.

Uji strip reagen peka terhadap pH. Keberadaan protein pada strip mengubah lingkungan pH pewarna yang tertanam di bantalan, sehingga menghasilkan perubahan warna. Urine yang sangat basa dan mengandung buffer dapat menghasilkan hasil tes positif palsu.

3.3 Glukosa

Dalam proses pembentukan urin, glukosa yang dihasilkan harusnya diserap Kembali untuk digunakan oleh tubuh. Dalam keadaan tertentu, glukosa yang tidak diserap Kembali dapat ikut menjadi urin dan terdeteksi dalam urin. Keadaan ini dikenal dengan glukosuria. Glukosa dalam urin merupakan hasil filtrasi glomerulus yang tidak terserap oleh tubulus ginjal. Normalnya, glukosa dalam urin tidak lebih dari 25 mg/dl. Peningkatan glukosa dalam urin dapat terjadi sebagai akibat adanya peningkatan glukosa plasma, gangguan kapasitas penyerapan glukosa ginjal atau keduanya.

Glukosa dan urin pertamakali dipelajari oleh Matthew Dobson pada abad ke-18. Pengukuran glukosuria merupakan indeks tidak langsung dari konsentrasi glukosa darah, namun, tes untuk glukosa urin harus ditafsirkan dengan hati-hati. Masalah teknis seperti sensitivitas tes dan variabilitas ambang glukosa ginjal harus diperhitungkan. Lebih jauh, stigma sosial yang terkadang dikaitkan dengan penanganan produk limbah tubuh dapat menjadi pertimbangan dalam hal penerimaan pasien terhadap pemantauan penyakit.

Meskipun glukosa dalam jumlah kecil hadir dalam urin semua individu normal, istilah *glukosuria* secara konvensional ditujukan untuk jumlah glukosa urin yang patologis (lebih dari 25 mg/dl dalam urin segar acak). Tubulus ginjal akan menyerap kembali hampir semua glukosa yang ada dalam filtrat glomerulus normal. Glukosuria terjadi ketika keseimbangan itu hilang: ketika jumlah glukosa dalam filtrat glomerulus melebihi kapasitas tubulus

ginjal untuk menyerapnya kembali. Keseimbangan dapat hilang baik ketika glukosa plasma meningkat (misalnya, pada diabetes melitus) atau ketika kapasitas penyerapan tubulus terganggu (misalnya, pada sindrom Fanconi, kehamilan, glukosuria ginjal hereditas dan cedera tubulus akut).

Signifikansi Klinis:

Pengukuran glukosuria berpotensi memuaskan bagi pasien yang relatif stabil dengan diabetes melitus Tipe II yang dikontrol oleh diet dan/atau agen oral yang jarang memerlukan penyesuaian manajemen, khususnya jika digunakan bersamaan dengan penilaian berkala glukosa plasma, hemoglobin glikosilasi, atau tingkat fruktosamin. Karena ketidakpekaannya terhadap hipoglikemia, pengujian glukosa urin tidak dapat secara umum direkomendasikan sebagai dasar untuk membuat keputusan terapeutik pada pasien dengan diabetes Tipe I atau pada pasien Tipe II yang dikontrol ketat yang mengonsumsi insulin. Hal ini juga tidak memadai untuk digunakan dalam manajemen diabetes pada kehamilan. Namun, pengujian urin pada pasien ini tetap diperlukan untuk keton.

Penentuan glukosa urin kuantitatif 24 jam dianjurkan oleh beberapa pihak sebagai cara menilai kontrol glukosa dan kepatuhan diet. Sasaran yang masuk akal adalah ekskresi kurang dari 7% karbohidrat yang dikonsumsi per hari. Ekskresi dalam jumlah yang jauh lebih besar pada penderita diabetes asimtomatik dan non-ketotik menunjukkan ketidakpatuhan diet.

Pengukuran glukosuria tidak mahal dan non-invasif. Penerimaan pasien terhadap tanggung jawab untuk memantau glukosuria dapat berkontribusi pada peningkatan kontrol. Dalam satu penelitian, nilai glukosa darah rata-rata secara signifikan ($p < 0,02$) lebih rendah pada pasien yang mematuhi petunjuk pemantauan glukosuria (176 ± 81 mg/dl) dibandingkan pada mereka yang tidak mematuhi (200 $\pm$ 83 mg/dl).

Pada pasien yang pemantauan glukosa darah kapilernya tidak mungkin atau tidak praktis karena alasan apa pun, kami menerima dan bekerja dalam batasan pemantauan glukosuria untuk mencapai manfaat yang dapat ditawarkan pemantauan.

3.4 Keton

Produksi keton merupakan hasil dari perubahan metabolisme yang terjadi saat pasokan karbohidrat tidak memadai. Biasanya, tubuh memecah asam lemak menjadi karbon dioksida dan air. Namun, saat pasokan karbohidrat buruk, terjadi peningkatan lipolisis. Sebagian lemak ini dimetabolisme menjadi keton menggunakan zat antara siklus Krebs, asetil-koenzim A. Melalui reaksi berurutan, asetil-koenzim A diubah menjadi asam asetoasetat, aseton, dan asam beta-hidroksibutirat, yang secara kolektif disebut sebagai "badan keton." Ketiga produk ini muncul dalam darah (ketosis) dan urin (ketonuria), dengan aseton hanya menyumbang 2%, asam asetoasetat 20% dan beta-hidroksibutirat sisanya. Asam asetoasetat dan beta-hidroksibutirat adalah asam dan dapat berkontribusi pada perkembangan ketoasidosis. Diabetes melitus merupakan penyebab ketoasidosis yang paling umum, dan pemeriksaan keton urin merupakan bagian penting dari pemantauan penyakit. Pasien dengan diabetes tipe 1 memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami ketosis dan ketoasidosis dibandingkan dengan pasien diabetes tipe 2. Penyebab ketonuria nondiabetik meliputi diet rendah karbohidrat, cachexia, anoreksia nervosa, kekurangan kalori yang ekstrem, dan penyakit akut yang disertai muntah dan diare. Kelainan metabolisme bawaan harus dipertimbangkan pada bayi dengan ketonuria yang parah dan berkepanjangan. Pada pasien anak, ketonuria dapat disebabkan oleh penyakit demam akut.

Pengujian *dipstick* untuk badan keton didasarkan pada prinsip bahwa aseton dan asam asetoasetat bereaksi dengan natrium nitroprusida dalam larutan penyangga alkali untuk menghasilkan kompleks ungu (uji Legal, Chemstrip). Beberapa strip reagen (Multistix) tidak mengandung alkali, dan dengan demikian tidak bereaksi dengan aseton. Asam beta-hidroksibutirat tidak bereaksi dengan kedua formulasi strip. Batas deteksi terendah untuk pengujian strip reagen adalah sekitar 5 mg/dL asam asetoasetat dan 70 mg/dL aseton.

3.5 Bilirubin

Bilirubin adalah produk pemecahan hemoglobin dan terbentuk di sel retikuloendotelial hati, limpa, dan sumsum tulang. Bilirubin tidak larut dalam air dan mengalir melalui aliran darah dalam keadaan terikat albumin (disebut bilirubin tidak langsung atau tak terkonjugasi). Bilirubin tak terkonjugasi tidak dapat dikeluarkan oleh ginjal, karena albumin biasanya tidak disaring melalui glomerulus. Bahkan dalam kasus gagal ginjal, jumlah albuminuria dan bilirubinemia biasanya tidak cukup untuk mencapai kisaran bilirubin yang terdeteksi dalam urin.

Di dalam hati, bilirubin secara kimiawi terkonjugasi dengan asam glukuronat, yang menghasilkan bentuk yang larut dalam air (disebut bilirubin langsung atau terkonjugasi). Bilirubin terkonjugasi disaring secara bebas melalui glomerulus. Namun, dalam keadaan normal, sebagian besar bilirubin terkonjugasi tidak pernah mencapai ginjal, karena disekresikan ke dalam empedu. Urine normal mengandung sejumlah kecil bilirubin terkonjugasi ($\sim 0,02$ mg/dL), tetapi konsentrasi serendah ini tidak terdeteksi menggunakan metodologi dipstick biasa. Oleh karena itu, keberadaan bilirubin terkonjugasi dalam urine biasanya mencerminkan peningkatan patologis dalam serum bilirubin. Ini dapat terjadi dalam dua keadaan umum, baik obstruksi bilier atau disfungsi hepatosit yang mengakibatkan ketidakmampuan untuk mengeluarkan bilirubin terkonjugasi ke dalam empedu. Penyebab obstruksi bilier meliputi batu empedu di saluran empedu umum, karsinoma pankreas, kolestasis yang diinduksi obat, dan peradangan dan fibrosis periportal. Penyebab disfungsi hepatosit meliputi hepatitis akut karena virus, obat-obatan, alkohol, dan racun lainnya, serta sindrom Dubin Johnson dan Rotor bawaan. Bilirubinuria kadang-kadang dapat didiagnosis sebelum penyakit kuning klinis muncul. Salah satu metode kasar tetapi cepat untuk penentuan bilirubinuria adalah mengocok tabung reaksi berisi urine dengan kuat. Pengocokan menghasilkan busa kuning jika terdapat peningkatan jumlah bilirubin, sedangkan urine dengan jumlah bilirubin normal akan menghasilkan busa putih.

3.6 Urobilinogen

Urobilinogen adalah hasil akhir metabolisme hemoglobin yang dibentuk dari degradasi bilirubin oleh bakteri di kolon. Sekitar setengah dari total urobilinogen di usus akan diserap kembali ke dalam sirkulasi. Urobilinogen yang diserap kembali ini sebagian besar dikeluarkan dari sirkulasi vena porta dan diekskresikan kembali ke dalam empedu. Hanya sejumlah kecil urobilinogen yang biasanya mencapai sirkulasi sistemik, yang berarti ekskresi urin tidak lebih dari 4 mg per hari. Sampel urin acak diperkirakan mengandung urobilinogen 0,1-1 mg/dL.

Kadar urobilinogen dalam serum dan urin berguna dalam mempersempit diferensial klinis untuk penyakit kuning. Jika tidak ada obstruksi, kadar urobilinogen umumnya meningkat dengan peningkatan produksi bilirubin. Namun, jika bilirubin tidak mencapai saluran gastrointestinal (GI) bagian bawah akibat adanya penyumbatan saluran GI atas atau saluran empedu maka urobilinogen tidak diproduksi dan tidak akan terdeteksi dalam urin. Kadar urobilinogen yang meningkat juga dapat terlihat ketika hati tidak dapat mengeluarkan urobilinogen dari darah vena porta, seperti yang terjadi pada penyakit hati yang parah, **seperti sirosis**. Tingginya kadar urobilinogen dalam urin juga mengindikasikan beberapa penyakit yaitu: anemia hemolitik, anemia pernisiiosa, keracunan dan akibat pengobatan (obat-obatan yang dapat membunuh atau merusak mikrobiome saluran cerna). Kadar urobilinogen yang lebih rendah dapat mengindikasikan adanya obstruksi bilier, batu empedu, infeksi saluran empedu yang parah, dan kanker pankreas. Kadar urobilinogen yang lebih rendah ini mungkin juga disebabkan oleh obat-obatan tertentu, seperti insulin, aspirin, kloramfenikol, fenitoin, streptomisin, metildopa, sulfonamid dan tetrasiklin.

Metode *dipstick* untuk mendeteksi urobilinogen sensitif terhadap konsentrasi $>0,2-0,4$ mg/dL. Dalam reaksi aldehida Ehrlich (Multistix), urobilinogen dicampur dengan dimetilamino-benzaldehida dalam buffer asam, menghasilkan senyawa berwarna cokelat ke jingga. Metode Ehrlich **tidak spesifik** untuk urobilinogen dan akan bereaksi dengan porfobilinogen, sulfonamida, prokain, indol, metildopa, asam 5-hidroksiindoleasetat dan metabolit asam

aminosalisilat. Reaksi Ehrlich dapat **dihambat** oleh konsentrasi nitrit yang tinggi, yang diproduksi dalam metabolisme bakteri, yang menghasilkan hasil negatif palsu. **Metode Chemstrip** yang lebih baru spesifik untuk urobilinogen. Dalam pengujian ini, urobilinogen bereaksi dengan senyawa diazonium dalam media asam, menghasilkan pewarna azo merah. Kedua metode tersebut dipengaruhi oleh obat-obatan dan metabolit yang menutupi warna strip uji dan menyebabkan interpretasi yang salah, termasuk phenazopyridine dan obat-obatan yang mengandung pewarna azo. Hasil negatif palsu menggunakan salah satu metodologi dapat diperoleh ketika pengujian ditunda, karena urobilinogen dapat diubah menjadi urobilin, yang tidak reaktif. Hasil negatif palsu juga dapat terjadi untuk kedua metode jika **formaldehida** digunakan sebagai pengawet urin, karena akan menghambat reaksi.

Dipstik adalah strip reagen berupa strip plastik tipis yang ditemplei kertas selulosa yang mengandung bahan kimia tertentu sesuai jenis parameter yang akan diperiksa. Urin dipstik atau carik celup urin merupakan analisis kimia cepat untuk mendiagnosa berbagai penyakit. Menurut panduan CLSI, parameter kimia urin meliputi glukosa, protein, bilirubin, urobilinogen, pH, berat jenis, darah, keton, nitrit dan leukosit esterase.

Tujuan : Untuk mendiagnosa infeksi saluran kemih (ISK), batu ginjal dan evaluasi berbagai penyakit ginjal, *follow up* terapi serta skrining terhadap status kesehatan umum.

Prinsip Kerja : Adanya sejumlah unsur kimia dalam urin akan merubah kertas strip urin yang berisi indikator (pereaksi) dalam waktu tertentu. Hasil reaksi dibaca secara visual.

Prinsip Pada masing-masing strip:

1. Ph : Kombinasi Indikator *methyl red* dan bromthymol blue yang terkandung pada carik memungkinkan perubahan warna carik yang jelas, dari orange, hijau, menjadi biru pada pH 5 - 9.
2. Protein : 3,3',5,5' Tetrachlorofenol – 3,4,5,6 tetrabromosulfophtalein dalam suatu sistem buffer yang mempertahankan pH

konstan, bereaksi dengan protein akan membentuk senyawa berwarna hijau muda sampai hijau tua.

3. Glukosa : D-glukosa oleh enzim glukosa oksidase diubah menjadi D- glukonolakton dan H_2O_2 . H_2O_2 yang terbentuk akan mengoksidasi kromogen membentuk senyawa berwarna Hijau.
4. Keton : Na - Nitroprusid sebagai oksidator kuat dengan asam acetoasetat dan aceton yang bersifat basa membentuk senyawa berwarna violet
5. Bilirubin : Bilirubin dengan garam diazonium dalam suasana asam membentuk azobilirubin yang berwarna merah violet.
6. Urobilinogen : Urobilinogen dengan para-aminobenzaldehide dalam suasana asam akan terbentuk senyawa azo yang berwarna merah.
7. Nitrit : Sulfanilamid aromatic 3 - hidroksi - 1,2,3,4 tetrahidrobenzokuinolin dan asam tartat, bila bereaksi dengan nitrit menghasilkan warna azo, intensitas warna azo/merah tersebut menjadi ukuran konsentrasi nitrit dalam urin.
8. Darah Samar : H_2O_2 oleh peroksidase yang ada pada Hb membentuk H_2O_2 dan On. On yang terbentuk akan mengoksidasi benzidin (kromogen) membentuk senyawa berwarna hijau biru.
9. Leukosit esterase : Idroksil asam carbonat ester yang tidak berwarna diuraikan oleh esterase yang terdapat pada granulosit akan membentuk indoxyl bebas bereaksi dengan garam diazonium membentuk senyawa berwarna violet.
10. BJ : Bromthymol blue dengan methyl vinyl ether maleic acid sodium salt akan memberikan warna urin dengan BJ $\geq 6,5$.

Alat dan Bahan:

1. Tabung Reaksi+Rak
2. Dipstik
3. Sample urin

Cara Kerja

1. Campurkan urin agar homogen, lalu dimasukkan kurang lebih 7-8 ml kedalam tabung.
2. Ambil satu strip dari wadah dan segera tutup wadah.

3. Celupkan strip reagen sepenuhnya ke dalam urin selama 2 detik.
4. Hilangkan kelebihan urin dengan menyentuhkan strip di tepi wadah spesimen atau dengan meletakan strip di atas secarik kertas tissue.
5. Perubahan warna diinterpretasikan dengan membandingkannya dengan skala rujukan, yang biasanya ditempel pada wadah/botol reagen strip.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvina., Wiradharma, Danny., Pusparini. 2019. *Urinalisis Teori dan Praktikum*. Jakarta: Sagung Seto.
- Aulya, M. Sultanul., Ismawatie, Emma., Widada, Subrata Tri., dkk. 2024. *Urinalisa dan Cairan Tubuh*. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Fan, Shu-Ling dan Bai, Shi. 2020. *Urinalysis. Contemporary Practice in Clinical Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815499-1.00038-7>
- Riswanto dan Rizki, M. 2015. *Urinalisis Menerjemahkan Pesan Klinis Urine Edisi Pertama*. Yogyakarta: Pustaka Rasmedia.

BAB 4

PEMERIKSAAN BERAT JENIS URIN

Oleh Ellies Tunjung Sari Maulidiyanti

4.1 Pendahuluan

Salah satu fungsi utama ginjal adalah mereabsorpsi bahan kimia esensial dan air dari filtrat glomerulus untuk memekatkan filtrat glomerulus. Evaluasi rutin dilakukan dengan mengukur berat jenis spesimen. Menyertakan berat jenis dalam urinalisis rutin membantu menentukan apakah konsentrasi spesimen cukup untuk memastikan pemeriksaan kimia yang akurat (Sugiarti, 2024). Berat jenis urin memiliki hubungan yang erat dengan diuresis. Semakin besar diuresis, semakin rendah berat jenis urin, dan sebaliknya, semakin pekat urin, semakin tinggi pula berat jenisnya. Dengan demikian, berat jenis urin berkaitan erat dengan fungsi pemekatan ginjal (Nyoto, 2020).

Berat jenis filtrat plasma yang memasuki glomerulus adalah 1,010. Urin yang memiliki berat jenis di bawah angka tersebut disebut isostenurik. Jika berat jenis urin kurang dari 1,010, maka spesimen tersebut dikategorikan sebagai hipostenurik, sementara jika di atas 1,010 disebut hiperstenurik (Sugiarti, 2024). Sedangkan nilai normal berat jenis urin pagi adalah 1.006-1.022, urin sewaktu 1.003-1.030. Molekul berukuran besar seperti protein dan glukosa merupakan komponen yang dapat mempengaruhi berat jenis urin (Astuti, 2017). Selain itu, obat-obatan tertentu, seperti sefalosporin, dapat menyebabkan hasil negatif palsu dalam pemeriksaan. Selain itu, asam askorbat dalam jumlah besar juga cenderung tidak menunjukkan reaksi pada pemeriksaan glukosa, atau dapat memperlambat perubahan warna yang terjadi dalam sistem pengujian glukosa oksidase (Frasatya, 2023).

Berat jenis didefinisikan sebagai rasio berat jenis larutan dibandingkan dengan berat jenis aquades dengan volume yang sama (SG 1,000) pada suhu yang setara. Urin sebenarnya merupakan cairan yang mengandung zat kimia terlarut, sehingga

berat jenis urin menjadi indikator densitas zat-zat kimia tersebut dalam sampel (Sugiarti, 2024). Kerapatan larutan dibandingkan dengan kerapatan aquades pada suhu dan volume yang sama disebut berat jenisnya. Berat jenis urin adalah ukuran kerapatan bahan kimia terlarut dalam spesimen, yang dipengaruhi oleh jumlah partikel, ukuran, dan suhu. Ini karena urin sebenarnya adalah air yang mengandung bahan kimia terlarut. Selama pengukuran, suhu urin harus dipantau. Jika suhunya menyimpang dari nilai urinometer sebelumnya, pengukuran harus dikoreksi (Medik, 2022).

Molekul yang lebih besar memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap hasil pengukuran dibandingkan dengan molekul yang lebih kecil. Hal ini menegaskan pentingnya melakukan koreksi terhadap keberadaan zat-zat yang biasanya tidak terdapat dalam urin, seperti glukosa dan protein. Saat ini, satu-satunya metode dalam urinalisis rutin yang dapat digunakan tanpa perlu melakukan koreksi adalah dengan menggunakan refraktometer (Sugiarti, 2024).

Pemeriksaan berat jenis urin adalah salah satu analisis yang umum dilakukan dalam urinalisis. Pemeriksaan ini untuk memperkirakan kemampuan ginjal, memantau kepatuhan pasien dalam upaya pencegahan pembentukan batu ginjal, serta mendeteksi kemungkinan adanya unsur patologis dalam urin, seperti sel darah, sel epitel, silinder, kristal, dan lainnya (Ratnawaty and Sungkawa, 2022). Berat jenis urin dapat bervariasi, mengalami penurunan atau peningkatan. Penurunan berat jenis urin biasanya terjadi pada kondisi seperti diabetes insipidus, diuresis, hipotermi, alkalosis, serta berbagai kelainan ginjal seperti pielonefritis dan glomerulonefritis. Sementara itu, peningkatan berat jenis urin dapat ditemukan pada penderita demam, dehidrasi, gagal jantung kongestif, insufisiensi adrenal, dan penyakit hati (Astuti, 2017).

4.2 Metode Pemeriksaan

Pemeriksaan berat jenis urin dapat dilakukan melalui beberapa metode, yaitu dipstik (carik celup), refraktometri, dan urinometri. Di laboratorium klinik, metode yang paling banyak digunakan adalah carik celup karena kepraktisan dan kecepatannya.

Namun, sering kali terdapat perbedaan hasil antara metode carik celup, refraktometer, dan urinometer. Salah satu kelemahan metode dipstik adalah jika pembacaan dilakukan dalam waktu kurang dari 30 detik, perubahan warna dapat terjadi, mengakibatkan kesalahan dalam menginterpretasikan hasil. Selain itu, stik carik celup yang telah melewati masa kadaluarsa juga tidak dapat digunakan karena dapat memengaruhi akurasi hasil (Frasatya, 2023).

Pemeriksaan berat jenis urin dengan metode refraktometri memiliki kelebihan, yaitu memungkinkan penggunaan volume urin yang lebih kecil. Namun, metode ini juga memiliki kekurangan, yakni tidak dapat digunakan dalam kondisi cahaya ruangan yang kurang, karena hal tersebut dapat mempengaruhi akurasi hasil (Frasatya, 2023).

Pemeriksaan berat jenis dengan metode urinometri umumnya digunakan untuk mengukur kepadatan urin dan menilai kemampuan ginjal dalam memekatkan dan mengencerkan urin. Namun, ada beberapa kekurangan dalam penggunaan metode ini, antara lain kebutuhan akan volume urin yang lebih banyak serta pengaruh kebersihan dan suhu yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan (Frasatya, 2023).

4.2.1 Metode Urinometer

Urometer terdiri dari pelampung yang terpasang pada skala yang telah dikalibrasi untuk mengukur berat jenis urin. Pelampung tersebut memindahkan volume cairan yang setara dengan beratnya dan didesain untuk tenggelam pada kadar 1,000 dalam air murni atau aquades. Massa tambahan yang disebabkan oleh zat terlarut dalam urin membuat pelampung tersebut memindahkan volume urin yang lebih sedikit dibanding air murni atau aquades. Urinometer kurang tepat atau akurat dibandingkan metode lain yang ada saat ini dan tidak dianjurkan oleh *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) (Sugiarti, 2024).

Prinsip

Berat jenis urin diukur dengan urinometer yang mempunyai skala 1.000 – 1.060 pada temperatur atau suhu 20°C karena temperatur urin dapat berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan wadah penampung urin, gelas ukur, pipet tetes, urinometer. Bahan yang digunakan adalah urin segar.

Prosedur

1. Tera urometer dengan aquadest terlebih dahulu untuk mengkalibrasinya (BJ harus sama 1,00, apabila tidak sama maka hasil pembacaan dikurangi dengan selisihnya)
2. Tuang urin ke dalam gelas ukur di tempat datar dan mengisinya sebanyak $\frac{3}{4}$ bagian gelas ukur
3. Masukkan urometer ke dalam gelas ukur dengan cara memutar pada sumbu panjangnya secara perlahan dan tidak menyentuh pada bagian dinding dalamnya.
4. Amati strip yang terangkat di permukaan dan baca pada bagian miniskusnya, dimana 1 strip = 0,001
5. Menghitung berat jenis dari Spesimen urin

Perhitungan:

$$Bj \text{ urin} = \frac{Bj \text{ skala pada urinometer} \times (temp \text{ urin} - temp \text{ tera}) \times 0.001}{3} + 1$$

Faktor koreksi

Pemeriksaan berat jenis dengan menggunakan urinometer memerlukan faktor koreksi.

Faktor koreksi tersebut antara lain:

1. Faktor kalibrasi dengan aquades
 - a. Contoh Bj aquades = 1.004 : Bj urin jadi dikurangi 0,004
 - b. Contoh Bj aquades = 1.006 : Bj urin jadi dikurangi 0,006
2. Faktor suhu
 - a. Baca terlebih dahulu suhu tera urinometer
 - b. Lalu tentukan suhu ruangan pengukuran
 - c. Tiap kenaikan 3 derajat celcius dari suhu tera urinometer : Bj urin + 0,001

3. Faktor pengenceran

Banyak pengenceran terhadap urin x 2 angka paling belakang pada Bj urin

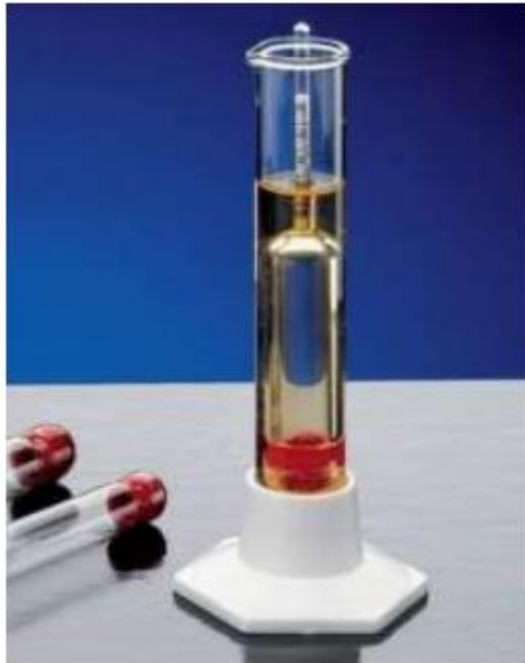
Contoh : pengenceran 2 x Bj urin 1.011 ; 2 x 11 : Bj urin 1.022

(Aryani, 2021).

Interpretasi Hasil

Berat jenis normal antara 1.003 – 1.030.

(Sugiarti, 2024).



Gambar 4.1. Urinometer
(Aryani, 2021)

4.2.2 Metode Refraktometri

Alat refraktometer mengukur konsentrasi partikel terlarut dalam spesimen dengan cara mengukur indeks refraksi. Indeks refraksi merupakan rasio antara kecepatan cahaya di udara dan

kecepatan cahaya dalam larutan. Jumlah partikel terlarut dalam larutan mempengaruhi kecepatan serta sudut cahaya yang melewati larutan. Refraktometer klinis memanfaatkan prinsip cahaya ini menggunakan prisma untuk menampilkan panjang gelombang tertentu (monokromatik) pada siang hari pada skala besar yang telah dikalibrasi oleh pabrik. Konsentrasi spesimen memengaruhi sudut cahaya yang masuk ke dalam prisma. Dengan demikian, skala berat jenis diatur berdasarkan sudut cahaya yang melalui spesimen.

Penggunaan alat refraktometer menawarkan keuntungan, yaitu menentukan berat jenis menggunakan sampel dengan volume minimal (satu atau dua tetes). Koreksi suhu tidak diperlukan karena cahaya melewati cairan untuk kompensasi suhu sebelum diarahkan ke skala densitas. Suhu dikompensasi dalam rentang 15°C hingga 38°C. Koreksi untuk glukosa dan protein harus dihitung dengan mengurangi 0,003 untuk setiap gram zat yang ada dan 0,004 untuk setiap gram glukosa. Jumlah protein atau glukosa yang ada dapat diukur melalui pemeriksaan strip reagen kimia. Saat menggunakan refraktometer, satu tetes urin diletakkan di atas prisma, instrumen difokuskan pada sumber cahaya yang baik, dan pembacaan dilakukan langsung dari skala berat jenis. Prisma dan penutupnya juga harus segera dibersihkan setelah masing-masing pemeriksaan spesimen.

Refraktometer yang telah dikalibrasi dengan aquadest harus menunjukkan angka 1,000. Jika diperlukan, alat dilengkapi dengan sekrup penyesuaian untuk mengatur pembacaan aquadest. Pemeriksaan kalibrasi lebih lanjut dilakukan dengan menggunakan NaCl 5% yang berdasarkan tabel konversi, seharusnya menunjukkan angka 1,022 dengan toleransi sekitar 0,001, atau 9% sukrosa yang seharusnya terbaca 1,034 dengan toleransi sekitar 0,001. Sampel kontrol urin dengan tingkat konsentrasi rendah, sedang, dan tinggi juga perlu diuji di awal pemeriksaan. Proses kalibrasi dan hasil kontrol harus selalu dicatat dalam catatan pengendalian mutu yang baku.

Hasil yang sangat tinggi (melebihi 1.040) ditemukan pada pasien yang baru saja menjalani pielogram intravena. Ini disebabkan oleh pengeluaran media kontras radiograf yang diberikan. Pasien yang menerima dekstran atau cairan intravena berberat-molekul-

tinggi (agen pengembang plasma) lainnya juga menghasilkan urin dengan berat jenis yang sangat tinggi. Saat zat-zat asing dihilangkan dari tubuh, berat jenis kembali ke normal. Dalam keadaan seperti ini, konsentrasi urin dapat diukur menggunakan pemeriksaan kimia dengan strip reagen.

Prinsip

Refraksi cahaya polikromatis dari sinar lampu yang menerangi dat light plate. Spesimen ditetaskan pada day light palte, kemudian diberikan cahaya polikromatis dan selanjutnya diteruskan ke prisma. Di dalam prisma, cahaya polikromatis diubah menjadi cahaya monokromatis yang kemudian difokuskan pada lensa. Cahaya monokromatis yang telah melewati lensa diarahkan ke biomaterial skip pada skala yang dirancang untuk gravitasi urin.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah wadah penampung urin, pipet tetes, refraktometer. Bahan yang digunakan adalah urin segar.

Prosedur

1. Tera indeks bias aquadest terlebih dahulu dengan meneteskannya ke seluruh bagian permukaan prisma dantutup refraktometer secara perlahan
2. Amati skala pembatas antara daerah terang dan gelap yang ada dalam alat refraktometer menggunakan mata dengan mengarahkan ke arah sumber cahaya untuk BJ aqudest harus terlihat pada skala 0/00 yang berarti 1.00)
3. Bersihkan cairan aquadest kain yang lembut / tissue
4. Teteskan urin dengan pipet tetes ke seluruh bagian permukaan prisma dan tutup refraktometer secara perlahan
5. Amati strip pembatas garis yang muncul pada permukaan dan baca skalanya yang tertera di samping, meniskus, dimana 1 strip = 0,001

Interpretasi Hasil

Berat jenis normal :1,003 – 1,030
(Sugiarti, 2024)



Gambar 4.2. Refraktometer
(Aryani, 2021)

4.2.3 Metode *Dipstick*

Metode semi kuantitatif yang biasa diterapkan di laboratorium untuk menguji urin adalah strip tes. Metode strip tes lebih disukai karena penerapannya cepat, lebih praktis, menghemat waktu, dan hasilnya lebih mudah untuk ditafsirkan dengan mengamati perubahan warna yang terjadi serta memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang sangat tinggi (Permanasari, 2024).

Strip terdiri dari tiga komponen utama, yaitu polielektrolit, substansi indikator, dan buffer. Proses pemeriksaannya didasarkan pada variasi pKa (konstanta disosiasi) dari polielektrolit dalam lingkungan bersifat basa. Polielektrolit dalam reagen strip akan terionisasi, menghasilkan ion hidrogen (H^+). Volume ion hidrogen (H^+) yang dihasilkan dipengaruhi oleh jumlah ion yang ada dalam urin. Apabila kadar ion hidrogen dalam urin rendah, maka densitas urin tersebut cenderung rendah, sehingga pH urin lebih bersifat basa (Sari, 2020).

Prinsip

Mencelupkan strip ke dalam specimen urin, kemudian dipstick akan menyerap urin dan terjadi reaksi kimia yang mengubah warnanya dengan jenis dan tingkat tertentu dalam waktu singkat (Permanasari, 2024).

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah wadah penampung urin, *dipstick*.
Bahan yang digunakan adalah urin.

Prosedur

1. Menyiapkan urin dalam wadah penampung urin.
2. Mencelupkan strip ke dalam spesimen urin.
3. Dipstick akan menyerap urin dan terjadi reaksi kimia.
4. Reaksi kimia akan mengubah warnanya dengan jenis dan tingkat tertentudalam hirungan detik atau menit.
5. Warna yang terbentuk dibandingkan dengan bagan warna masing-masing parameter pada strip untuk menentukan hasil tes.
6. Jenis dan tingkat perubahan warna tia parameter memberikan informasi jenis dan kadar zat-za kimia tertentu dalam urin.

(Amalia, Nurul, 2019).



Gambar 4.3. *Dipstick Urin*
(Sari, 2020)

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Nurul, I. (2019) *Perbedaan Jumlah Sedimen Eritrosit Pada Urin Berat Jenis Tinggi Yang Disentrifugasi dan Didiamkan*. Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta.
- Aryani, D. (2021) *Modul Praktikum Kimia Klinik I*. Universitas Binawan.
- Astuti, F.Y. (2017) *Hubungan Berat Jenis Urin Dengan Jumlah Leukosit pada Sedimen Urin Tersangka ISK*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Frasatya, A. (2023) 'Perbedaan Metode Pemeriksaan Berat Jenis Urin Terhadap Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Urin', *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 8(10). A
- Medik, D.T.L. (2022) *Kimia Klinik, Urinalisis dan Cairan Tubuh*. Edited by G. Nugraha. EGC.
- Nyoto, L.K. (2020) *Nilai Diagnostic Berat Jenis Urin Untuk Menilai derajat Dehidrsi Penderita Diare Pada Anak*.
- Permanasari, N.G. (2024) 'Pengaruh penundaan waktu dan suhu pemeriksaan terhadap kadar glukosa urin dan protein urin 1', *Prosiding Seminar Informasi Kesehatan Nasional*, 2(5), pp. 140–150.
- Ratnawaty, G. jenny. and Sungkawa, H.B. (2022) 'Gambaran Berat Jenis Urin Dan Kadar Protein Urin Pada Ibu Hamil', *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 1(1), pp. 89–83.
- Sari, E. (2020) *Pengaruh Waktu dan Suhu Penyimpanan Terhadap Hasil Urinalisis Metode Dipstik Pada Urin Penderita Hiperglikemia*. Univeristas Hasanudin.
- Sugiarti, D. (2024) *Modul Praktikum Urinalisis dan Cairan Tubuh*. AIPTLMI.

BAB 5

SEDIMEN URIN

Oleh Ragil Saptaningtyas

5.1 Pendahuluan

Urin merupakan salah satu bagian dari cairan yang diekskresikan oleh tubuh. Urin mengandung zat-zat sisa dari metabolisme tubuh. Salah satu parameter urinalisis yang penting untuk dianalisis adalah pemeriksaan sedimen urin. Sedimen urin dapat menginformasikan partikel padat pada urin yang dapat mengarah pada keadaan patologis, sehingga penting untuk dilakukan karena dapat membantu menggambarkan keadaan ginjal dan saluran kemih. Berbagai macam penyakit dapat dideteksi melalui pemeriksaan sedimen urin, seperti batu ginjal, infeksi ginjal, infeksi saluran kemih dan penyakit sistemik lain. Oleh sebab itu, pemahaman mengenai sedimen urin, unsur-unsur sedimen diperlukan khususnya sebagai tenaga teknologi laboratorium medis/ analis kesehatan untuk membantu menegakkan diagnosis klinis. Bab ini akan membahas tentang konsep pemeriksaan sedimen urin, metode pemeriksaan sedimen urin, dan identifikasi unsur-unsur sedimen urin melalui gambar-gambar.

Unsur organik dan organik menyusun sedimen urin. Secara singkat, sedimen urin diperoleh melalui sentrifugasi urin yang kemudian diamati secara mikroskopis. Perkembangan teknologi pada deteksi sedimen urin semakin meningkatkan akurasi hasil pemeriksaan sedimen urin. Bab ini akan membahas tentang persiapan pemeriksaan sedimen urin mulai dari persiapan sampel, sentrifugasi, sampai pembacaan preparat, dan jenis-jenis sedimen urin beserta dengan gambar sedimen.

5.2 Persiapan pemeriksaan

5.2.1 Persiapan sampel

Jenis sampel yang digunakan dalam pemeriksaan sedimen urin adalah urin segar, urin yang diambil adalah urin *midstream*, lebih disarankan urin pagi, dan tidak lebih dari 2 jam. Berikut adalah beberapa contoh kesalahan dalam persiapan sampel sedimen urin:

1. sampel yang digunakan telah lebih dari 2 jam pada suhu ruang
2. menghomogenkan urin tanpa tutup, hal ini dapat menyebabkan urin tidak homogen secara sempurna
3. volume urin yang tidak sesuai pada saat preparasi sampel
4. sentrifugasi dengan waktu yang terlalu cepat atau terlalu lama
5. kecepatan sentrifugasi yang tidak sesuai (kurang atau lebih dari 400 g (radius 13.2 cm, 1620 rpm)
6. tidak meresuspensi sedimen urin.

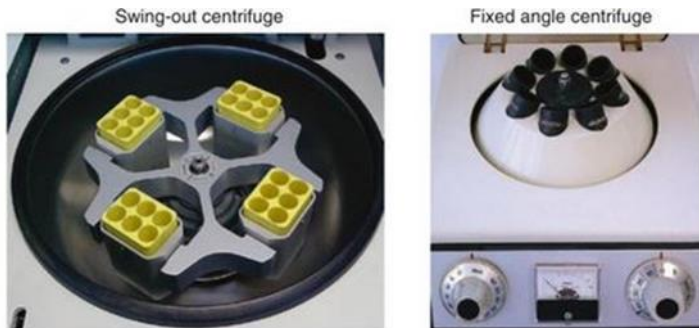
Berdasarkan kemungkinan kesalahan tersebut di atas, terdapat beberapa tips untuk mengoptimalkan sampel urin yang akan digunakan untuk pemeriksaan sedimen urin.

1. Perhatikan warna, volume, dan kekeruhan urin pada awal pemeriksaan
2. Jika tidak dapat memeriksa sampel secara langsung, simpan urin pada suhu 4-8° c
3. Pasang instruksi kerja singkat dan jelas untuk panduan pemeriksaan di dekat meja pemeriksaan
4. Penuangan supernatan hasil sentrigugasi dilakukan dengan membalik tabung dan hitung sampai 3 lalu kembalikan ke atas secara cepat.

Sampel yang representatif dapat menggambarkan hasil yang sesuai dengan keadaan klinis pasien. Minimalisasi kesalahan pada saat persiapan sampel diharapkan dapat meningkatkan mutu hasil pemeriksaan sedimen urin yang telah dilakukan.

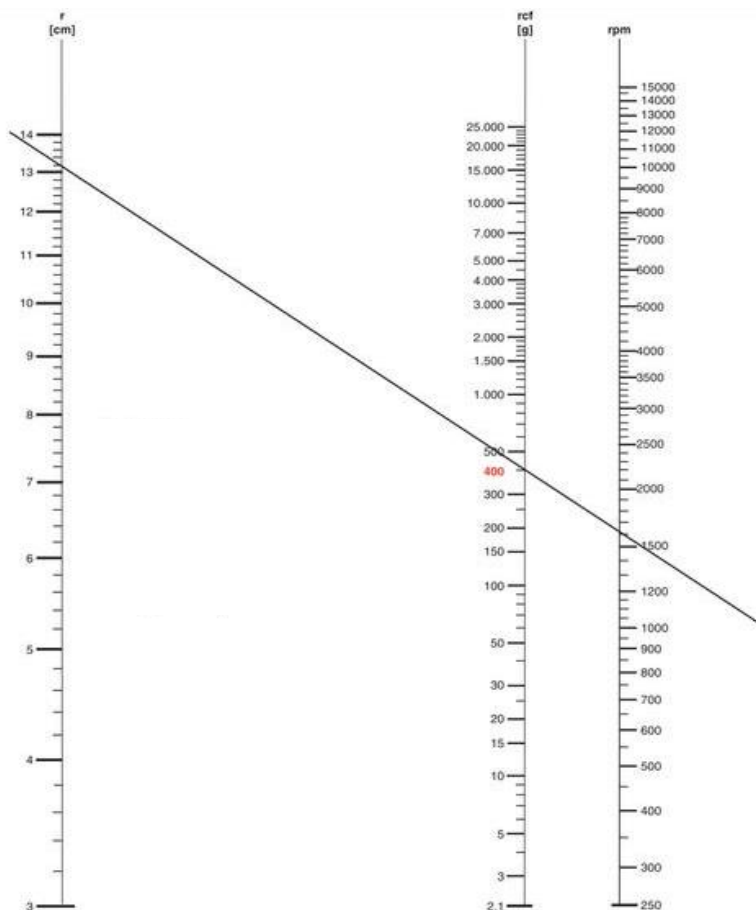
5.2.2 Sentrifugasi

Adapun proses sentrifugasi yang dilakukan sebaiknya menggunakan tipe sentrifuge yang sesuai anjuran, yaitu sentrifuge swing-out. Sedimen urin yang terbentuk dari sentrifugasi menggunakan sentrifuge swing-out menghasilkan sedimen yang berada di dasar tabung, sedangkan yang menggunakan sentrifuge fixed-angle sedimen cenderung menempel di dasar tabung sehingga sulit untuk diresuspensi.



Gambar 5.1. Sentrifuge swing-out dan fixed-angle
(Sumber: Nauendorf, 2020)

Radius rotor pada sentrifuge sangat mempengaruhi kecepatan sentrifugasi. Pengukuran kecepatan sentrifugasi dapat merujuk pada normogram pada Gambar 5.2.



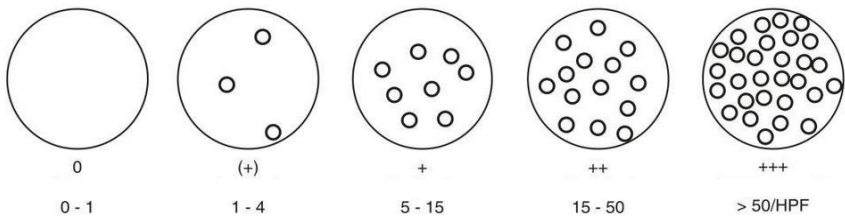
Gambar 5.2. Normogram sentrifuge
(Sumber: Nauendorf, 2020)

Sebagai contoh, jika radius (r) rotor yang digunakan adalah 13.2 cm dan kecepatan (RCF) yang digunakan adalah 400 g, jika ditarik garis lurus antara radius dengan RCF, maka kecepatan sentrifugasi adalah sekitar 1600 RPM. Selain menggunakan normogram, kecepatan sentrifuge dalam RCF atau RPM dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{RCF} = \text{RPM}^2 \times 1.118 \times r \times 10^{-5}$$

5.2.3 Pembacaan preparat

Pengamatan dan perhitungan sedimen urin dilakukan menggunakan mikroskop dengan metode tertentu sesuai dengan jenis sedimen yang tampak. Pembacaan preparat dilakukan secara zig zag agar unsur yang telah terhitung tidak terhitung lagi. Eritrosit, leukosit, dan sel epitel mengikuti cara perhitungan secara semi kuantitatif, sedangkan untuk silinder yang jarang ditemukan dapat dihitung sebagai jumlah total yang ditemukan. Bakteri, kristal, yeast, dan sperma tidak dihitung namun jika ditemukan hanya dilaporkan dalam bentuk positif (+).



Gambar 5.3. Pembacaan secara semi kuantitatif
(Sumber: Nauendorf, 2020)

5.3 Jenis sedimen urin

Sedimen urin dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu sedimen organik dan anorganik.

5.3.1 Sedimen organik

Unsur dalam sedimen organik urin merupakan unsur yang berasal dari dalam tubuh, baik yang terbentuk secara fisiologis maupun patologis. Keberadaan unsur organik yang berlebihan dapat mengindikasikan adanya gangguan yang ada pada ginjal dan saluran kemih. Unsur utama dari sedimen organik dalam urin antara lain eritrosit, leukosit, epitel, silinder, dan mikroorganisme.

Eritrosit

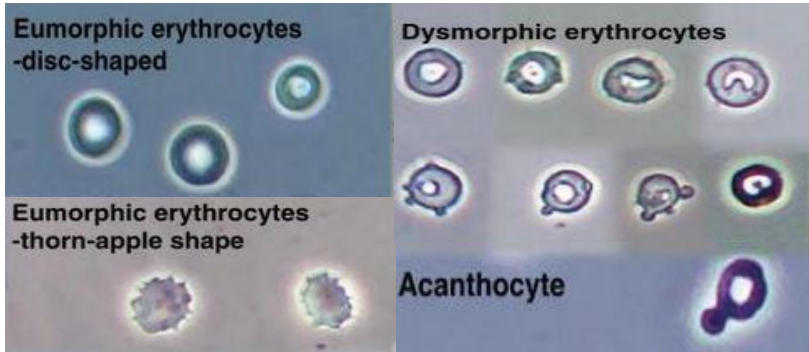
Urin dalam keadaan normal tidak terdapat eritrosit ataupun hanya ditemukan kurang dari 3 sel/ lapang pandang besar (LPB). Apabila ditemukan eritrosit dengan jumlah yang berlebihan, maka hal tersebut merupakan indikasi adanya hematuria yang dapat

berasal dari infeksi saluran kemih (ISK), batu ginjal, atau keadaan glomerulonefritis. Eritrosit dapat terlihat sebagai satu sel maupun berkelompok dalam silinder eritrosit. Hematuria terbagi menjadi 2 jenis yaitu makrohematuria dan mikrohematuria.

Makrohematuria/ *gross hematuria* dapat lebih mudah dideteksi karena terdapat perubahan warna pada urin menjadi merah tergantung dari banyaknya perdarahan yang terjadi. Jumlah eritrosit yang ditemukan dapat lebih dari 1000 sel/ μ L. Ekskresi eritrosit yang berlebihan ini dapat terjadi akibat dari ISK, batu ginjal, atau cedera pada ginjal. Urin dengan makrohematuria memiliki warna merah sampai coklat tergantung pada jumlah darah yang telah tercampur dengan urin. Apabila ditambah dengan adanya gumpalan darah, maka perdarahan dapat berasal dari saluran kemih bagian bawah.

Mikrohematuria/ *microscopic hematuria* hanya dapat terdeteksi secara mikroskopis atau menggunakan pemeriksaan secara kimiawi karena jumlah eritrosit yang terlalu sedikit. Jumlah eritrosit yang ditemukan hanya berkisar 3-5 sel/ LPB. Urin dengan mikrohematuria tetap berwarna kuning dan tidak nampak terlihat adanya perdarahan. Penyebab adanya mikrohematuria pada urin antara lain hipertensi, gangguan ginjal kronis ringan, dan olahraga berat.

Selain jumlah eritrosit yang ditemukan dalam urin, bentuk eritrosit yang tampak pada sedimen urin juga tergantung dari pH urin. Eritrosit akan tampak seperti cakram (*disc-shaped*) pada pH 6, berbentuk seperti apel berduri (*thorn apple-shaped*) pada pH kurang dari 6. Eritrosit dismorfik juga ditemukan ketika eritrosit berada dalam urin yang predominan mikrositik dan jika ditemukan lebih dari 70% maka mengindikasikan penyakit ginjal. Bentuk akantosit pada eritrosit tampak sebagai eritrosit dengan proyeksi bola yang mengindikasikan kerusakan pada glomerulus ginjal.



Gambar 5.4. Variasi bentuk eritrosit pada urin
(Sumber: Nauendorf, 2020)

Leukosit

Leukosit pada urin merupakan unsur organik yang berbentuk bulat dengan granula dan inti yang terlihat jelas (polimorfonuklear). Sel leukosit dapat terlihat satuan atau berkelompok membentuk silinder leukosit. Kondisi leukosituria terjadi jika leukosit terhitung lebih dari 4 sel/ LPB, sedangkan pyuria terjadi ketika leukosit urin meningkat secara masiv sehingga urin tampak putih keruh dengan sedimen urin yang berwarna cenderung keputihan. Peningkatan jumlah leukosit urin mengindikasikan adanya inflamasi pada saluran kemih maupun pada penyakit ginjal. Sel limfosit juga mungkin dapat ditemukan pada urin, namun tidak dapat terdeteksi di area leukosit pada tes strip urin. Makrofag pada urin menunjukkan adanya proses inflamasi yang sedang berlangsung.



Gambar 5.5. Leukosit
(Sumber: dokumentasi pribadi)

Epitel

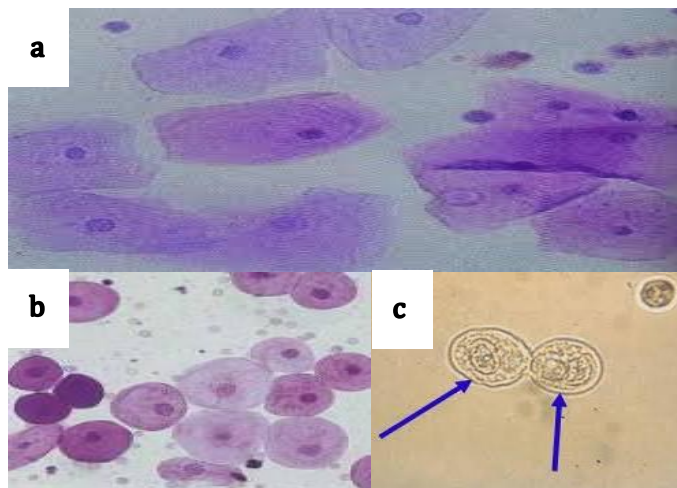
Sel epitel pada urin dapat berasal dari berbagai bagian pada saluran kemih. Proses pelepasan epitel disebut sebagai deskuamasi epitel, yang dapat terjadi pada kondisi normal maupun patologis. Pelepasan epitel dalam keadaan normal merupakan proses pergantian sel tua dengan sel yang baru. Epitel skuamosa ditemukan dalam jumlah kecil dan tidak menimbulkan gejala klinis yang signifikan. Pelepasan epitel pada keadaan inflamasi merupakan pelepasan epitel yang mengalami kerusakan karena infeksi dan memaksa pelepasan epitel secara berlebihan. Obat-obatan yang bersifat nefrotoksik juga dapat menyebabkan deskuamasi yang berlebihan. Urin yang mengalami perubahan pH secara drastis (terlalu asam/basa) dan begitu juga pada kondisi dehidrasi maupun overhidrasi.

Epitel terbagi menjadi 3 jenis, yaitu epitel skuamosa, epitel transisional, dan epitel renal.

Tabel 5.1. Jenis epitel

Jenis Epitel	Asal	Keterangan
Sel Epitel Skuamosa	Uretra distal, vagina	Normal bila ditemukan dalam jumlah kecil
Sel Epitel Transisional	Kandung kemih, ureter, pelvis ginjal	Meningkat pada inflamasi atau kanker kandung kemih
Sel Epitel Renal	Tubulus ginjal	Adanya kerusakan ginjal seperti glomerulonephritis atau NTA

Sumber: (Mundt, Lilian A., Shanahan, 2016)



Gambar 5.6. a. Epitel skuamosa, b. Epitel transisional, c. Epitel renal
(Sumber: Strasinger, 2019)

Silinder (*cast*)

Silinder pada urin merupakan struktur yang berbentuk memanjang mengikuti bentuk tubulus ginjal. Pembentukan silinder terjadi karena peningkatan konsentrasi protein Tamm-Horsfall, stagnasi urin dalam tubulus ginjal, presipitasi dan agregasi elemen seluler atau zat lain, dan adanya faktor-faktor yang mempermudah pembentukan silinder.

Protein Tamm-Horsfall merupakan mukoprotein yang banyak ditemukan pada urin, 90% dihasilkan oleh sel epitel pada lengkung Henle dan 10% dihasilkan oleh sel epitel pada tubulus kontortus distal. Protein Tamm-Horsfall adalah peptide yang sangat terglykosilasi, dengan berat molekul mencapai 1 juta Dalton. Jumlah asam amino asam pada protein Tamm-Horsfall lebih banyak daripada asam amino basa, sehingga menyebabkan titik isoelektriknya rendah sehingga sulit larut dalam larutan dengan pH netral/air dan cenderung membentuk gel dalam larutan basa. Protein Tamm-Horsfall berperan penting dalam pembentukan silinder hyaline dan menjadi kerangka dasar pembentukan silinder urin.

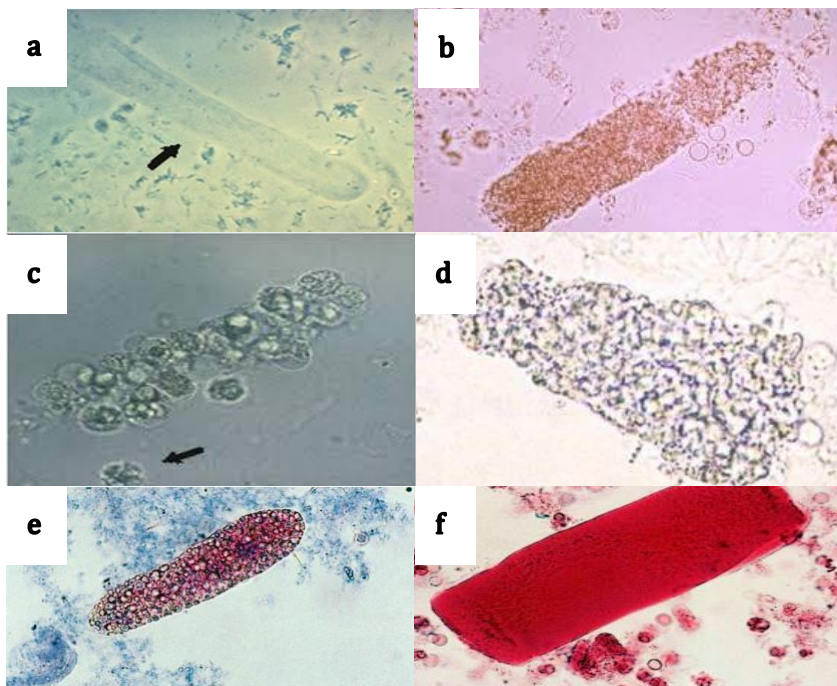
Aliran urin yang melambat atau mengalami stasis menyebabkan protein Tamm-Horsfall menggumpal membentuk

cetakan silinder. Jika ada elemen lain seperti eritrosit, leukosit, epitel, atau lemak yang terperangkap di dalam cetakan silinder akan membentuk silinder sesuai dengan jenis zat yang terperangkap.

Tabel 5.2. Jenis-jenis silinder

Jenis Silinder	Proses Pembentukan	Indikasi Klinis
Silinder Hyalin	Terbentuk hanya dari protein Tamm-Horsfall, transparan	Normal dalam jumlah kecil, dehidrasi, demam, olahraga berat
Silinder Granular	Agregasi protein dengan sisa-sisa sel rusak	Penyakit ginjal akut atau kronis
Silinder Eritrosit	Eritrosit terperangkap dalam matriks protein	Glomerulonefritis, trauma ginjal
Silinder Leukosit	Leukosit menumpuk dalam matriks protein	Pielonefritis, infeksi ginjal
Silinder Lilin	Silinder granular yang mengalami degenerasi lanjut, tekstur padat	Gagal ginjal kronis, nefropati stadium akhir
Silinder Lemak	Droplet lemak atau lipid terperangkap dalam protein	Sindrom nefrotik

Sumber: (Wu *et al.*, 2018; Mo *et al.*, 2023)



Gambar 5.7. a. Silinder hyaline, b. Silinder eritrosit, c. Silinder leukosit, d. Silinder granular, e. Silinder lemak, f. Silinder lilin
(Sumber: Strasinger, 2019)

Mikroorganisme

Mikroorganisme seperti bakteri, jamur, maupun parasite dapat ditemukan pada sedimen urin. Bakteri dapat berbentuk batang maupun kokus. Bakteri dalam jumlah sedikit mungkin terjadi karena adanya kontaminasi pada sampel urin. Jika ditemukan dalam jumlah banyak, bakteri merupakan indikasi adanya infeksi pada saluran kemih. Jamur dengan bentuk beragam yang ditemukan pada urin biasanya adalah *Candida sp.* yang sering dijumpai pada penderita DM atau pada pengkonsumsi antibiotic jangka panjang. Parasit seperti *Trichomonas vaginalis* biasanya ditemukan pada wanita dengan infeksi genital. Mikroorganisme lain dapat ditemukan pada urin tergantung dari keadaan pasien.



Gambar 5.8. Mikroorganisme pada sedimen urin
(Sumber: Nauendorf, 2020)

5.3.2 Sedimen anorganik

Unsur anorganik yang ditemukan dalam sedimen urin merupakan unsur yang tidak berasal dari sel atau jaringan tubuh dan biasanya membentuk kristal tertentu. Unsur anorganik terbentuk dari presipitasi garam-garam anorganik yang terlarut di dalam urin. Presipitasi dipengaruhi oleh pH, suhu, dan konsentrasi zat terlarut pada urin. Jenis sedimen berdasarkan pH urin dikategorikan menjadi sedimen pada urin asam ($\text{pH} < 7$) dan urin basa ($\text{pH} > 7$). Kristal dihitung dalam LPK.

Sedimen pada urin asam (asam urat, natrium urat, kalium urat, kalsium urat)

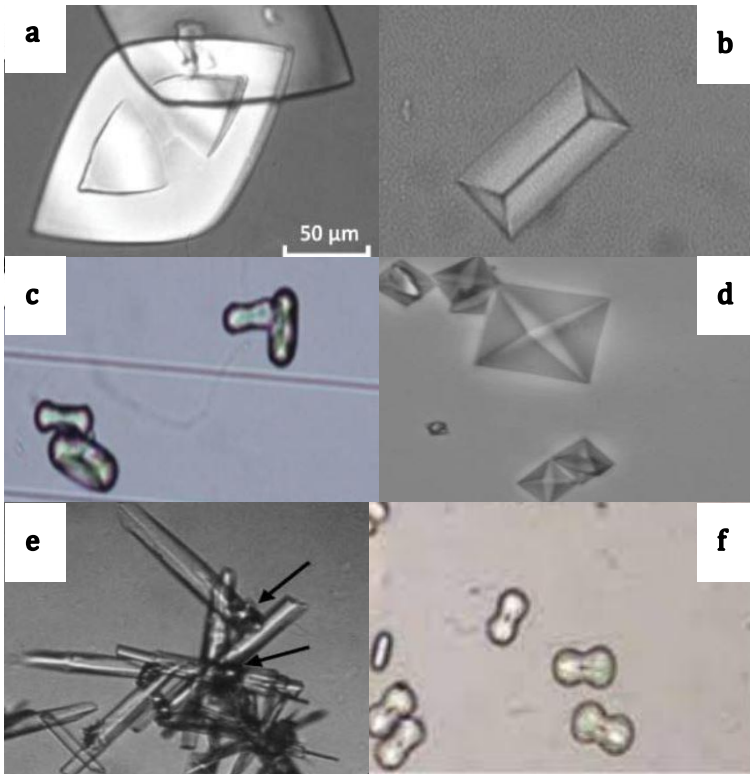
Kristal asam urat, natrium urat, kalium urat, kalsium urat terbentuk akibat presipitasi garam yang tidak larut dalam kondisi tertentu. Jumlah kristal yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi garam. Asam urat merupakan produk akhir metabolisme purin yang diekskresikan oleh ginjal. Asam urat dapat larut dalam urin pada kondisi normal, namun apabila konsentrasi asam urat terlalu tinggi dan pH urin terlalu asam ($\text{pH} < 5,5$) maka kelarutan menjadi berkurang dan mengendap sebagai kristal asam urat. Penundaan pemeriksaan urin pada suhu yang rendah juga dapat menyebabkan kristalisasi menjadi lebih cepat. Bentuk kristal asam urat bervariasi dari oval, jarum, roset sampai belah ketupat. Peningkatan kristal asam urat dalam sedimen urin mengindikasikan gangguan metabolisme purin. Asam urat dalam urin dapat berikatan

dengan natrium, kalium, dan kalsium sehingga membentuk natrium urat, kalium urat, dan kalsium urat.

Kristal kalsium oksalat merupakan kristal yang paling umum ditemukan dalam sedimen urin dan dapat berbentuk monohidrat dan dihidrat. Kalsium oksalat monohidrat berbentuk tidak beraturan, seperti barbel atau oval. Kalium oksalat dihidrat berbentuk seperti amplop/ octahedral.

Sedimen pada urin basa (triple fosfat, kalsium fosfat, kalsium karbonat)

Kristal triple fosfat, juga dikenal sebagai magnesium ammonium fosfat (struvite), sering ditemukan dalam urin, terutama pada kondisi pH basa ($>7,0$). Kristal ini berhubungan dengan infeksi saluran kemih (ISK) akibat bakteri penghasil urease, seperti *Proteus*, *Klebsiella*, dan *Pseudomonas*, yang meningkatkan pH urin dengan menguraikan urea menjadi amonia. Kristal triple fosfat berbentuk seperti prisma peti mati, ukuran bervariasi sesuai dengan konsentrasi dan kondisi urin. kristal kalsium fosfat dapat ditemukan dalam 2 bentuk utama, yaitu fosfat amorf (butiran kecil tidak beraturan) dan prisma panjang /roset. Kristal kalsium karbonat merupakan hasil dari gangguan metabolisme kalsium, konsumsi suplemen kalsium, dan jarang pada manusia. Kristal kalium karbonat berbentuk bulat atau butiran kecil, dan terkadang membentuk kelompok seperti buah anggur.



Gambar 5.9. a. Kristal asam urat, b. kristal triple fosfat, c. kristal kalium oksalat monohidrat, d. kalsium oksalat dihidrat, e. kalsium fosfat, f. kalsium karbonat
 Sumber: (Daudon and Frochot, 2015)

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, M. L., Fody, E. P., & Schoeff, L. E. (2018). *Clinical Chemistry: Principles, Techniques, and Correlations* (8th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Daudon, M., & Frochot, V. (2015). Crystalluria. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 53, S1479–S1487.
<https://doi.org/10.1515/cclm-2015-0860>
- Katica, M., Hassan Ahmed, N., Salkic, A., Mukaca, A., Basic, A., & Dervisevic, E. (2019). The role of organic urine sediment analysis in the monitoring of renal diseases. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 4(1), 40–50.
<https://doi.org/10.31797/vetbio.524209>
- Kouri, T. T., Hofmann, W., Falbo, R., Oyaert, M., Schubert, S., Gertsen, J. B., Merens, A., & Pestel-Caron, M. (2024). The EFLM European Urinalysis Guideline 2023. In *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* (Vol. 62, Issue 9).
<https://doi.org/10.1515/cclm-2024-0070>
- McPherson, R. A., & Pincus, M. R. (2021). *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods* (24th ed.). Elsevier.
- M. Sari, Purwaningsih, Widyastuti, R. (2021). *Urinalisis dan Cairan Tubuh*. Rena Cipta Mandiri.
- Mo, B., Scharf, B., Gutheil, C., Letzel, M. C., & Hensel, A. (2023). Tamm–Horsfall protein in humane urine: sex-dependent differences in the excretion and N-glycosylation pattern. *Scientific Reports*, 13(1), 1–11.
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-44650-1>
- Mundt, Lilian A., Shanahan, K. (2016). *Graff's Textbook of Urinalysis and Body Fluids* (Third Edit). Jones & Bartlett Learning.
- Nauendorf, J. (2020). *Urine Sediment*. Springer.
- PA, W., Rabinovitch, A., Arzoumanian, L., Curcio, K. M., Dougherty, B., & Halim, A.-B. (2009). Urinalysis and Collection, Transportation, and Preservation of Urine Specimens (GP16-A2). *Clinical and Laboratory Standards Institute*, 21(19), 1–40.
- Strasinger, S. K., & Di Lorenzo, M. S. (2019). *Urinalysis and Body*

Fluids (7th ed.). F.A. Davis.

Wu, T. H., Li, K. J., Yu, C. L., & Tsai, C. Y. (2018). Tamm–Horsfall protein is a potent immunomodulatory molecule and a disease biomarker in the urinary system. *Molecules*, 23(1). <https://doi.org/10.3390/molecules23010200>

BAB 6

PEMERIKSAAN MIKROSKOPIS URIN

Oleh Herlando Sinaga

6.1 Pengertian

Pemeriksaan yang umum digunakan untuk mengidentifikasi masalah ginjal dan saluran kemih serta melacak proses hasil pengobatan adalah pemeriksaan mikroskopis, yang sering dikenal sebagai pemeriksaan sedimen urin (Brunzel, 2013). Sel dan partikel lainnya harus diamati di bawah mikroskop. Komponen mikroskopis yang berhubungan dengan infeksi (virus dan bakteri) dan yang tidak berhubungan dengan infeksi semisal adanya perdarahan, terjadinya disfungsi endotel dan penyakit gagal ginjal yang dapat diidentifikasi (Riswanto dan Rizki, 2015).

Tujuan dari pemeriksaan mikroskopis atau analisis sedimen urin adalah untuk menemukan dan mengklasifikasikan zat-zat yang tidak larut dalam urin. Sedimen urin yang ditemukan contohnya seperti, eritrosit, leukosit, sel epitel, silinder, bakteri, dan kristal non-organik lainnya dapat berkembang dalam urin sebagai hasil dari darah, ginjal, saluran *genitourinari* bagian bawah, dan kontaminasi yang berasal dari eksternal. Analisis mikroskopis urin berguna untuk melacak hasil pengobatan dan mengidentifikasi anomali pada ginjal dan sistem saluran kemih (Hasan & Rafika, 2021).

Kencing segar atau urin yang dikumpulkan dengan pengawet (idealnya formalin) dapat digunakan untuk analisis sedimen. Dalam analisis sedimen urin konvensional, komponen sedimen diendapkan menggunakan sentrifus. Setelah itu, sedimen diletakkan di atas kaca penutup pada kaca objek (Hardjoeno dan Fitriani, 2007). Selama bertahun-tahun, standar emas untuk analisis sedimen urin di laboratorium adalah pemeriksaan sedimen urin secara manual di bawah mikroskop (Cameron, 2015).

6.2 Unsur Sedimen Urin

Komponen urin yang tidak larut yang berasal dari ginjal, saluran kemih, dan darah disebut sedimen urin. Menurut Hardjoeno dan Fitriani (2007), sedimen urin dapat membantu memberikan informasi penting bagi dokter untuk membuat diagnosis dan melacak perkembangan penyakit ginjal dan saluran kemih.

Dua unsur sedimen antara lain organik dan non-organik. Sel epitel, eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih), silinder, fragmen jaringan, spermatozoa, bakteri, dan parasit adalah contoh unsur organik yang berasal dari organ atau jaringan. Urat dan kristal amorf merupakan contoh unsur non-organik yang tidak berasal dari suatu organ atau jaringan (Wirawan dkk., 2011). Menurut Gandasoebrata (2013), unsur organik biasanya memiliki arti yang lebih penting daripada unsur non-organik.

Tabel 6.1. Macam-macam Unsur Sedimen

Unsur Organik			
Epitel	Leukosit	<i>Oval fat bodies</i>	Pseudohipha
Silinder	Eritrosit	Spermatozoa	Parasit
Bakteri	Spora		
Unsur Non-norganik			
A. Kristal Normal :		B. Kristal Abnormal misalnya sistin, tirosin, leusin, kolesterol, bilirubin.	
1. pH asam contohnya asam urat, kalsium sulfat, natrium urat.		C. Obat misalnya sulfonamida	
2. pH asam/netral contohnya kalsium oksalat			
3. pH alkali/netral contohnya tripel fosfat			
4. pH alkali contohnya kalsium karbonat			

Sumber : Brunzel (2013)

6.3 Sel Epitel dalam Urin

Sel-sel epitel urin berasal dari lapisan sistem genitourinari. Sel-sel ini dapat ditemukan dalam jumlah normal atau dalam jumlah besar sebagai epitel yang rusak dan terkelupas yang disebabkan oleh penyakit ginjal atau proses inflamasi, atau sebagai pengelupasan kulit dari sel-sel tua. Meskipun peningkatan jumlah sel menunjukkan proses penyakit yang serius, beberapa jenis sel dapat menunjukkan bahwa spesimen dikumpulkan secara tidak benar. Pengujian sitologi lebih lanjut diperlukan setiap kali sel epitel dengan karakteristik yang menyimpang ditemukan, seperti ukuran, bentuk, inklusi, atau pola kromatin inti yang aneh. Sel-sel ini dapat merupakan konsekuensi dari radiasi atau kemoterapi, atau dapat juga merupakan tanda dari neoplasia saluran genitourinari (Riswanto dan Rizki, 2015).

Urin mengandung tiga jenis sel epitel yang berbeda: epitel skuamosa, epitel transisional (urothelial), dan epitel ginjal (tubular), yang dibedakan berdasarkan tempat asalnya dalam sistem genitourinari. Banyak laboratorium melaporkan adanya sel epitel tanpa mengidentifikasi jenisnya, sehingga sulit untuk membedakannya dengan sel epitel yang muncul di berbagai bagian saluran kemih (Riswanto dan Rizki, 2015). Perdarahan saluran kemih, yang dapat disebabkan oleh penyakit ginjal, infeksi, tumor ginjal, atau batu ginjal atau saluran kemih, ditandai dengan urin yang mengandung eritrosit.

Karena ukurannya, sel epitel skuamosa mudah dilihat di bawah mikroskop dengan pembesaran daya rendah. Ketika mengevaluasi sel epitel transisi dan ginjal, pembesaran daya tinggi harus digunakan. Setiap bentuk epitel yang ditemukan harus dicatat dalam laporan setelah sel epitel dilihat pada 10 lapangan pandang dengan perbesaran yang tepat. Istilah deskriptif seperti “tidak ditemukan, sedikit, sedang, atau banyak” per lapang pandang atau skala angka seperti 5-10 sel/LP dapat digunakan dalam format laporan.

Menurut Riswanto dan Rizki 2015, macam-macam sel epitel dibedakan menjadi :

6.3.1 Sel epitel *skuamosa*

Sel epitel terbesar dan paling umum yang ditemukan dalam sampel urin normal adalah sel epitel *skuamosa*. Ukurannya yang sangat besar (diameter 40-60 μm), tipis, rata, bulat kecil atau kadang-kadang tanpa inti, dan sitoplasma yang melimpah membuat sel epitel ini mudah diidentifikasi di bawah mikroskop. *Granula keratohialin*, yang sering ditemukan dalam sitoplasma, meningkat seiring dengan kerusakan sel. Ketika inti diwarnai dengan *Sternheimer-Malbin* (*safranin-kristal violet*), sitoplasma berubah menjadi pink violet dan inti berubah menjadi ungu. Karena ujung sel epitel *skuamosa* dapat menggulung atau melipat ke atas, sel ini dapat terlihat dalam bentuk yang tidak biasa.

Istilah umum untuk sel epitel *skuamosa* adalah “sel epitel gepeng”. Sel-sel ini ada sebagai sel individual atau dalam kelompok berukuran berbeda. Ketika sedimen dilihat dengan pembesaran daya rendah, sel-sel epitel ini sering kali merupakan hal pertama yang terlihat. Seluruh bagian uretra, lapisan vulva atau vagina pada wanita, dan uretra bagian bawah pada pria semuanya dilapisi oleh sel epitel *skuamosa*. Sel-sel ini tidak memiliki signifikansi patogen dan merupakan contoh pengelupasan sel normal. Jumlah sel epitel *skuamosa* yang signifikan dalam sedimen urin sering mengindikasikan kontaminasi pada vagina atau perineum; pada pria yang tidak disunat, jumlah yang signifikan juga mengindikasikan kontaminasi pada sampel. Urin dari pasien wanita lebih cenderung memiliki jumlah yang lebih tinggi. Oleh karena itu, pria yang tidak perlu mengupas kulup penisnya harus menggunakan teknik porsi tengah yang bersih (*clean-catch midstream*) untuk mengumpulkan spesimen guna meminimalkan kontaminasi sel *skuamosa*.

6.3.2 Sel epitel transisional (*urothelial*)

Sel epitel *transisional*, juga dikenal sebagai sel *urothelial*, berukuran lebih besar dari sel epitel tubulus ginjal dan sedikit lebih kecil dari sel *skuamosa*, dengan diameter 20-40 μm . Sel-sel ini berasal dari kandung kemih (*vesika urinaria*), ureter, pelvis ginjal, dan kaliks ginjal. Sementara epitel transisional pada wanita berada di kandung kemih dan ukurannya bervariasi dengan tiga lapisan

permukaan yang besar (30 - 40 μm) dan berbentuk bulat atau buah pir, jenis epitel ini juga melapisi uretra bagian tengah dan atas pada pria. Sel-sel lapisan bawah sering memanjang atau berbentuk kolumnar, sedangkan sel-sel lapisan tengah lebih bulat dan lebih kecil (20-30 μm).

Urin orang normal dan sehat biasanya mengandung sejumlah kecil sel epitel *transisional*, yang merupakan indikasi pelepasan epitel yang menua secara teratur. Sel-sel transisi dalam endapan urin sering kali berbentuk oval atau bulat, *polihedral*, memiliki ekor atau tonjolan, memiliki inti pusat, dan memiliki batas membran sel yang berbeda. Bagian saluran kemih tempat sel epitel transisi muncul menentukan ukurannya. Pembesaran daya tinggi digunakan untuk mengidentifikasi dan menghitung sel *transisional*.

Sampel urin dari infeksi saluran kemih sering mengandung lebih banyak epitel *transisional*. Peningkatan jumlah sel *transisional*, yang tidak memiliki makna klinis, dapat dijumpai secara tunggal, berpasangan, atau dalam rumpun atau kelompok (*syncytia*) setelah prosedur *urologi invasif* (misalnya, kateterisasi). Namun, jika peningkatan sel *transisional* terlihat tanpa memerlukan prosedur *urologi invasif* dan menunjukkan morfologi abnormal, seperti vakuola atau ukuran sel yang bervariasi dan inti yang tidak beraturan, itu mungkin merupakan tanda proses patologis yang memerlukan penyelidikan lebih lanjut, seperti infeksi virus atau keganasan (*neoplasia*).

6.3.3 Sel epitel tubulus ginjal

Sedimen urin manusia normal jarang mengandung sel epitel tubulus ginjal (RTE) (0 - 1 sel/5 LPB). Pengelupasan sel-sel yang sudah mengalami penuaan terlihat dalam jumlah minimal sel tubulus yang ada dalam urin normal. Bayi normal mungkin memiliki sedikit lebih banyak sel-sel ini dalam urin mereka. Cedera pada tubulus ginjal ditandai dengan peningkatan sel-sel ini, yang mungkin berdampak pada fungsi ginjal secara keseluruhan. Dua jenis sel epitel tubulus ginjal - yang berasal dari *tubulus konvolutus* dan *tubulus kolektivus* - dapat diidentifikasi melalui analisis mikroskopis sedimen urin.

Ukuran dan bentuk sel epitel tubulus ginjal bervariasi sesuai dengan bagian tubulus ginjal tempat sel tersebut berasal. Sel epitel tubulus ginjal berbentuk bulat atau lonjong, poligonal atau kubus, kolumnar, lonjong atau bahkan berbentuk cerutu, lebih besar daripada leukosit, memiliki inti bulat atau lonjong yang besar, dan kadang-kadang memiliki granula.

Nukleus sulit dilihat pada sedimen yang tidak diwarnai karena sel tubulus sering kali hadir akibat kerusakan jaringan (*nekrosis*). Mengidentifikasi dan menghitung sel tubulus harus dilakukan di LPB atau dengan pembesaran daya tinggi. Tergantung pada prosedur pemeriksaan laboratorium yang dilakukan, sel-sel ini dapat digambarkan sebagai “tidak ditemukan, jarang, sedikit, sedang, atau banyak” atau sebagai jumlah aktual per lapang pandang. Klasifikasi sel tubulus berdasarkan tempat asal tidak dianggap sebagai komponen analisis sedimen yang khas dan sering kali memerlukan teknik pewarnaan khusus. Tes sitologi urin harus dilakukan pada sampel jika ada lebih dari dua sel tubulus per LPB, yang merupakan indikasi kerusakan tubulus.

Nekrosis tubulus ginjal dapat disebabkan oleh sejumlah kondisi, termasuk paparan logam berat, induksi obat toksik (*aminoglikosida*), toksisitas hemoglobin dan mioglobin, infeksi virus (hepatitis B), *pielonefritis*, reaksi alergi, infiltrasi keganasan, keracunan salisilat, dan adanya penolakan transplantasi ginjal. Cara lain untuk melihatnya adalah sebagai efek sekunder dari penyakit glomerulus. Ketika membran basal terganggu karena kerusakan tubulus yang parah, maka akan terlihat fragmen ginjal. Keracunan salisilat adalah penyebab utama munculnya *sel kuboidal*.

6.3.4 Sel epitel tubulus konvolutus proksimal

Dibandingkan dengan tubulus lainnya, sel-sel *tubulus konvolutus proksimal* lebih besar (berdiameter 20-60 μm). Dikenal sebagai sel kolumnar atau *konvolutus*, sel-sel ini biasanya berbentuk lonjong, berbentuk cerutu, atau persegi panjang. Sel tubulus ini sering kali memiliki tampilan seperti silinder granular karena sitoplasma yang berbutir kasar. Sel-sel ini dapat berinti banyak dan memiliki *polakromatin* yang kaya di dalam nukleusnya, yang biasanya berbentuk eksentris.

6.3.5 Sel epitel tubulus konvolutus distal

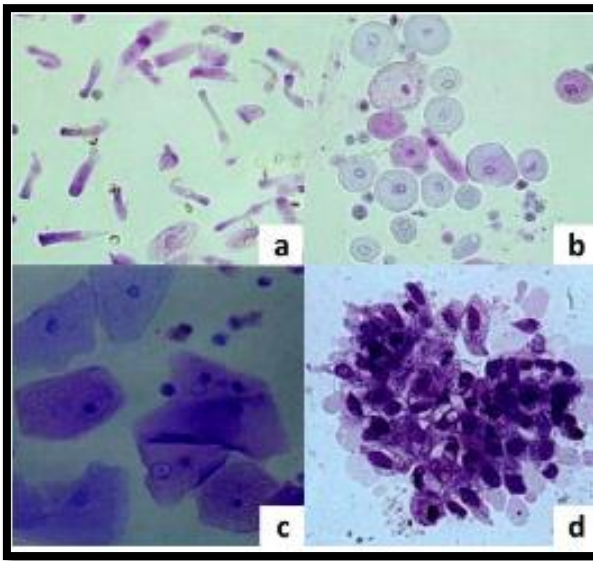
Berbentuk bulat atau lonjong dengan diameter sekitar 14-25 μm , sel epitel dari *tubulus konvolutus distal* lebih kecil daripada *tubulus konvolutus proksimal*. Sel-sel ini dapat menyerupai sel epitel transisional bulat dan leukosit, yang berukuran dua pertiga hingga dua kali lebih besar dari leukosit. Sel epitel *tubulus konvolutus distal* dapat dibedakan dari sel transisional bulat dengan mencari inti yang membulat eksentris.

6.3.6 Sel epitel duktus kolektivus

Sel-sel duktus kolektivus dapat berbentuk kolumnar, poligonal, atau kubus. Jarang sekali yang berbentuk bulat atau bundar. Oleh karena itu, sel-sel ini selalu diidentifikasi dengan memindai sudut atau tepi yang rata. Sel duktus kecil memiliki inti besar yang membentuk sekitar dua pertiga sel dan berbentuk kubus atau poligonal, dengan diameter 12-25 μm . Sel duktus besar memiliki inti yang eksentrik dan berbentuk kolumnar, dengan diameter 6 hingga 10 μm .

Monosit atau *makrofag* yang berbentuk bulat atau bundar dapat disalahartikan sebagai sel duktus kolektivus. Sel-sel duktus kolektivus menjadi lebih besar dan lebih kolumnar ketika mereka semakin dekat ke kaliks ginjal. Semua bentuk penyakit ginjal, termasuk *nekrosis tubular akut*, nefritis, penolakan transplantasi ginjal, dan keracunan salisilat, disertai dengan peningkatan sel duktus kolektivus.

Saat terjadi kerusakan tubulus yang signifikan dan kerusakan membran basal pada sel duktus kolektivus. Setelah trauma, syok, atau infeksi, fragmen duktus kolektivus ditemukan, yang menunjukkan *nekrosis iskemik* pada tubulus. Silinder patologis (seperti silinder granula, lilin, sel tubulus ginjal) dan peningkatan jumlah sel darah biasanya diamati bersama fragmen sel ginjal.



Gambar 6.1. Hasil Pengamatan Sel Epitel melalui Pewarnaan Sternheimer-Malbin (Perbesaran 400x):

(a.) sel *duktus kolektivus* ginjal;

(b.) Sel *epitel tubulus* ginjal;

(c.) sel *epitel skuamosa*;

(d.) sel *epitel transisional*

(Sumber : Riswanto dan Rizki, 2015)

6.4 Unsur Organik

Unsur organik yang berada dalam urin adalah zat-zat organik yang berasal dari organ atau jaringan tubuh. Contoh unsur organik dalam urin adalah epitel, eritrosit, leukosit, dan silinder.

6.4.1 Eritrosit

Urin yang mengandung eritrosit adalah tanda perdarahan saluran kemih, yang dapat disebabkan oleh penyakit ginjal, infeksi, tumor ginjal, adanya batu pada ginjal atau saluran kemih.

Eritrosit urin dalam kondisi normal dapat berasal dari mana saja dalam saluran urogenital. Morfologinya bervariasi tergantung pada lingkungannya; eritrosit berbentuk mengerut (*crenated*) pada

air seni yang pekat, kembung dan hampir tidak berwarna pada air seni yang encer, dan sangat kecil pada urin lindi.

Eritrosit sering dilihat sebagai benda bulat, kehijauan, dan tidak memiliki struktur.



Gambar 6.2. Eritrosit

(Sumber: Indonesian Jurnal Of Clinical Pathology.org)

Interpretasi pembacaan Eritrosit

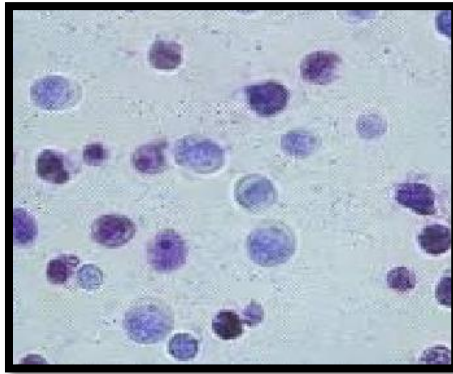
Normal (sel berjumlah 0-3 /lpb)

Sedang (sel berjumlah 10-30 / lpb)

Banyak (sel berjumlah Lebih Dari 30 /lpb)

6.4.2 Leukosit

Infeksi pada sistem saluran kemih, seperti *sistitis* atau *pielonefritis*, ditunjukkan dengan adanya sejumlah leukosit tertentu dalam sedimen. Sel neutrofil adalah sel leukosit primer yang sering ditemukan dalam sedimen. Karena neutrofil adalah sel granular dengan nukleus, mereka lebih mudah ditemukan daripada eritrosit. Selain neutrofil, terdapat sejumlah kecil eosinofil dan sel mononuklear. Setetes asam asetat 10% membuat bagian tengah neutrofil, yang berbentuk bola, partikel berbutir halus, lebih mudah dilihat.



Gambar 6.3. Sel Leukosit

(Sumber : Kartikasari, dkk. 2019)

Interpretasi pembacaan Leukosit :

Normal (sel berjumlah 0-4 sel / lpb)

Sedang (sel berjumlah 10-20 sel / lpb)

Banyak (sel berjumlah 20-30 sel / lpb)

TTH (sel berjumlah Lebih Dari 30 sel / lpc)

6.4.3 Silinder

Adanya silinder mewakili keadaan di dalam nefron dan terbentuk dalam *lumen tubulus kontortus* dan *duktus kolegentes*. Tepi yang sejajar dan ujung yang agak membulat mewakili lumen tubulus. Karena matriks silinder memiliki indeks bias yang rendah, maka diperlukan cahaya yang lemah dan berkekuatan rendah untuk pengamatan.

Identifikasi lebih lanjut dilakukan setelah pendeteksian untuk melihat komposisi di bawah pembesaran berkekuatan tinggi. Menemukan jumlah rata-rata per sepuluh lapang pandang adalah cara pelaporan. Silinderuria adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan keberadaan silinder dalam urin. Elemen yang dikandung silinder menentukan jenisnya.

1. Silinder Hialin : Banyak granula yang terlihat jelas dalam silinder berwarna merah muda dengan ujung membulat dan sisi paralel ketika diwarnai dengan pewarnaan Sternheimer Malbin. Karena silinder hialin dalam sedimen yang tidak diwarnai memiliki indeks bias yang sama dengan urin dan

tampak tembus cahaya, maka sering kali tidak terlihat kecuali jika dilihat dalam cahaya redup.



Gambar 6.4. Silinder Hialin
(Sumber: Susan dan Marjorie, 2017)

2. Silinder Sel Darah Merah / silinder Eritrosit : adanya silinder eritrosit dalam sedimen menunjukkan perdarahan *nefron*. Warnanya oranye kemerahan dan berbentuk silinder. Banyak sel eritrosit selalu ada di dalam sedimen ketika silinder eritrosit ditemukan.



Gambar 6.5. Silinder Eritrosit
(Sumber: Susan dan Marjorie, 2017)

3. Silinder Leukosit : sel yang dapat digunakan untuk membedakan antara infeksi saluran kemih bagian bawah (*sistitis*) dan infeksi saluran kemih bagian atas (*pielonefritis*), merupakan tanda infeksi nefron. Karena silinder leukosit

terdiri dari neutrofil, maka silinder ini memiliki tampilan seperti butiran (*granular*).



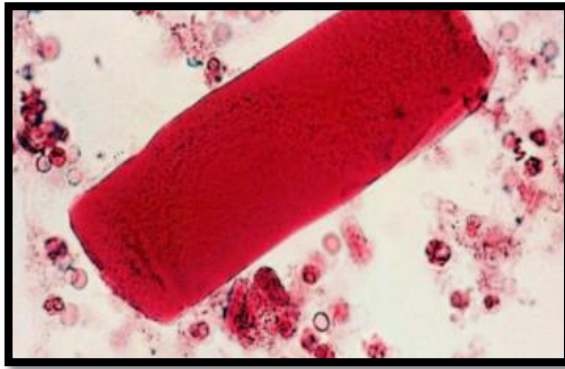
Gambar 6.6. Silinder Leukosit
(Sumber: Susan dan Marjorie, 2017)

4. Silinder lemak : beberapa tetesan lemak terdapat dalam matriks silinder, yang bersifat refraktif di bawah mikroskop medan terang dan juga dapat melekat pada benda oval lemak yang utuh. Untuk konfirmasi, pemeriksaan dengan pewarnaan Sudan III dan mikroskop polarisasi diperlukan.



Gambar 6.7. Silinder Lemak
(Sumber: Susan dan Marjorie, 2017)

5. Silinder lilin : keberadaan sel ini menunjukkan kadar statisurin yang tinggi dan gagal ginjal kronis. Biasanya ditemukan dalam hubungannya dengan silinder lain, kelainan ini terutama terkait dengan gagal ginjal, diamati sebagai potongan dengan tepi dan ujung-ujung bergerigi.



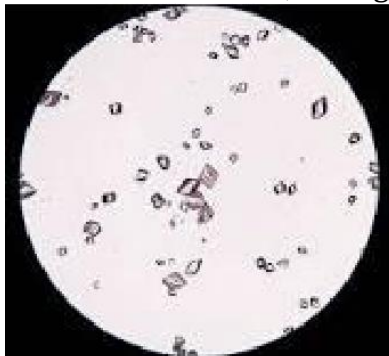
Gambar 6.8. Silinder lilin
(Sumber: Susan dan Marjorie, 2017)

6.5 Unsur Anorganik

Unsur anorganik dalam urin adalah komponen yang tidak berasal dari jaringan atau organ.

6.5.1 Asam Urat

Asam urat : ada empat bentuk yang berbeda: persegi, berlian, kuncup mawar, dan kubik. Warna merah, kuning, dan kecoklatan.



Gambar 6.9. Kristal asam urat
(Sumber: Susan dan Marjorie, 2017)

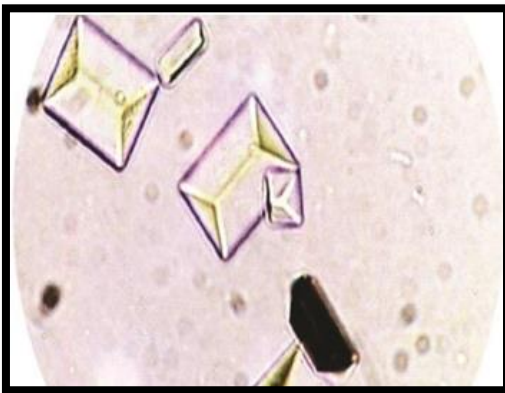
6.5.2 Ca. Oxalat

Bentuknya persegi panjang, bisa menyerupai kacang tanah dengan kulit atau bersinar seperti bintang.



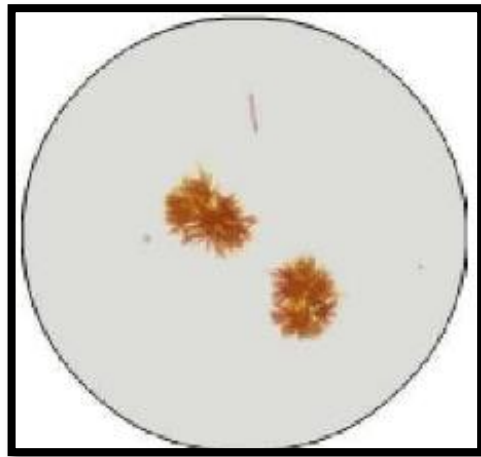
Gambar 6.10. Kristal Ca Oksalat
(Sumber: Susan dan Marjorie, 2017)

6.5.3 Tripel fosfat : berbentuk seperti amplop dan persegi panjang



Gambar 6.11. Kristal Triple Phospat
(Sumber: Susan dan Marjorie, 2017)

6.5.4 Bilirubin : bentuk kecil dan berbeda, berwarna cokelat.



Gambar 6.12. Kristal Bilirubin
(Sumber: Susan dan Marjorie, 2017)

DAFTAR PUSTAKA

- Brunzel, N.A. 2013. *Fundamentals of Urine and Body Fluid Analysis*. Philadelphia: Elsevier.
- Cameron, J.S. 2015. *A History of Urine Microscopy*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26079823#>.
- Gandasoebrata, R. 2013. *Penuntun Laboratorium Klinik*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Hardjoeno, H. dan Fitriani. 2007. *Substansi dan Cairan Tubuh*. Makasar : Lembaga Penerbitan Universitas Hasanuddin.
- Hasan, Z. A., & Rafika, R. 2021. Profil pemeriksaan pada sedimen urin pasien infeksi saluran kemih menggunakan alat dirui fus-100. *Jurnal Media Analis Kesehatan*, 12(1), 41. <https://doi.org/10.32382/mak.v12i1.2077>.
- Kartikasari, Ristamia and Tri Widada, Subrata and Zainatun Wasilah, Siti. 2019. *Perbedaan Jumlah Sedimen Leukosit Pada Urine Berat Jenis Tinggi Yang Disentrifugasi Dan Didiamkan*. ["eprint_fieldopt_thesis_type_skripsi" not defined] thesis, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Riswanto dan Rizki, M. 2015. *Urinalisis: Menerjemahkan Pesan Klinis Urine*. Yogyakarta:Pustaka Rasmedia.
- Susan King Strasinger dan Marjorie Schaub Di Lorenzo. 2017. *Urinalisis dan Cairan Tubuh edisi 6*, Jakarta : Penerbit EGC.
- Wirawan, R., Immanuel, S., Dharma, R. 2011. *Penilaian Hasil Pemeriksaan Urine*. Jakarta: Bagian Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

BAB 7

PEWARNAAN MIKROSKOPIS URIN

Oleh Desi Aryani

7.1 Pendahuluan

Pewarnaan mikroskopis urin adalah teknik yang digunakan dalam pemeriksaan laboratorium untuk membantu mengidentifikasi elemen-elemen yang terdapat dalam urin, seperti sel darah merah, sel darah putih, bakteri, silinder, dan kristal. Pewarnaan ini meningkatkan kontras elemen yang diamati di bawah mikroskop, sehingga lebih mudah untuk membedakannya.

Beberapa pewarna yang umum digunakan dalam pewarnaan mikroskopis urin meliputi:

1. Sternheimer- Malbin Stain: memperjelas sel epitel, silinder, dan leukosit
2. Gram stain: membedakan bakteri gram positif dan gram negative dalam kasus infeksi saluran kemih (ISK)
3. Sudan III atau Oil Red O: mendeteksi lipid dalam urin, misalnya pada nefrotik sindrom
4. Prussian Blue stain: mendeteksi hemosiderin dalam urin yang dapat menunjukkan hemolisis intravascular

Pewarna ini biasanya digunakan ketika pemeriksaan mikroskopis rutin urin menunjukkan hasil abnormal yang memerlukan konfirmasi lebih lanjut.

Pewarnaan dalam pemeriksaan mikroskopis urin bertujuan untuk mempermudah identifikasi dan visualisasi komponen seluler serta struktur mikroskopis dalam urin, yang dapat memberikan petunjuk diagnostik terhadap berbagai kondisi medis. Beberapa tujuan utama pewarnaan mikroskopis urin adalah pewarnaan membantu memperjelas struktur yang sulit terlihat dalam pemeriksaan mikroskopis tanpa pewarna, Membantu dalam membedakan berbagai jenis sel, seperti eritrosit, leukosit, epitel, dan silinder urin, membantu dalam diagnosis infeksi saluran kemih

(ISK) dengan mengidentifikasi bakteri, jamur, atau parasit dalam urin. Pewarnaan dapat mengungkap adanya kerusakan glomerulus, tubulus ginjal, atau kandung kemih dan digunakan untuk mengidentifikasi mukus, protein, dan silinder urin yang dapat berhubungan dengan infeksi atau penyakit ginjal.

7.2 Komponen Normal

Dalam pemeriksaan mikroskopis urin, beberapa komponen normal dapat ditemukan meliputi, eritrosit dapat ditemukan dalam jumlah kecil (≤ 3 sel per lapang pandang besar), tetapi jika berlebihan dapat mengindikasikan perdarahan atau gangguan saluran kemih). Eritrosit dalam pemeriksaan mikroskopis urin biasanya ditemukan dalam jumlah kecil atau tidak ada sama sekali pada individu sehat. Jika jumlah eritrosit meningkat (hematuria), hal ini dapat mengindikasikan adanya perdarahan atau gangguan pada saluran kemih, seperti infeksi, batu ginjal, atau penyakit ginjal. Evaluasi lebih lanjut diperlukan untuk menentukan penyebab pasti keberadaan eritrosit dalam urin. Jika hanya ditemukan eritrosit dalam jumlah kecil tanpa gejala klinis lainnya, ini mungkin tidak signifikan secara klinis. Namun, bila disertai gejala lain seperti nyeri atau perubahan warna urin, evaluasi lebih lanjut diperlukan. Leukosit biasanya sedikit atau tidak ada (≤ 5 sel per lapang pandang besar); dengan peningkatan jumlahnya menandakan infeksi atau peradangan. Apabila sel darah putih (leukosit) terdapat pada pemeriksaan mikroskopis urin dalam jumlah yang melebihi batas normal (>5 sel per lapang pandang besar), maka kondisi ini disebut piuria. Piuria dapat mengindikasikan adanya peradangan atau infeksi pada saluran kemih. Epitel merupakan sel-sel yang melapisi saluran kemih dan menandakan adanya kerusakan atau peradangan, epitel skuamosa dapat ditemukan dalam jumlah kecil, berasal dari saluran kemih bagian bawah. Sel epitel transisional atau tubulus ginjal dalam jumlah banyak bisa mengindikasikan penyakit ginjal.

7.3 Komponen patologis

Komponen patologis dalam pemeriksaan mikroskopis urin adalah elemen-elemen yang tidak seharusnya ditemukan atau muncul dalam jumlah berlebihan, yang dapat mengindikasikan adanya gangguan atau penyakit tertentu.

Berikut adalah beberapa komponen patologis yang dapat ditemukan:

1. Sel Darah
 - a. Eritrosit
Menunjukkan perdarahan dalam saluran kemih, dapat disebabkan oleh infeksi, batu ginjal, tumor atau gangguan ginjal seperti glomerulonefritis.
 - b. Leukosit
Menunjukkan adanya infeksi atau peradangan dalam saluran kemih, sering dikaitkan dengan ISK atau pielonefritis.
2. Silinder Patologis
 - a. Silinder Eritrosit
Indikasi penyakit ginjal seperti glomerulonephritis
 - b. Silinder Leukosit
Tanda adanya infeksi atau peradangan ginjal, seperti pielonefritis
 - c. Silinder Granular dan Waxy
Sering ditemukan pada penyakit ginjal kronis atau gagal ginjal
 - d. Silinder Lemak
Menunjukkan sindrom nefrotik, yang ditandai dengan proteinuria berat dan hiperlipidemia.
3. Mikroorganisme
 - a. Bakteri
Biasanya tidak ada dalam urin steril
 - b. Jamur
Sering ditemukan pada pasien dengan diabetes atau immunosupresi
 - c. Parasit
Muncul pada infeksi menular seksual

4. Kristal Patologis
 - a. Kristal Cystine
Menandakan penyakit genetic langka, yaitu sistinuria
 - b. Kristal Leucine dan Tyrosine
Berhubungan dengan penyakit hati berat
 - c. Kristal kolestrol
Ditemukan pada sindrom nefrotik
5. Sel Epitel Abnormal
 - a. Sel Epitel Tubular Ginjal
Menandakan cedera ginjal atau nefritis tubulointerstisial
 - b. Sel Epitel Atipikal
Menunjukkan keganasan atau tumor pada saluran kemih

7.4 Pewarnaan Umum

1. Methylene Blue

Pewarnaan digunakan untuk meningkatkan kontras dan membantu identifikasi berbagai komponen dalam urin, termasuk sel, bakteri, silinder, dan kristal. Salah satu pewarna yang sering digunakan adalah Methylene Blue, digunakan untuk mengidentifikasi struktur sel dan komponen lainnya dalam urin, membantu membedakan leukosit, eritrosit, dan bakteri yang berguna dalam pewarnaan sederhana karena memberikan kontras yang cukup tanpa perlu pewarnaan kompleks.

2. Eosin

Pewarna asam yang digunakan untuk mengidentifikasi struktur sel dan komponen lainnya dalam urin, terutama untuk meningkatkan kontras seluler dan membantu dalam analisis mikroskopis. Memberikan warna merah atau merah muda pada sitoplasma sel, membuatnya lebih mudah diamati di bawah mikroskop. Dapat digunakan untuk mengidentifikasi eritrosit, karena sel darah merah akan menyerap eosin dan tampak lebih jelas. Membantu membedakan berbagai jenis sel epitel dalam urin. Bisa digunakan sebagai pewarnaan tambahan dalam kombinasi dengan methylene blue atau Gram stain.

3. Hematoxylin

Hematoxylin adalah pewarna dasar yang digunakan untuk mengidentifikasi struktur sel dan komponen lainnya dalam urin, terutama inti sel dan material asam lainnya. Menghasilkan warna biru hingga ungu pada inti sel, sehingga mempermudah identifikasi sel epitel, leukosit, dan eritrosit dalam urin. Membantu dalam deteksi sel epitel abnormal yang dapat mengindikasikan infeksi atau keganasan. Bisa digunakan dalam kombinasi dengan Eosin (H&E staining) untuk membedakan inti sel (biru) dan sitoplasma (merah muda).

7.5 Pewarnaan Khusus

1. Pewarnaan Gram

Teknik pewarnaan diferensial yang digunakan untuk mengidentifikasi bakteri dalam urin berdasarkan sifat dinding selnya. Metode ini membantu dalam diagnosis infeksi saluran kemih (ISK) dengan membedakan bakteri Gram-positif dan Gram-negatif. Bahan yang digunakan, Kristal Violet (Purple) pewarna utama yang memberi warna ungu pada bakteri Gram-positif, Lugol/Iodin Berfungsi sebagai mordant untuk memperkuat ikatan kristal violet pada dinding sel, Alkohol atau Aseton Sebagai larutan dekolorisasi untuk membedakan bakteri Gram-positif dan Gram-negatif, Safranin (Merah) Pewarna sekunder yang memberi warna merah pada bakteri Gram-negatif.

2. Pewarnaan Ziehl-Neelsen

metode pewarnaan khusus yang digunakan untuk mengidentifikasi bakteri tahan asam (acid-fast bacteria, AFB), terutama Mycobacterium tuberculosis dalam urin. Pewarnaan ini penting dalam diagnosis tuberkulosis ginjal, yang merupakan salah satu bentuk tuberkulosis ekstrapulmoner.

3. Pewarnaan Sudan

Pewarnaan Sudan digunakan untuk mengidentifikasi lemak dan lipoprotein dalam urin, terutama dalam kondisi seperti sindrom

nefrotik, di mana terjadi peningkatan ekskresi lipid melalui urin (lipoiduria). Sudan III (Merah) Digunakan untuk mendeteksi lemak netral dan trigliserida dalam urin. Sudan IV (Merah) → Lebih sensitif dibanding Sudan III, digunakan untuk mendeteksi lipid dalam silinder lemak pada sindrom nefrotik.

7.6 Pewarnaan lainnya

1. Pewarnaan Prussian Blue

Digunakan untuk mengidentifikasi besi (Fe) dalam urin, khususnya dalam bentuk hemosiderin. Pewarnaan ini penting dalam diagnosis kondisi yang menyebabkan hemolisis intravaskular, di mana besi dari hemoglobin dilepaskan dan diekskresikan melalui urin. Membantu dalam diagnosis hemoglobinuria, hemosiderinuria, dan anemia hemolitik intravaskular.

2. Pewarnaan Alcian Blue

Digunakan untuk mengidentifikasi mukus (lendir) dalam urin, yang dapat berasal dari saluran kemih atau kandung kemih. Mukus dalam urin biasanya merupakan hasil dari sekresi normal, tetapi dalam jumlah berlebih dapat mengindikasikan infeksi, inflamasi, atau gangguan urologi tertentu. Mendeteksi mukus dalam urin, terutama yang mengandung glikosaminoglikan atau proteoglikan. Membantu mendiagnosis infeksi saluran kemih (ISK), penyakit kandung kemih iritatif, atau kondisi inflamasi kronis. Berguna untuk menilai produksi mukus abnormal pada penyakit ginjal atau kandung kemih, seperti interstitial cystitis atau karsinoma kandung kemih berlendir (*mucinous carcinoma*).

3. Pewarnaan *Periodic Acid-Schiff* (PAS)

Pewarnaan *Periodic Acid-Schiff* (PAS) digunakan untuk mengidentifikasi kandungan karbohidrat dalam urin, terutama glikogen, mukoprotein, dan glikoprotein. Teknik ini sering digunakan dalam patologi ginjal untuk menilai kelainan yang berhubungan dengan lendir, silinder hialin, atau protein glikosilasi dalam urin. Mendeteksi mukoprotein dan

glikoprotein dalam urin, yang dapat meningkat pada kondisi nefropati diabetik atau penyakit ginjal kronis. Membantu dalam identifikasi silinder hialin dan silinder mukoprotein, yang dapat menunjukkan kerusakan tubulus ginjal.

7.7 Komponen lainnya

Kastor (silinder urin) adalah struktur berbentuk silindris yang terbentuk di tubulus ginjal akibat presipitasi protein dan berbagai elemen seluler. Kastor ini dapat memberikan petunjuk penting dalam diagnosis penyakit ginjal dan gangguan saluran kemih. Berikut jenis-jenis kastor dan signifikasinya:

1. Kastor Hialin

- a. Terdiri dari protein murni (Tamm-Horsfall protein).
- b. Bisa ditemukan dalam jumlah kecil pada urin normal, terutama setelah olahraga berat atau dehidrasi.
- c. Jika berlebihan, dapat mengindikasikan gangguan ginjal ringan atau stres fisik.

2. Kastor Eritrosit

- a. Mengandung sel darah merah yang terperangkap dalam matriks protein.
- b. Menunjukkan adanya hematuria akibat glomerulonefritis atau penyakit ginjal lainnya.

3. Kastor Leukosit

- a. Terdiri dari sel darah putih yang terjebak dalam matriks protein.
- b. Sering ditemukan pada infeksi ginjal (pielonefritis) atau peradangan ginjal lainnya.

4. Kastor Granular

- a. Terbentuk dari degradasi protein dan sel dalam ginjal.
- b. Dapat mengindikasikan penyakit ginjal kronis atau kerusakan ginjal yang lebih serius.

5. Kastor Waxy (Lilin)

- a. Merupakan bentuk lanjut dari kastor granular dengan struktur lebih padat.
- b. Biasanya ditemukan pada penyakit ginjal kronis dan gagal ginjal.

6. Kastor Lemak

- a. Mengandung lipid yang terperangkap dalam matriks protein.
- b. Tanda khas sindrom nefrotik, di mana terdapat kebocoran protein dan lipid dalam urin.

7. Kastor Pigmen

- a. Dapat terbentuk dari hemoglobin, mioglobin, atau bilirubin.
- b. Bisa ditemukan pada kondisi seperti rabdomiolisis atau anemia hemolitik.

Pemeriksaan mikroskopis urin dengan deteksi kastor sangat penting dalam menilai kondisi ginjal dan menentukan apakah ada penyakit atau gangguan serius yang memerlukan intervensi medis lebih lanjut.

7.8 Cara Kerja Pembuatan Pewarnaan Makroskopis urin

1. Persiapan Bahan dan Alat

Sebelum memulai pewarnaan, pastikan semua bahan dan alat telah tersedia, yaitu:

- a. Sampel urin yang telah dikumpulkan dengan benar.
- b. Pewarna yang sesuai (Gram stain, Ziehl-Neelsen, Sudan III, atau lainnya tergantung tujuan pemeriksaan).
- c. Larutan fiksatif seperti metanol atau aseton untuk menempelkan sampel pada slide.
- d. Larutan pencuci, seperti air atau alkohol, untuk menghilangkan pewarna berlebih.
- e. Mikroskop dan slide kaca sebagai media pemeriksaan.

2. Pembuatan Preparat

- a. Pipet sejumlah kecil urin dan teteskan pada slide kaca.
- b. Buat olesan tipis dengan menyebarkan urin secara merata.
- c. Fiksasi sampel dengan meneteskan larutan fiksatif (metanol/aseton) dan biarkan mengering. Fiksasi sampel urin dengan larutan fiksatif bertujuan untuk menghentikan aktivitas biologis, mencegah degradasi sel, dan

mempertahankan struktur morfologi sel agar dapat diamati dengan jelas di bawah mikroskop.

- d. Sampel urin dicuci dengan larutan pencuci untuk menghilangkan sisa fiksatif.
- e. Pewarna yang sesuai ditambahkan ke sampel urin dan dibiarkan selama beberapa menit untuk memungkinkan pewarna menempel pada struktur sel.
- f. Sampel urin dicuci dengan larutan pencuci untuk menghilangkan sisa pewarna.
- g. Sampel urin dikeringkan dengan cara mengalirkannya di udara terbuka atau menggunakan alat pengering.

3. Proses Pewarnaan

Tergantung pada jenis pewarnaan yang digunakan, langkah-langkahnya berbeda:

a. Pewarnaan Gram (Untuk bakteri dalam urin)

- 1) Teteskan kristal violet dan diamkan selama 1 menit.
- 2) Bilas dengan air, lalu tambahkan larutan iodin (mordant) selama 1 menit.
- 3) Cuci dengan alkohol 95% selama 10-30 detik hingga warna tidak lagi larut.
- 4) Tambahkan safranin sebagai pewarna kontras dan diamkan 1 menit.
- 5) Bilas dengan air, keringkan, lalu amati di bawah mikroskop.

b. Pewarnaan Ziehl-Neelsen (Untuk bakteri tahan asam seperti *Mycobacterium tuberculosis*)

- 1) Teteskan karbol fuchsin, lalu panaskan hingga muncul uap selama 5 menit.
- 2) Bilas dengan air, kemudian dekolorisasi dengan asam alkohol selama 30 detik.
- 3) Tambahkan metilen biru sebagai pewarna kontras selama 1 menit.
- 4) Bilas, keringkan, dan amati di bawah mikroskop.

c. Pewarnaan Sudan III (Untuk mendeteksi lipid dalam urin, misalnya pada sindrom nefrotik)

- 1) Campurkan urin dengan larutan Sudan III dan diamkan selama 5 menit.
- 2) Cuci dengan alkohol atau air.
- 3) Amati di bawah mikroskop untuk mendeteksi tetesan lemak berwarna merah jingga.

4. Pemeriksaan Mikroskopis

- a. Tempatkan preparat di bawah mikroskop dengan perbesaran yang sesuai (misalnya, 40x atau 100x dengan minyak imersi).
- b. Amati komponen yang diwarnai dan catat hasil pemeriksaan.

Agar hasil pemeriksaan mikroskopis urin akurat dan dapat diandalkan, ada beberapa kesalahan yang harus dihindari selama proses pewarnaan, yaitu menggunakan sampel urin lama atau terkontaminasi dapat menyebabkan hasil yang tidak akurat karena degradasi sel dan mikroorganisme, fiksasi yang tidak tepat dapat merusak struktur sel dan menyebabkan morfologi menjadi sulit dikenali, Menggunakan pewarna yang tidak cocok dengan komponen urin yang ingin dianalisis akan menghasilkan interpretasi yang salah. Waktu pencelupan yang terlalu lama atau terlalu singkat dapat menyebabkan pewarnaan berlebih atau kurang dan pengaturan mikroskop yang tidak optimal, seperti pencahayaan yang tidak sesuai atau lensa yang kotor, dapat menyebabkan kesulitan dalam interpretasi hasil.

DAFTAR PUSTAKA

- Inti Utami, Rini Hastuti, Ela Melani (2022) *Gambaran hasil Pemeriksaan Sedimen Urin Dengan Pewarnaan Sternheimer Malbin Yang Diperiksa Lebih dari 1 Jam Pada Urine Penikmat Kopi* . Program Studi DIII Analis Kesehatan Politeknik Piksi Ganesha
- Siti Hadijah, Rahmayanti, Erlinawati (2022). *Profil Mikroskopis Sedimen Urin pada Kondisi Glukosuria di laboratorium Klinik Prodia, Banda Aceh*. Jurnal SAGO gizi dan kesehatan.
- Regina Linesiana, Setyo dwi Santoso, Christina Destri Wiwis Wijayanti (2022) *Identifikasi Hasil Makroskopis Urin Pada Pasien Tuberkulosis* . D3 TLM Fakultas Ilmu Kesehatan UMAHA Sidoarjo
- Rahma Widyastuti (2018) *Modul Praktikum Urinalisis dan Cairan Tubuh*. Laboratorium Patologi klinik Universitas Muhammadiyah Surabaya
- Yayuk Kustiningsih, Jujuk Anton, Neni Oktoyani, M.Ahyat Ridhoni, Rusmini (2020). *Modul Praktikum Urinalisis dan Cairan Tubuh*. Poltekkes Kemenkes Banjarmasin Jurusan Analis Kesehatan

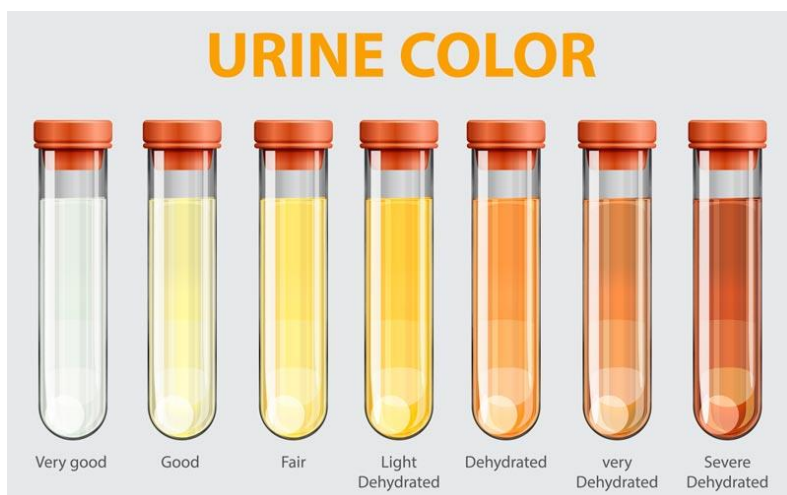
BAB 8

PEMERIKSAAN KIMIA URINE

Oleh Oktafirani Al Sas

8.1 Pendahuluan

Pemeriksaan kimia urin, juga dikenal sebagai kimia urin, adalah sekelompok tes yang dilakukan untuk memeriksa kandungan kimia dalam sampel urin. Ini digunakan untuk menilai fungsi ginjal, metabolisme karbohidrat, keseimbangan asam-basa, fungsi hati, dan bakteriuria (Landry DW, 2020; Riley RS, 2022). Tes ini melibatkan pengumpulan sampel urin, yang dapat dilakukan secara non-invasif dengan buang air kecil secara spontan atau secara invasif melalui kateterisasi uretra atau tusukan kandung kemih suprapubik. Sampel urin harus dikumpulkan selagi segar dan diperiksa dalam waktu satu jam pertama setelah pengumpulan karena ketidakstabilan beberapa komponen urin. Pengujian tersebut meliputi pemeriksaan fisika, kimia, dan mikroskopis (Queremel Milani and Jialal, 2024).



Sumber : (Docs Medical, 2022)

Analisis kimia urin adalah sekelompok tes laboratorium yang menganalisis komposisi kimia urin seseorang. Tes-tes ini digunakan untuk mendiagnosis dan memantau berbagai kondisi medis, seperti penyakit ginjal, diabetes, infeksi saluran kemih, dan masalah hati. Analisis tersebut mencakup tes kualitatif untuk protein, glukosa, hemoglobin, badan keton, dan pigmen empedu, yang sebagian besar terdapat dalam urin orang sehat tetapi dalam jumlah kecil yang tidak terdeteksi oleh tes rutin. Berbagai kondisi patologis dapat meningkatkan konsentrasinya dalam urin (Fialová and Vejražka, 2019).

Analisis kimiawi urin biasanya dilakukan dengan menggunakan strip tes atau tongkat celup, yang melibatkan pencelupan strip tes ke dalam urin dan membandingkan perubahan warna dengan skala warna yang disediakan oleh produsen. Hasil tes seringkali dapat dibaca dalam waktu 60 hingga 120 detik setelah dicelupkan (Edgar V Lerma, 2022).

Durasi analisis tes kimia urin dapat bervariasi, namun umumnya disarankan untuk menganalisis sampel dalam waktu 90 menit untuk parameter tertentu dan dalam waktu empat jam untuk sebagian besar tes lainnya. Jika analisis langsung tidak tersedia, disarankan untuk menyimpan sampel di lingkungan berpendingin dan menjaga integritas penanda hidrasi urin untuk meminimalkan penguapan (Edgar V Lerma, 2022).

8.2 Pemeriksaan Umum Kimia Urine

Apa saja tes umum yang termasuk dalam pemeriksaan kimia urin. Tes umum yang termasuk dalam pemeriksaan kimia urin adalah: (InformedHealth.org, 2010; UCSF Health, 2022; Mayo Clinic, 2023)

1. pH: Mengukur keasaman atau alkalinitas urin.
2. Protein: Mendeteksi keberadaan protein dalam urin.
3. Glukosa: Mendeteksi keberadaan glukosa dalam urin.
4. Nitrit: Mendeteksi keberadaan nitrit dalam urin.
5. Keton: Mendeteksi keberadaan keton dalam urin.
6. Bilirubin: Mendeteksi keberadaan bilirubin dalam urin.
7. Urobilinogen: Mendeteksi keberadaan urobilinogen dalam urin.

8. Sel darah merah (RBC) dan sel darah putih (WBC): Mendeteksi keberadaan sel darah merah dan WBC dalam urin.
9. Urinary cast: Mendeteksi adanya uriner cast dalam urin.
10. Asam amino urin: Mendeteksi keberadaan asam amino dalam urin.
11. Tes konsentrasi urin: Mengukur konsentrasi urin.
12. Kultur urin: Mendeteksi keberadaan bakteri dalam urin.
13. Urine dermatan sulfate: Mendeteksi keberadaan dermatan sulfate dalam urin.
14. Urine – hemoglobin : Mendeteksi keberadaan hemoglobin dalam urin.
15. Metanefrin urin: Mendeteksi keberadaan metanefrin dalam urin.
16. PH urin: Mengukur tingkat pH urin.
17. Berat jenis urin: Mengukur berat jenis urin.
18. Vanillylmandelic acid (VMA): Mendeteksi keberadaan VMA dalam urin.

Tes ini digunakan untuk menilai berbagai aspek fungsi ginjal, metabolisme karbohidrat, keseimbangan asam basa, fungsi hati, dan bakteriuria (Fialová and Vejražka, 2019).

8.3 Tujuan Pemeriksaan Kimia Urine

Tujuan pemeriksaan visual pada analisis urin adalah untuk menilai penampakan urin, termasuk warna, kejernihan, dan konsentrasinya. Penilaian awal ini membantu mengidentifikasi potensi masalah yang mungkin memerlukan penyelidikan lebih lanjut. Pemeriksaan visual merupakan langkah awal dalam pemeriksaan urinalisis lengkap, yang juga mencakup pemeriksaan kimia dan mikroskopis (SC Nutra, 2022; Mayo Clinic, 2023; National Kidney Foundation, 2024).

Kondisi umum yang dapat dideteksi melalui tes kimia urin. Tes-tes ini sangat berharga dalam mendiagnosis berbagai penyakit untuk memastikan pengobatan yang tepat dapat diberikan antara lain: (InformedHealth.org, 2010)

1. Infeksi Saluran Kemih (ISK): ISK disebabkan oleh bakteri yang masuk ke sistem saluran kemih melalui uretra dan dapat dideteksi dengan mengidentifikasi bakteri atau sel darah putih dalam urin.
2. Masalah Ginjal: Tes urine dapat mendeteksi fungsi ginjal dengan mengukur keberadaan mikroalbuminuria, suatu kondisi yang ditandai dengan peningkatan kadar albumin dalam urin, yang dapat mengindikasikan kerusakan ginjal dini.
3. Skrining dan Diagnosis Kanker: Tes urin dapat mendeteksi keberadaan kanker dalam tubuh pada tahap awal, terutama kanker kandung kemih, ureter, dan ginjal.
4. Tekanan Darah Tinggi: Pengujian katekolamin dalam urin dapat membantu mengidentifikasi kasus di mana tekanan darah tinggi disebabkan oleh kelebihan produksi hormon atau metabolitnya seperti metanephrine dan normetanephrine.
5. Penyakit Menular Seksual: Tes urine rutin dapat mengungkap keberadaan organisme penyebab penyakit menular seksual seperti Trikomoniasis.

8.4 Tahapan Pemeriksaan Kimia Urine

Tahap ini memberikan informasi komprehensif tentang komposisi kimia urin dan dapat membantu mendiagnosis berbagai kondisi terkait fungsi ginjal, gangguan metabolisme, dan infeksi saluran kemih. Tahapan pemeriksaan kimia urin antara lain: (David M. Roxel, 1990; SC Nutra, 2022)

1. Pemeriksaan Fisik: Ini adalah tahap awal dimana sampel urin diperiksa secara visual untuk mengetahui warna, kejernihan, dan konsentrasinya. Warna urin dapat berkisar dari kuning pucat hingga lebih gelap, dengan warna merah menjadi indikator potensial darah atau pola makan (misalnya konsumsi bit). Kejernihan dapat dipengaruhi oleh kontaminan seperti cairan reproduksi pria, sel kulit prostat, lendir, atau produk kebersihan pribadi. Warna kuning yang lebih gelap mungkin menunjukkan dehidrasi atau gangguan hati (SC Nutra, 2022).

2. Pemeriksaan Kimia: Tahap ini melibatkan penggunaan strip tes urin dengan deretan bantalan tes yang berubah warna untuk menunjukkan adanya zat tertentu. Warnanya menunjukkan jumlah zat yang terdeteksi. Komponen umum yang diuji meliputi protein, glukosa, hemoglobin, badan keton, dan pigmen empedu (Fialová and Vejražka, 2019).
3. Pemeriksaan Mikroskopis: Pada tahap ini, setetes urin ditetaskan pada kaca objek, ditutup dengan kaca penutup, dan diperiksa secara mikroskopis. Mikroskop disesuaikan untuk melihat sedimen urin, yang dapat memperlihatkan sel darah merah, sel darah putih, gips urin, kristal, dan badan lemak (David M. Roxel, 1990).

8.5 Persiapan Sebelum Pengambilan Spesimen Urine

Sebelum melakukan tes kimia urin, ikuti persiapan berikut ini: (Kodira, 2022)

1. Sediakan wadah urin yang bersih: Gunakan wadah urin sekali pakai yang dibeli dari apotek. Pastikan wadahnya steril untuk uji bakteriologis.
2. Pola makan dan asupan cairan dalam jumlah sedang: Makan makanan dalam jumlah sedang dan konsumsi cairan dalam jumlah normal, sesuai dengan rasa haus. Hindari ketegangan fisik yang berlebihan dan berdiri diam lebih lama dari biasanya.
3. Hindari hubungan seksual: Tidak melakukan hubungan seksual selama 24 jam sebelum pengambilan sampel untuk mencegah kontaminasi sperma.
4. Hindari menstruasi: Jika sedang menstruasi, hindari pengambilan sampel pada saat menstruasi atau 2 hari sebelum dan 2 hari setelah menstruasi.

8.6 Langkah-langkah Pengumpulan Sampel Urine

Tahapan ini memberikan informasi tentang langkah-langkah pengumpulan urine yang baik dan benar. (Kampfrath, 2022)(Fialová and Vejražka, 2019)

1. Untuk pengumpulan urin 24 jam, ikuti langkah-langkah berikut:
 - a. Mulai pengumpulan: mengumpulkan semua urin Anda selama 24 jam. Buang air kecil ke toilet saat bangun tidur, lalu kumpulkan seluruh urin berikutnya ke dalam wadah sampel yang telah disediakan.
 - b. Mencampur urine: Setelah 24 jam, campurkan urine ke dalam wadah.
 - c. Pengambilan sampel: Ambil minimal 5 ml urin yang telah tercampur dan dibawa ke laboratorium, disertai data mulai waktu dan akhir masa pengumpulan.
2. Untuk sampel urin satu kali, ikuti langkah-langkah berikut: (Kampfrath, 2022)
 - a. Membersihkan lubang uretra: Gunakan lap steril untuk membersihkan lubang uretra secara menyeluruh.
 - b. Kumpulkan sampel: Buang air kecil ke dalam toilet, jeda alirannya setelah beberapa detik, letakkan wadah penampung di jalur aliran urin Anda, dan mulai buang air kecil ke dalam wadah tersebut.
 - c. Selesaikan pengumpulannya: Setelah mengisi wadah dengan setidaknya beberapa ons urin, selesaikan pembuangan air kecil ke dalam mangkuk toilet.
 - d. Segel wadah: Kencangkan tutup wadah dengan erat dan jangan menyentuh bagian dalam cangkir atau tutupnya.
3. Untuk tes urinalisis protein 24 jam, ikuti langkah-langkah berikut: (Kampfrath, 2022)(Fialová and Vejražka, 2019)
 - a. Kumpulkan semua urin: kumpulkan semua urin Anda selama periode 24 jam. Buang air kecil ke toilet saat bangun tidur, lalu kumpulkan seluruh urin berikutnya ke dalam wadah sampel yang telah disediakan.
 - b. Mencampur urine: Setelah 24 jam, campurkan urine ke dalam wadah.
 - c. Pengambilan sampel: Ambil minimal 5 ml urin yang telah tercampur dan dibawa ke laboratorium, disertai data mulai waktu dan akhir masa pengumpulan.

4. Untuk urinalisis rutin, ikuti langkah-langkah berikut: (Kodira, 2022)
 - a. Berikan sampel urin yang bersih: Gunakan wadah urin sekali pakai yang dibeli di apotek. Pastikan wadahnya steril untuk uji bakteriologis.
 - b. Pertahankan pola makan dan asupan cairan dalam jumlah sedang: Makan makanan dalam jumlah sedang dan konsumsi cairan dalam jumlah normal, konsisten dengan rasa haus.
 - c. Hindari ketegangan fisik yang berlebihan dan berdiri diam lebih lama dari biasanya: Aktivitas fisik yang berlebihan dapat menyebabkan munculnya atau peningkatan kadar protein dan badan keton dalam urin.
 - d. Tidak melakukan hubungan seksual selama 24 jam sebelum pengambilan sampel: Tes urin setelah hubungan seksual mungkin sulit dilakukan karena kontaminasi sperma.
 - e. Hindari menstruasi dan 2 hari sebelum dan 2 hari setelah menstruasi: Dalam kasus pengambilan sampel saat menstruasi, urin mungkin sulit ditangani.

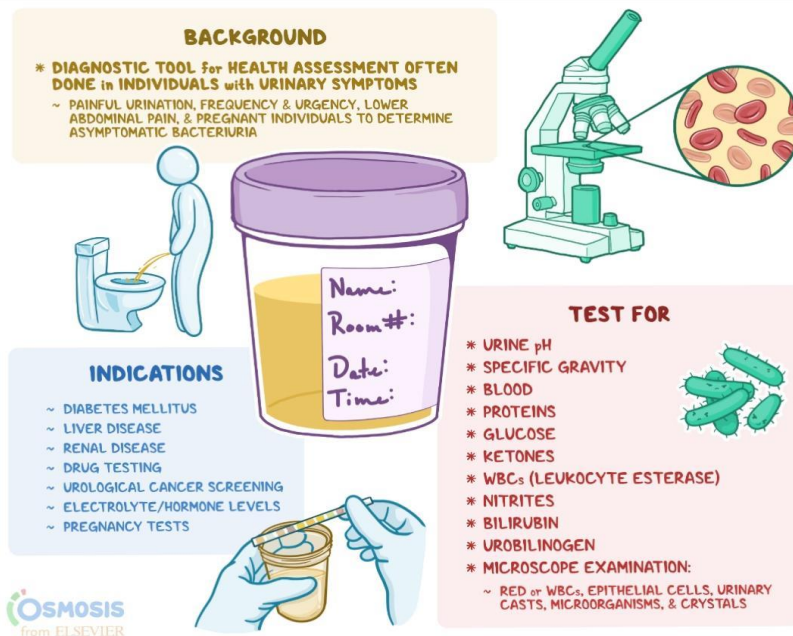
8.7 Cara Pengumpulan Sampel Urine

Sampel urin untuk pemeriksaan visual biasanya dikumpulkan dengan langkah-langkah berikut:

1. Persiapan Pasien: Pasien diinstruksikan untuk menghindari olahraga berat, makanan tertentu (misalnya bit, blackberry, atau rhubarb), dan diuretik selama jangka waktu tertentu sebelum tes. Mereka juga disarankan untuk menghindari menstruasi atau buang air besar segera sebelum pengambilan urin (SC Nutra, 2021).
2. Pengumpulan Sampel: Pasien diminta untuk memberikan sampel urin aliran tengah dalam wadah yang bersih dan steril. Beberapa mililiter urin pertama dibuang untuk menghindari kontaminasi dari lubang uretra eksternal. Urine harus dikumpulkan pada pagi hari, karena lebih pekat dan asam, sehingga cocok untuk pemeriksaan kimia (Fialová and Vejražka, 2019).

3. Penyimpanan dan Pengangkutan: Sampel urin harus 8 di tempat sejuk dan gelap atau didinginkan pada suhu 4°C hingga 24 jam sebelum dianalisis. Penting untuk menjaga integritas sampel dengan menghindari kontaminasi eksternal dan memastikan sampel tidak terkena deterjen atau disinfektan (Queremel Milani and Jialal, 2024).
4. Analisis: Sampel urin dianalisis dalam satu jam pertama setelah pengumpulan, karena beberapa komponen urin tidak stabil. Pemeriksaan visual merupakan langkah awal dalam pemeriksaan urinalisis lengkap, yang juga meliputi pemeriksaan kimia dan mikroskopis (SC Nutra, 2021).

Singkatnya, sampel urin untuk pemeriksaan visual dikumpulkan dengan mengikuti petunjuk persiapan pasien, memperoleh sampel aliran tengah dalam wadah bersih, menyimpannya dengan benar, dan menganalisisnya dalam jangka waktu tertentu.



Sumber : (Anna Hernández, 2023)

8.8 Pelabelan Sampel Untuk Pemeriksaan Urine

Untuk memberi label sampel urin dengan benar untuk pemeriksaan visual, ikuti langkah-langkah berikut:

1. Informasi Pasien: Tuliskan nama depan dan belakang pasien pada label, beserta nomor atau kode identifikasi yang diperlukan (Corp, 2021).
2. Tanggal dan Waktu: Cantumkan tanggal dan waktu pengambilan spesimen pada label (Corp, 2021).
3. Jenis Spesimen: Menunjukkan bahwa sampel tersebut adalah spesimen urin (Corp, 2021).
4. Permintaan Tes: Jika sampel urin dikirim untuk tes tertentu, seperti urinalisis atau kultur dan kerentanan, sertakan permintaan tes atau label yang sesuai pada sampel (Corp, 2021).
5. Segel Keamanan: Berikan segel keamanan pada wadah untuk memastikan integritas sampel selama pengangkutan (Lerma, 2022).
6. Informasi Pengumpulan Spesimen: Sertakan informasi relevan apa pun tentang proses pengumpulan, seperti metode yang digunakan (misalnya, tangkapan bersih, proses tengah) dan instruksi khusus apa pun yang diberikan oleh penyedia layanan Kesehatan (Weatherspoon, 2018).
7. Petunjuk Penyimpanan: Jika sampel urin perlu disimpan atau diangkut dalam kondisi tertentu (misalnya, didinginkan), sertakan petunjuk ini pada label (Lerma, 2022).
8. Informasi Pengumpul: Cantumkan nama dan informasi kontak orang yang mengumpulkan sampel (Lerma, 2022).

Dengan mengikuti pedoman ini, Anda dapat memastikan bahwa sampel urin diberi label dengan benar dan dapat dengan mudah diidentifikasi serta diproses oleh laboratorium.

8.9 Pelabelan Sampel Untuk Pemeriksaan Urine

Tes kualitatif untuk protein, glukosa, hemoglobin, badan keton, dan pigmen empedu dalam analisis urin biasanya dilakukan dengan menggunakan strip tes urin atau tongkat celup. Tes ini

melibatkan pencelupan strip tes ke dalam sampel urin dalam waktu singkat, membiarkan reagen pada strip bereaksi dengan senyawa yang ada dalam urin, dan kemudian membandingkan perubahan warna pada strip dengan skala warna yang disediakan oleh produsen. Hasil pengujian sering kali dapat dibaca dalam waktu 60 hingga 120 detik setelah pencelupan, meskipun beberapa pengujian mungkin memerlukan waktu lebih lama (Balderas, Bolano and Catindig, 2013).

1. Protein: Protein biasanya tidak ada dalam urin, namun mungkin ditemukan dalam jumlah kecil. Protein yang berlebihan dalam urin dapat mengindikasikan kerusakan atau penyakit ginjal.
2. Glukosa: Glukosa biasanya tidak terdapat dalam urin, namun dapat ditemukan pada individu dengan kadar gula darah tinggi, seperti penderita diabetes.
3. Hemoglobin: Hemoglobin adalah protein yang ditemukan dalam sel darah merah. Peningkatan kadar hemoglobin dalam urin dapat mengindikasikan kerusakan sel darah merah atau kondisi kesehatan lainnya.
4. Badan Keton: Badan keton diproduksi oleh tubuh saat tubuh memecah lemak untuk dijadikan energi, bukan glukosa. Keton dalam urin mungkin mengindikasikan diabetes yang tidak terkontrol, diet rendah karbohidrat, atau kondisi metabolisme lainnya.
5. Pigmen Empedu: Pigmen empedu adalah produk pemecahan hemoglobin. Peningkatan kadar pigmen empedu dalam urin dapat mengindikasikan penyakit hati atau kondisi lain yang mempengaruhi hati.

Tes kualitatif ini berguna untuk mendeteksi kelainan komposisi urin, sehingga dapat membantu mendiagnosis berbagai kondisi kesehatan dan memantau kemajuan pengobatan.

8.10 Waktu Penyelesaian Hasil Pemeriksaan Urine

Durasi analisis tes kimia urin dapat bervariasi tergantung pada laboratorium dan tes spesifik yang dilakukan. Umumnya, sampel urin dapat disimpan dalam jangka waktu tertentu

sebelum dianalisis, namun waktu yang ideal adalah dalam waktu 90 menit untuk parameter seperti infeksi saluran kemih dan proteinuria. Kebanyakan laboratorium menolak sampel jika rentang waktu antara pengambilan sampel, pengangkutan, dan kedatangan di laboratorium melebihi empat jam. Namun, beberapa penelitian menemukan bahwa urin dapat disimpan pada suhu kamar hingga empat jam tanpa perubahan urinalisis yang signifikan, namun penanganan yang tepat, seperti pendinginan segera, diperlukan untuk mencegah kesalahan lebih lanjut (Adams *et al.*, 2019).

Dalam sebuah penelitian yang meneliti pengaruh suhu penyimpanan, durasi, dan segel wadah penyimpanan terhadap penanda hidrasi urin 24 jam, ditemukan bahwa sampel berpendingin yang disegel ganda dapat menjaga integritas penanda hidrasi urin 24 jam hingga 10 hari. bila disimpan pada suhu 22°C. Namun, rekomendasi ini mungkin tidak dapat diterapkan di semua penelitian laboratorium dan lapangan, terutama penelitian dengan periode penyimpanan lebih lama sebelum analisis (Adams *et al.*, 2019).

Singkatnya, durasi analisis tes kimia urin dapat bervariasi, namun umumnya disarankan untuk menganalisis sampel dalam waktu 90 menit untuk parameter tertentu dan dalam waktu empat jam untuk sebagian besar tes lainnya. Jika analisis langsung tidak tersedia, disarankan untuk menyimpan sampel di lingkungan berpendingin dan menjaga integritas penanda hidrasi urin untuk meminimalkan penguapan (Adams *et al.*, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, W.M. *et al.* (2019) 'Validity of temperature, duration, and vessel seal on 24-hour urinary hydration markers.', *PloS one*, 14(8), p. e0220724. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220724>.
- Anna Hernández, M. (2023) *Urinalysis: What Is It, Testing, Indications, and More*, Osmosis Elsevier. Available at: <https://www.osmosis.org/answers/urinalysis> (Accessed: 29 April 2024).
- Balderas, C.C., Bolano, F.A.M. and Catindig, R.D. (2013) 'Qualitative Analysis of Urine Sample', pp. 1–13.
- Corp, L. (2021) *Urine Specimens*, Laboratory Corporation of America. Available at: <https://www.labcorp.com/resource/urine-specimens> (Accessed: 27 April 2024).
- David M. Rixe. (1990) *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK302/>.
- Docs Medical (2022) *Things a Urine Test Can Tell About Your Health*, Docs Medical Group. Available at: <https://docsmedicalgroup.com/docsurgentcare/things-a-urine-test-can-tell-about-your-health/> (Accessed: 20 March 2024).
- Edgar V Lerma, M. (2022) *Urinalysis*. Available at: <https://emedicine.medscape.com/article/2074001-overview?form=fpf#a1> (Accessed: 20 March 2024).
- Fialová, L. and Vejražka, M. (2019) 'Urine Chemical examination General Medicine'.
- InformedHealth.org (2010) *Understanding urine tests*. Germany: Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG). Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279350/>.
- Kampfrath, T. (2022) *Urinalysis*. Available at: <https://www.testing.com/tests/urinalysis/> (Accessed: 25 April 2024).
- Kodira, D.E. (2022) *Preparation for general urine testing*, Snapps Health. Available at:

- <https://synappsehealth.com/en/articles/i/preparation-for-general-urine-testing/> (Accessed: 25 April 2024).
- Landry DW, B.H. (2020) 'Approach to the patient with renal disease', *Goldman-Cecil Medicine*, 26th ed, p. chap 106.
- Lerma, E. V (2022) *Urine Specimen Test Requisitions*, Medscape. Available at: <https://emedicine.medscape.com/article/2074001-overview?form=fpf> (Accessed: 20 April 2024).
- Mayo Clinic (2023) 'Urinalysis'. Available at: <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/urinalysis/about/pac-20384907>.
- National Kidney Foundation (2024) *Urinalysis (Urine Test)*. Available at: <https://www.kidney.org/atoz/content/what-urinalysis> (Accessed: 20 March 2022).
- Queremel Milani, D.A. and Jialal, I. (2024) 'Urinalysis.', in. Treasure Island (FL).
- Riley RS, M.R. (2022) 'Basic examination of urine', *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods*, 24th ed., p. chap 29.
- SC Nutra (2021) 'Urine Analysis, Microscopic & Chemical Examination'. Available at: <https://www.sweetcures.co.uk/blogs/health-hub/urinalysis-lab-testing>.
- SC Nutra (2022) *Urine Analysis, Microscopic & Chemical Examination*. Available at: <https://www.sweetcures.co.uk/blogs/health-hub/urinalysis-lab-testing> (Accessed: 20 March 2024).
- UCSF Health (2022) *Medical test: Urine Chemistry, The Regents of The University of California*. Available at: <https://www.ucsfhealth.org/medical-tests/urine-chemistry> (Accessed: 20 March 2024).
- Weatherspoon, D. (2018) 'Urinalysis', *Healthline Media*, 20 September. Available at: <https://www.healthline.com/health/urinalysis>.

BAB 9

PEMERIKSAAN REDUKSI URINE

Oleh Denny Juraijin

9.1 Reduksi Urine

Pemeriksaan glukosa dalam urine sering dilakukan sebagai metode sederhana untuk mendeteksi kadar gula dalam tubuh. Salah satu cara yang digunakan adalah uji reduksi urine, yang memanfaatkan sifat reduksi dari gula terhadap larutan tertentu (Galant et al., 2023). Metode ini biasanya digunakan sebagai skrining awal untuk mengetahui kemungkinan adanya diabetes mellitus atau gangguan metabolisme lainnya (Turner, 2019).

Uji reduksi urine bekerja berdasarkan kemampuan gula pereduksi, seperti glukosa, untuk mereduksi ion tembaga (Cu^{2+}) dalam larutan Benedict atau Fehling. Jika glukosa hadir dalam jumlah signifikan, reaksi akan menghasilkan perubahan warna yang menunjukkan kadar gula dalam urine. Warna yang dihasilkan bisa bervariasi, mulai dari hijau hingga merah bata, tergantung pada konsentrasi glukosa yang ada (Fadhilah and Vanawati, 2019).

Proses pemeriksaan ini melibatkan pemanasan sampel urine dengan larutan uji tertentu. Jika glukosa dalam urine cukup tinggi, ion tembaga dalam larutan akan direduksi menjadi endapan tembaga oksida (Cu_2O), yang memberikan warna khas. Semakin tinggi konsentrasi glukosa, semakin intens perubahan warna yang terjadi. Hal ini mempermudah interpretasi hasil secara visual, meskipun tidak seakurat metode laboratorium modern seperti uji enzimatis atau spektrofotometri (Mohib, 2024).

Namun, uji reduksi urine memiliki keterbatasan. Metode ini tidak spesifik hanya untuk glukosa karena gula pereduksi lain seperti fruktosa, galaktosa, atau laktosa juga dapat memberikan hasil positif. Oleh karena itu, jika hasil uji reduksi

urine menunjukkan adanya gula, diperlukan konfirmasi lebih lanjut menggunakan metode yang lebih spesifik, seperti uji enzimatis dengan glukosa oksidase (Yamaguchi and Nagai, 2025).

Pemeriksaan glukosa dalam urine juga dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti pola makan, aktivitas fisik, dan kondisi medis tertentu. Pada individu sehat, glukosa seharusnya tidak ditemukan dalam urine karena ginjal akan menyerap kembali gula yang telah disaring. Namun, jika kadar glukosa dalam darah melebihi ambang batas ginjal (sekitar 180 mg/dL), kelebihan glukosa akan diekskresikan ke dalam urine, yang dapat terdeteksi melalui uji reduksi (Li et al., 2024).

Dengan demikian, uji reduksi urine dapat menjadi metode skrining yang bermanfaat untuk mendeteksi kemungkinan gangguan metabolisme, tetapi tidak dapat menggantikan pemeriksaan laboratorium yang lebih akurat. Jika hasilnya menunjukkan adanya glukosa, langkah selanjutnya adalah melakukan tes darah untuk mendapatkan diagnosis yang lebih pasti dan menentukan langkah pengobatan yang tepat (Yamaguchi and Nagai, 2025).

9.2 Metode Pemeriksaan Urine

9.2.1 Uji Benedict

1. Deskripsi

Uji Benedict adalah metode kimiawi yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan gula pereduksi, seperti glukosa, dalam suatu larutan, termasuk urine. Uji ini berdasarkan reaksi oksidasi-reduksi antara ion tembaga dalam larutan Benedict dengan gula pereduksi yang menghasilkan perubahan warna sebagai indikator konsentrasi glukosa (Arasaretnam and Jayasundara, 2019).

Uji Benedict bekerja dengan cara memanaskan larutan uji bersama reagen Benedict. Jika terdapat gula pereduksi dalam jumlah tertentu, ion tembaga (Cu^{2+}) dalam larutan akan direduksi menjadi tembaga oksida (Cu_2O), yang menghasilkan perubahan warna dari biru menjadi hijau, kuning, jingga, atau merah bata, tergantung pada kadar gula

yang ada. Uji ini sering digunakan sebagai metode skrining untuk mendeteksi glukosuria, yaitu keberadaan glukosa dalam urine, yang dapat mengindikasikan diabetes mellitus atau gangguan metabolisme lainnya (Tambe et al., 2025).

2. Tujuan

- a. Mengidentifikasi keberadaan gula pereduksi dalam urine atau cairan lainnya.
- b. Membantu dalam skrining awal gangguan metabolisme, seperti diabetes mellitus.
- c. Menentukan perkiraan konsentrasi glukosa berdasarkan perubahan warna yang terjadi.

3. Prinsip

Uji Benedict didasarkan pada reaksi reduksi antara gula pereduksi dengan ion tembaga (Cu^{2+}) dalam kondisi pemanasan. Dalam reaksi ini, gula pereduksi akan mereduksi Cu^{2+} menjadi Cu_2O (tembaga oksida), yang tidak larut dalam air dan berwarna merah bata. Perubahan warna yang terjadi bergantung pada jumlah gula yang terdapat dalam larutan (Arasaretnam and Jayasundara, 2019).

4. Metode

Metode yang digunakan dalam uji Benedict adalah metode kualitatif dan semi-kuantitatif. Hasilnya ditentukan berdasarkan perubahan warna yang muncul setelah pemanasan dengan reagen Benedict.

5. Alat dan Bahan

Alat:

- a. Tabung reaksi
- b. Pipet tetes
- c. Penjepit tabung
- d. Penangas air atau pemanas listrik
- e. Rak tabung reaksi

Bahan:

- a. Sampel urine atau larutan yang akan diuji
- b. Reagen Benedict (larutan yang mengandung tembaga sulfat, natrium karbonat, dan natrium sitrat)
- c. Air suling

6. Prosedur Kerja

- a. Masukkan 5 mL reagen Benedict ke dalam tabung reaksi.
- b. Tambahkan 2 mL sampel urine atau larutan yang akan diuji ke dalam tabung reaksi.
- c. Kocok perlahan untuk mencampurkan larutan.
- d. Panaskan tabung reaksi dalam penangas air mendidih selama 3–5 menit.
- e. Amati perubahan warna yang terjadi dan cocokkan dengan skala warna untuk menentukan kadar gula dalam sampel.

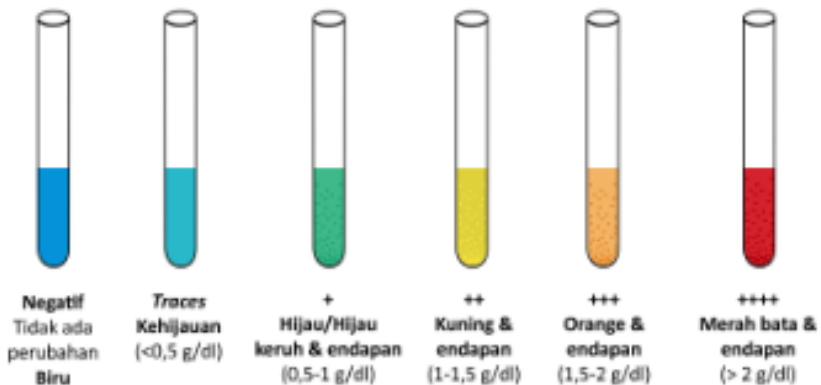
7. Nilai Rujukan (Interpretasi Warna)

Hasil uji Benedict dapat diinterpretasikan berdasarkan warna yang muncul setelah pemanasan:

Tabel 9.1. Nilai rujukan dan interpretasi warna pada uji benedict

Warna Larutan	Kadar Glukosa (mg/dL)	Interpretasi
Biru (tidak berubah)	0	Tidak ada glukosa
Hijau	0,5–1,0	Jejak glukosa
Kuning	1,0–1,5	Glukosa rendah
Jingga	1,5–2,0	Glukosa sedang
Merah bata	>2,0	Glukosa tinggi

Sumber: (Arasaretnam and Jayasundara, 2019).



Gambar 9.1. Interpretasi warna uji Benedict
Sumber: www.atlm-edu.id

Jika hasil uji Benedict menunjukkan adanya glukosa dalam urine, diperlukan pemeriksaan lebih lanjut dengan metode yang lebih akurat, seperti uji enzimatik menggunakan glukosa oksidase dalam tes darah.

9.2.2 Uji Fehling

1. Pengertian

Uji Fehling adalah metode kimiawi yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan gula pereduksi, seperti glukosa, dalam larutan. Uji ini bekerja berdasarkan reaksi oksidasi-reduksi antara ion tembaga dalam larutan Fehling dengan gula pereduksi, menghasilkan perubahan warna sebagai indikator keberadaan dan konsentrasi gula dalam sampel (Sharma, 2025).

Uji Fehling menggunakan dua larutan, yaitu Fehling A (larutan tembaga(II) sulfat) dan Fehling B (larutan natrium kalium tartrat dalam natrium hidroksida). Ketika kedua larutan ini dicampur dan dipanaskan bersama dengan sampel yang mengandung gula pereduksi, ion Cu^{2+} dalam larutan akan direduksi menjadi Cu_2O (tembaga(I) oksida), yang menghasilkan endapan berwarna merah bata. Uji ini banyak digunakan dalam pemeriksaan urine untuk

mendeteksi glukosuria pada penderita diabetes mellitus (Orwa et al., 2021).

2. Tujuan

- a. Mengidentifikasi keberadaan gula pereduksi dalam urine atau cairan lainnya.
- b. Membantu dalam skrining awal penyakit metabolik seperti diabetes mellitus.
- c. Menentukan perkiraan kadar glukosa berdasarkan perubahan warna yang terjadi.

3. Prinsip

Uji Fehling didasarkan pada reaksi reduksi antara gula pereduksi dan ion tembaga (Cu^{2+}). Gula pereduksi akan mereduksi Cu^{2+} menjadi Cu_2O yang tidak larut dalam air dan berwarna merah bata. Perubahan warna ini digunakan sebagai indikator untuk menentukan keberadaan dan perkiraan kadar gula dalam sampel (Orwa et al., 2021).

4. Metode

Metode yang digunakan dalam uji Fehling adalah metode kualitatif dan semi-kuantitatif. Hasilnya ditentukan berdasarkan perubahan warna larutan setelah dipanaskan dengan reagen Fehling.

5. Alat dan Bahan

Alat:

- a. Tabung reaksi
- b. Pipet tetes
- c. Penjepit tabung
- d. Penangas air atau pemanas listrik
- e. Rak tabung reaksi

Bahan:

- a. Sampel urine atau larutan yang akan diuji
- b. Larutan Fehling A (tembaga(II) sulfat)

- c. Larutan Fehling B (natrium kalium tartrat dan natrium hidroksida)
- d. Air suling

6. Prosedur Kerja

- a. Campurkan 2 mL larutan Fehling A dan 2 mL larutan Fehling B dalam tabung reaksi.
- b. Tambahkan 2 mL sampel urine atau larutan uji ke dalam campuran tersebut.
- c. Kocok perlahan untuk mencampurkan larutan secara merata.
- d. Panaskan tabung reaksi dalam penangas air mendidih selama 3–5 menit.
- e. Amati perubahan warna yang terjadi dan cocokkan dengan skala warna untuk menentukan kadar gula dalam sampel.

7. Nilai Rujukan (Interpretasi Warna)

Hasil uji Fehling dapat diinterpretasikan berdasarkan warna yang muncul setelah pemanasan:

Tabel 9.2. Nilai rujukan dan interpretasi warna pada uji Fehling

Warna Larutan	Kadar Glukosa (mg/dL)	Interpretasi
Biru (tidak berubah)	0	Tidak ada glukosa
Hijau	0,5–1,0	Jejak glukosa
Kuning	1,0–1,5	Glukosa rendah
Jingga	1,5–2,0	Glukosa sedang
Merah bata	>2,0	Glukosa tinggi

Sumber: (Orwa et al., 2021).

Jika hasil uji Fehling menunjukkan adanya glukosa dalam urine, diperlukan pemeriksaan lebih lanjut menggunakan metode yang lebih spesifik, seperti uji enzimatik dengan glukosa oksidase dalam tes darah.

9.2.3 Uji Clinitest

1. Pengertian

Uji Clinitest adalah metode pemeriksaan semi-kuantitatif untuk mendeteksi keberadaan gula pereduksi, terutama glukosa, dalam urine. Uji ini menggunakan tablet Clinitest yang mengandung pereaksi kimia untuk mendeteksi gula dengan perubahan warna yang terjadi saat reaksi berlangsung (Kafkas, 2024).

Uji Clinitest didasarkan pada reaksi reduksi antara gula pereduksi dalam urine dengan ion tembaga dalam tablet Clinitest. Tablet ini mengandung tembaga sulfat, natrium hidroksida, dan pereaksi lainnya. Saat tablet bereaksi dengan urine, ion tembaga direduksi dan menghasilkan perubahan warna yang dapat diinterpretasikan menggunakan skala warna untuk menentukan kadar glukosa dalam urine (Kafkas, 2024).

2. Tujuan

- a. Mendeteksi keberadaan gula pereduksi dalam urine secara cepat dan sederhana.
- b. Membantu dalam skrining awal untuk gangguan metabolik seperti diabetes mellitus.
- c. Menentukan perkiraan kadar glukosa dalam urine berdasarkan perubahan warna larutan.

3. Prinsip

Prinsip kerja uji Clinitest didasarkan pada reaksi oksidasi-reduksi antara gula pereduksi dengan ion tembaga dalam tablet Clinitest. Jika terdapat gula dalam urine, ion tembaga (Cu^{2+}) akan direduksi menjadi tembaga oksida (Cu_2O), yang menghasilkan perubahan warna larutan dari biru menjadi hijau, kuning, jingga, atau merah bata, tergantung pada konsentrasi gula yang ada (Kafkas, 2024)..

4. Metode

Metode yang digunakan adalah metode semi-kuantitatif dengan interpretasi hasil berdasarkan perubahan warna larutan setelah tablet Clinitest bereaksi dengan urine.

5. Alat dan Bahan

Alat:

- a. Tabung reaksi atau cawan khusus uji Clinitest
- b. Pipet tetes
- c. Penjepit tabung
- d. Air suling
- e. Rak tabung reaksi

Bahan:

- a. Sampel urine yang akan diuji
- b. Tablet Clinitest

6. Prosedur Kerja

- a. Masukkan 5 tetes urine ke dalam tabung reaksi atau cawan uji Clinitest.
- b. Tambahkan 10 tetes air suling ke dalam tabung.
- c. Letakkan satu tablet Clinitest ke dalam tabung dan biarkan bereaksi.
- d. Amati perubahan warna yang terjadi dalam waktu 15 detik setelah reaksi berhenti berbuih.
- e. Bandingkan warna larutan dengan skala warna Clinitest untuk menentukan kadar gula dalam urine.

7. Nilai Rujukan (Interpretasi Warna)

Hasil uji Clinitest diinterpretasikan berdasarkan perubahan warna yang terjadi:

Tabel 9.3. Nilai Rujukan dan interpretasi warna uji clinitest

Warna Larutan	Kadar Glukosa (mg/dL)	Interpretasi
Biru	0	Tidak ada glukosa
Hijau	50	Jejak glukosa
Kuning	100	Glukosa rendah
Jingga	250	Glukosa sedang
Merah bata	≥500	Glukosa tinggi

Sumber: (Kafkas, 2024).

Jika hasil uji Clinitest menunjukkan adanya glukosa dalam urine, diperlukan pemeriksaan lanjutan, seperti uji enzimatik glukosa oksidase dalam tes darah, untuk memastikan diagnosis diabetes atau gangguan metabolik lainnya.

9.2.4 Tes Dipstick Glukosa

1. Pengertian

Tes Dipstick Glukosa adalah metode pemeriksaan cepat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan glukosa dalam urine menggunakan strip uji khusus. Strip ini mengandung pereaksi kimia yang akan berubah warna sesuai dengan konsentrasi glukosa dalam urine, sehingga memungkinkan interpretasi hasil secara visual dalam hitungan detik (Ramakrishnan et al., 2020).

Tes Dipstick Glukosa merupakan metode skrining yang umum digunakan dalam pemeriksaan kesehatan untuk mendeteksi glukosuria (keberadaan glukosa dalam urine). Strip uji ini memiliki bantalan yang mengandung enzim glukosa oksidase dan peroksidase, yang bereaksi dengan glukosa dalam urine dan menghasilkan perubahan warna yang dapat dibandingkan dengan skala warna referensi untuk menentukan kadar glukosa (Parikh et al., 2025).

2. Tujuan

- a. Mendeteksi keberadaan glukosa dalam urine secara cepat dan mudah.

- b. Membantu dalam skrining awal untuk penyakit metabolik seperti diabetes mellitus.
- c. Menentukan perkiraan kadar glukosa dalam urine berdasarkan perubahan warna pada strip uji.

3. Prinsip

- a. Tes Dipstick Glukosa bekerja berdasarkan reaksi enzimatik yang melibatkan enzim **glukosa oksidase** dan **peroksidase**.
- b. **Glukosa oksidase** mengkatalisis oksidasi glukosa menjadi asam glukonat dan hidrogen peroksida.
- c. **Peroksidase** kemudian mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen, yang bereaksi dengan kromogen dalam strip uji, menghasilkan perubahan warna sesuai dengan kadar glukosa dalam urine (Parikh et al., 2025).

4. Metode

Metode yang digunakan dalam tes ini adalah metode **semi-kuantitatif** dengan interpretasi hasil berdasarkan perubahan warna pada strip uji setelah dicelupkan ke dalam sampel urine.

5. Alat dan Bahan

Alat:

- a. Strip uji glukosa (dipstick)
- b. Wadah penampung urine bersih
- c. Jam tangan atau timer
- d. Skala warna referensi (biasanya terdapat pada kemasan strip uji)

Bahan:

Sampel urine segar

6. Prosedur Kerja

- a. Kumpulkan sampel urine dalam wadah bersih dan kering.

- b. Ambil satu strip uji dan celupkan bagian reaktif strip ke dalam urine selama 1–2 detik.
- c. Angkat strip dan hilangkan kelebihan urine dengan menepuk strip pada tepi wadah atau tisu.
- d. Tunggu sekitar **30–60 detik** (sesuai petunjuk pada kemasan strip).
- e. Bandingkan warna yang muncul pada strip dengan skala warna referensi untuk menentukan kadar glukosa dalam urine.

7. Nilai Rujukan (Interpretasi Warna)

Hasil uji dipstick glukosa biasanya ditunjukkan dengan perubahan warna pada strip, yang diinterpretasikan sebagai berikut:

Tabel 9.4. Nilai rujukan dan interpretasi warna

Warna Strip	Kadar Glukosa (mg/dL)	Interpretasi
Tidak berubah	0	Tidak ada glukosa (normal)
Hijau muda	50	Jejak glukosa
Hijau tua	100	Glukosa rendah
Kuning	250	Glukosa sedang
Oranye	500	Glukosa tinggi
Coklat tua	≥1000	Glukosa sangat tinggi

Sumber: (Parikh et al., 2025).

Jika hasil tes menunjukkan adanya glukosa dalam urine, pemeriksaan lebih lanjut, seperti tes darah dengan metode glukosa oksidase, diperlukan untuk diagnosis lebih akurat terhadap diabetes atau gangguan metabolik lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arasaretnam, S., Jayasundara, J., 2019. Utilization of Pretreated Lignocelluloses Materials for the Production of Bio-Diesel. *Int. J. Adv. Res. Chem. Sci.* 6, 7–12.
- Fadhilah, F., Vanawati, N., 2019. Comparison of Glucose Reduction in Urine Using Benedict Method Heated by Methylated Flame with 100°C Waterbath. *Indones. J. Med. Lab. Sci. Technol.* 1, 44–51.
- Galant, A.L., Kaufman, R.C., Wilson, J.D., 2023. Glucose: Detection and analysis. *Food Chem.* 188, 149–160.
- Kafkas, 2024. *Tip Bimileri Dergisi*, Ayar.
- Li, J.H., Xie, R., Tian, H., Wang, D., Mo, M.S., Yang, J.K., Guo, W. Bin, 2024. Association between triglyceride glucose body mass index and urinary incontinence: a cross-sectional study from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2001 to 2018. *Lipids Heal. Dis.* 23.
- Mohib, M., 2024. Design And Development Of Nanomaterials Based Glucose Design And Development Of Nanomaterials Based Glucose.
- Orwa, J.A., Govaerts, C., Busson, R., Roets, E., Van Schepdael, A., Hoogmartens, J., 2021. Isolation and structural characterization of colistin components. *J. Antibiot. (Tokyo)*. 54, 595–599.
- Parikh, P.C., Souza, S.D., Obeid, W., 2025. Changes in the composition of urine over six hours using urine dipstick analysis and automated microscopy. *BMC Nephrol.* 26.
- Ramakrishnan, J., Liu, T., Zhang, F., Seshadri, K., Yu, R., Creative, U., 2020. Bipolar Electore for Point of care Blood Glucose Testing. *Health (Irvine. Calif)*. 1–34.
- Sharma, 2025. Preliminary Phytochemical Screening And Antioxidant Activity Nardostachys Jatamansi LEAVES. *World J. Pharm. Pharm.* 02, 49–64.
- Tambe, B.R., Vikhe, S.R., Pathade, P.M., 2025. Detection of phytochemicals in the methanol extract of *Urginea indica* (R) BULB. *WJBPHS* 21, 768–773.
- Turner, 2019. An enzymatic method for glucose determination in

body fluids. Clin. Chem. 4, 462–475.

Yamaguchi, H., Nagai, R., 2025. Insights from the fructose-derived product glucoselysine: Revisiting the polyol pathway in diabetic complications. J. Diabetes Investig.

BAB 10

PEMERIKSAAN PROTEIN URINE

Oleh Sulasthia

10.1 Pendahuluan

Keadaan protein dalam urine (proteinuria) paling sering dikaitkan dengan penyakit ginjal. Hasil positif untuk protein tidak selalu mengindikasikan kerusakan ginjal, tetapi harus selalu ada pada pemeriksaan tambahan yang dilakukan untuk menentukan apakah proteinuria merupakan indikasi dari kondisi patologis. Urine normal mengandung sedikit sekali protein, karena kebanyakan molekul protein tidak diizinkan untuk memasuki urine melalui glomerulus karena ukuran molekul terlalu besar untuk meninggalkan plasma. Setiap molekul yang tersaring biasanya diserap kembali oleh tubulus ginjal dan tidak ada dalam spesimen urine (Lieseke, C.L & Zeibig, E.A, 2018).

Protein dapat dijumpai dalam urine saat tidak terdapat penyakit ginjal atau kerusakan ginjal. Hal ini terjadi ketika kadar total protein plasma meningkat. Peningkatan tersebut terjadi akibat peningkatan jumlah molekul protein berukuran kecil dalam plasma yang mampu melewati pori-pori di glomerulus. Ginjal akan menyaring kelebihan protein, tetapi ketika ginjal telah mencapai kapasitasnya untuk mereabsorpsi protein dalam tubulus ginjal, protein akan muncul dalam spesimen urine. Trauma otot, demam, atau hemolisis intravaskular yang berlebihan akan meningkatkan kadar protein dalam darah. Hal ini biasanya merupakan hasil sementara yang tidak akan berlanjut setelah penyebab utamanya tertangani (Lieseke, C.L & Zeibig, E.A, 2018).

Proteinuria merupakan keadaan dimana urine mengandung protein dalam jumlah yang tidak normal. Protein dalam urine dapat terjadi karena kegagalan fungsi ginjal pada tahap pembentukan urine. Beberapa faktor yang dapat menjadi faktor yang berpengaruh pada masalah kesehatan diantaranya aktivitas fisik, faktor lingkungan, kegiatan olah raga dan juga stress. Penyakit yang dapat

terjadi diantaranya penyakit hipertensi, kolesterol, ginjal, diabepemeriksaan mellitus yang merupakan penyakit gangguan metabolik dan termasuk penyakit tidak menular (Sari CFP, dkk. 2023).

10.1.1 Protein Urine

Jenis protein yang paling sering dijumpai dalam urine sebagai akibat dari kerusakan ginjal adalah albumin. Albumin dapat mengindikasikan kerusakan glomerulus atau tubulus ginjal. Keberadaan albumin dapat bersifat sementara, seperti dalam kasus olahraga berat atau dehidrasi. Pasien hipertensi juga dapat mengalami proteinuria. Pemeriksaan protein positif pada wanita hamil (terutama pada trimester terakhir kehamilan) mungkin menunjukkan pre-eklampsia, suatu kondisi serius yang harus segera diobati. Mikroalbuminuria, atau adanya sejumlah kecil albumin dalam urine dalam waktu lama merupakan hal yang lazim dijumpai pada pasien diabepemeriksaan. Hal ini merupakan indikasi bahwa kadar glukosa dalam darah tidak stabil dan peningkatan beban kerja ginjal untuk menyaring molekul besar ini telah menyebabkan glomerulus menjadi rusak. Kerusakan glomerulus memungkinkan molekul protein bocor ke dalam spesimen urine, yang menyebabkan mikroalbuminuria (Lieseke, C.L & Zeibig, E.A, 2018).

Pasien mieloma multiple (kanker sumsum tulang) dapat menunjukkan peningkatan jumlah protein Bence Jones dalam plasmanya. Jenis protein yang spesifik ini akan disaring keluar dari darah dan jika kapasitas reabsorpsi tubular telah terlampaui, protein Bence Jones akan muncul pada spesimen. Hal ini mungkin untuk membedakan jenis protein Bence Jones dengan protein jenis lain memanfaatkan reaksi berbeda yang diperlihatkan jenis protein tertentu jika terkena panas. Protein Bence Jones akan mengental (menggumpal) jika berada pada suhu antara 40°C dan 60°C, tetapi akan larut kembali ke dalam larutan jika berada di suhu 100°C. Protein lain akan mengental pada suhu yang sama, tetapi tidak akan larut kembali pada suhu yang lebih tinggi. Ketiadaan protein Bence Jones dalam urine bukan merupakan indikator yang valid untuk mengesampingkan mieloma multipel, karena banyak pasien dengan penyakit ini tidak mengekskresikan protein dalam kadar yang cukup

tinggi agar dapat dideteksi dalam spesimen urine. Elektroforesis protein adalah pemeriksaan yang lebih spesifik yang digunakan untuk diagnosis (Lieseke, C.L & Zeibig, E.A, 2018).

10.1.2 Patofisiologi Proteinuria

Proteinuria dapat meningkat melalui hal-hal berikut :

1. Perubahan permeabilitas glomerulus yang mengikuti peningkatan filtrasi dari protein plasma normal terutama albumin.
2. Kegagalan tubulus mereabsorpsi sejumlah kecil protein yang normal difiltrasi.
3. Filtrasi glomerulus dari sirkulasi abnormal, Low Molecular Weight Protein (LMWP) dalam jumlah melebihi kapasitas reabsorpsi tubulus.
4. Sekresi yang meningkat dari mokuloprotein uroepitel dan sekresi IgA dalam respon inflamasi.

Mekanisme lain adanya proteinuria yaitu saat produksi berlebihan dari proteinuria abnormal melebihi kapasitas reabsorpsi tubulus. Kondisi ini dijumpai pada diskrasia sel plasma (myeloma multiple dan limfoma) yang dihubungkan dengan produksi monoclonal immunoglobulin rantai pendek. Rantai pendek tersebut dihasilkan dari kelainan yang disaring oleh glomerulus dan direabsorpsi oleh tubulus proksimal. Jika ekskresi protein urine total melebihi 3,5 gram sehari, hal ini dihubungkan dengan hipoalbuminemia, hyperlipidemia dan edema (sindroma nefrotik) (Sugiarti M, dkk, 2024).

10.2 Pemeriksaan Protein Urine

Pemeriksaan terhadap protein urine termasuk ke dalam pemeriksaan rutin. Kebanyakan metode rutin untuk menyatakan adanya protein dalam urine berdasarkan timbulnya kekeruhan, karena padatnya atau kasarnya kekeruhan tersebut menjadi satu ukuran untuk jumlah protein yang ada, maka baiknya menggunakan urine yang benar-benar jernih menjadi syarat penting pada pemeriksaan terhadap protein urine. Jika urine yang akan diperiksa jernih, specimen urine boleh terus digunakan, sedangkan jika keruh

gunakanlah cairan bagian atas dari urine yang telah di sentrifugasi (filtrat urine). Bila cairan atas urine atau filtrat tidak juga jernih setelah dilakukan sentrifugasi, tambahkan urine 1/10 volume *kieselguhr* atau *carbo adsorbens*, kocoklah kuat-kuat dan saringlah berulang-ulang sampai mendapat filtrat yang jernih. Filtrat tersebut tidak boleh digunakan untuk pemeriksaan lain, karena zat-zat warna dan beberapa macam zat lain tertahan oleh *kieselguhr* atau *carbo adsorbens* (Gandasoebrata R, 2016).

Protein dalam keadaan koloid dipresipitaskan seperti juga terjadi pada pemeriksaan menggunakan asam sulfosalicyl. Pemberian asam acetat dilakukan untuk mencapai atau mendekati titik iso-elektrik protein, pemanasan selanjutnya menyebabkan denaturasi dan terjadilah presipitasi. Proses presipitasi dibantu oleh adanya garam-garam yang telah ada dalam urine atau yang sengaja ditambahkan pada tiap pemeriksaan. Pemeriksaan ini cukup peka untuk klinik, sebanyak 0,004% protein dapat dinyatakan dengan pemeriksaan ini. Cara ini hanya memakai sebuah tabung lebih baik dari yang menggunakan dua tabung (tabung kedua hanya berisi urine saja sebagai *control*) karena kekeruhan yang sangat ringan lebih jelas nampak jika bagian bawah digunakan untuk perbandingan (Gandasoebrata R, 2016).

Asam acetat yang digunakan tidak penting konsentrasinya, tiap konsentrasi 3-6% boleh digunakan yang penting ialah pH yang dicapai dengan pemberian asam acetat. Hal tersebut menjadi alasan ada yang lebih suka menggunakan larutan penyanggah diantaranya, asam asetat glasial 56,5 ml, natrium acetat 118 g, aquadest 1000 ml. Dengan reagen tersebut, adanya garam-garam untuk mempresipitasikan protein dengan sendirinya terjamin. Urine encer yang mempunyai berat jenis rendah tidak baik digunakan untuk pemeriksaan ini, jika berat jenis berkisar antara 1003 dan 1006 tambahkan larutan NaCl jenuh sebanyak 1/5 dari volume urine. Jika menggunakan penyanggah tersebut, pemberian NaCl tidak perlu lagi.

Hasil yang baik pada pemeriksaan dengan asam acetat diperoleh dengan urine yang reaksinya asam. Baiknya sebelum pemeriksaan dimulai reaksi urine yang lindi itu dijadikan asam dengan tambahan sedikit asam acetat. Kekeruhan yang sangat

ringan sangat sukar dilihat oleh mata telanjang, gunakan tabung yang bersih untuk pemeriksaan terhadap protein, tabung yang telah bergores baiknya jangan digunakan (Gandasoebrata R, 2016).

Sumber reaksi negative palsu pada pemeriksaan pemanasan menggunakan asam acetat adalah dengan pemberian asam acetat yang berlebihan. Kekeruhan yang halus mungkin hilang kerana hal tersebut. Sumber reaksi positif palsu (kekeruhan yang tidak disebabkan oleh albumin atau globulin) dapat disebabkan:

1. Nucleoprotein: kekeruhan terjadi pada pemberian asam acetat sebelum dilakukan pemanasan.
2. Mucin: kekeruhan yang disebabkan oleh mucin juga bisa terjadi pada saat pemberian asam acetat sebelum dilakukan pemanasan.
3. Proteose (albumose): presipitat oleh zat ini terjadi ketika reaksi mendingin, jika dipanaskan akan menghilang lagi.
4. Asam-asam resin: kekeruhan oleh zat-zat larut dalam alcohol.
5. Protein Bence Jones

Cara menilai hasil yang baik untuk pemeriksaan dengan asam sulfosalicyl maupun pemeriksaan dengan asam acetat. Cara penilaian ini menghindarkan adanya laporan penilaian yang meragukan dengan memberi batas-batas tegas antara derajat kepositifan. Untuk menguji adanya kekeruhan, periksalah tabung reaksi dengan cahaya berpantul dan dengan latar belakang yang hitam.

Pemeriksaan dengan menggunakan strip atau metode carik celup juga dapat digunakan untuk pemeriksaan protein urine. Kebanyakan strip reagen hanya mendeteksi keberadaan albumin. Jika diduga ada jenis protein lain, mungkin petugas perlu menggunakan metode pemeriksaan lain untuk mendeteksi keberadaannya. Pemeriksaan presipitasi asam sulfosalicylat (pemeriksaan SSA) adalah pemeriksaan yang akan mendeteksi segala bentuk protein dalam spesimen urine. Pemeriksaan tersebut mungkin berguna ketika ada gangguan interpretasi warna spesimen urine dan perlu dilakukan pemeriksaan protein, atau ketika spesimen urine memiliki pH yang sangat basa, karena hal tersebut

dapat mengganggu hasil strip reagen untuk protein (Lieseke, C.L & Zeibig, E.A, 2018).

10.2.1 Metode Asam Sulfosalicyl

1. Prinsip

Terbentuknya reaksi presipitat antara asam sulfosalicyl dengan protein dalam urine yang tampak adanya kekeruhan putih seperti awan (Widyastuti R, dkk, 2018)

2. Cara Kerja

- a. Siapkan 2 tabung reaksi, masing-masing tambahkan 2 ml urine jernih
- b. Tambahkan 8 tetes larutan asam sulfosalicyl 20% ke dalam tabung reaksi 1 dan kocok (homogenkan)
- c. Bandingkan isi tabung reaksi 1 dan 2. Bila tetap sama jernihnya pemeriksaan terhadap protein negative
- d. Jika tabung reaksi 1 lebih keruh dibandingkan tabung reaksi 2, panasilah tabung reaksi 1 diatas bunsen hingga mendidih dan kemudian dinginkan kembali dengan air mengalir
 - 1) Bila kekeruhan tetap ada Ketika dilakukan pemanasan dan tetap ada juga setelah dingin kembali, pemeriksaan terhadap protein dinyatakan positif. Protein dapat berupa albumin, globulin atau keduanya.
 - 2) Bila kekeruhan hilang ketika dilakukan pemanasan, tetapi muncul lagi setelah didinginkan, mungkin sebabnya protein bence jones dan perlu diselidiki lebih lanjut (Sugiarti M, dkk, 2024).

3. Interpretasi Hasil

- a. Negatif (-): tidak ada kekeruhan sama sekali
- b. Positif (+) atau 1+: ada kekeruhan ringan tanpa butir-butir, kadar protein kira-kira 0,01 0,05%
- c. Positif (++) atau 2+: kekeruhan mudah dapat dilihat dan Nampak butir-butir dalam kekeruhan itu (0,05-0,2%)
- d. Positif (+++) atau 3+: urine jelas keruh dan kekeruhan itu berkeping-keping (0,2-0,5%)

- e. Positif (++++) atau 4+: urine sangat keruh dan kekeruhan berkeping-keping besar atau bergumpal-gumpal ataupun memadat ($> 0,5\%$), jika terdapat $> 3\%$ protein akan terjadi bekuan (Gandasoebrata R, 2016).
- f. Nilai Normal: (-) tidak terjadi kekeruhan

10.2.2 Pemanasan Kualitatif Metode Asam Acetat

1. Prinsip

Protein dengan pemanasan akan terbentuk presipitat yang terlihat berupa kekeruhan. Pemberian asam acetat dilakukan untuk mencapai atau mendekati titik iso-elektrik protein. Pemanasan selanjutnya menyebabkan denaturasi dan terjadi presipitasi (Widyastuti R, dkk, 2018).

2. Cara Kerja

- a. Masukkan specimen urine ke dalam tabung reaksi sebanyak 2/3 dari tabung reaksi.
- b. Jepit tabung reaksi menggunakan penjepit tabung pada bagian bawah
- c. Panaskan urine selama 30 detik pada bagian lapisan atas hingga mendidih
- d. Amati perubahan yang terjadi. Amati kekeruhan bagian lapisan atas dan bandingkan dengan lapisan bagian bawah yang tidak dipanaskan. Amati perubahan kekeruhannya, bila terjadi kekeruhan tambahkan 3-5 tetes asam asetat 6%, baca hasilnya lagi. Bila masih keruh, hasil dinyatakan positif jika kekeruhan hilang disertai gelembung gas berarti unsur karbonat jika kekeruhan hilang tanpa disertai gelembung gas berarti unsur fosfat (Sugiarti M, dkk, 2024).

3. Interpretasi Hasil

- a. Negatif (-): tidak ada kekeruhan sama sekali
- b. Positif (+) atau 1+: ada kekeruhan ringan tanpa butir-butir, kadar protein kira-kira 0,01 0,05%
- c. Positif (++) atau 2+: kekeruhan mudah dapat dilihat dan Nampak butir-butir dalam kekeruhan itu (0,05-0,2%)

- d. Positif (+++) atau 3+: urine jelas keruh dan kekeruhan itu berkeping-keping (0,2-0,5%)
- e. Positif (+++++) atau 4+: urine sangat keruh dan kekeruhan berkeping-keping besar atau bergumpal-gumpal ataupun memadat (> 0,5%), jika terdapat > 3% protein akan terjadi bekuan (Gandasoebrata R, 2016).

10.2.3 Pemeriksaan Kuantitatif Metode Esbach

1. Prinsip

Reagen Esbach membentuk endapan dengan protein yang terkandung dalam urine dan endapan tersebut dibaca pada skala yang terdapat pada tabung Esbach dinyatakan dalam promil

2. Cara Kerja

- a. Gunakan tabung albuminometer (tabung esbach) yang bersih dan kering
- b. Pipet urine ke dalam tabung reaksi secukupnya
- c. Tambahkan asam cuka sampai pada pH 6 kemudian saring (periksa menggunakan kertas pH)
- d. Masukkan urine pH 6 ke dalam tabung albuminometer hingga tanda U dan reagen tanda R kemudian dikocok hingga homogen
- e. Tutup menggunakan gabus
- f. Simpan di tempat tertutup selama 24 jam pada suhu kamar (Widyastuti R, dkk, 2018).

3. Perhitungan

Total protein dalam 24 jam = volume urine 24 jam X hasil (gram/L)
= ... gram/ 24 jam

10.2.4 Metode Heller

1. Prinsip

Penambahan HNO₃ (Asam nitrat pekat) pada urine akan membentuk lapisan berwarna putih akibat terjadinya denaturasi protein

2. Cara Kerja
 - a. Masukkan 3 mL HNO₃ pekat ke dalam tabung reaksi
 - b. Tambahkan 5 mL urine ke dalam tabung melalui dinding tabung hingga terbentuk 2 lapisan
 - c. Amati adanya cincin keruh pada bagian tengah (Putri, C & Arianda D. 2022; Arianda, D. 2015).
3. Interpretasi Hasil
Nilai normal: Negatif

10.2.5 Metode Bang

1. Prinsip
Protein urine dengan pemanasan dan penambahan asam asetat encer akan mempresipitasikan protein. Metode Bang menggunakan larutan penyangga pH 4,5 sebagai pengganti larutan asam asetat. Susunan penyangga terdiri dari:
 - a. Asam asetat glasial : 56,5 mL
 - b. Natrium asetat : 118 gram
 - c. Aquadest : 1000 mL
2. Cara Kerja
 - a. Masukkan urine sebanyak 5 mL ke dalam tabung reaksi
 - b. Tambahkan larutan penyangga pH 4,5 sebanyak 0,5 mL
 - c. Panaskan di waterbath 100°C selama 10 menit
 - d. Amati perubahan yang terjadi (Putri, C & Arianda D. 2022; Arianda, D. 2015).

Interpretasi hasil:

1. Negatif: Tidak terjadi kekeruhan
2. Positif: Terjadi kekeruhan

10.2.6 Metode Boedeker

1. Cara Kerja
 - a. Siapkan 2 buah tabung reaksi, masing-masing diisi dengan 5 mL urine
 - b. Tabung 1 tambahkan 5 mL asam asetat 6%
 - c. Tabung 2 tambahkan 5 mL aquadest (Blanko)

- d. Amati kedua tabung dengan latar belakang hitam, jika pada tabung 1 terjadi kekeruhan, dilakukan peyaringan, lalu filtrat ditambahkan beberapa tetepemeriksaan kalium ferisianida 5%
- e. Bila terjadi kekeruhan, protein dinyatakan positif (Putri, C & Arianda D. 2022).

2. Interpretasi hasil:

- a. Negatif: Tidak terjadi kekeruhan
- b. Positif: Terjadi kekeruhan

DAFTAR PUSTAKA

- Arianda, D. 2015. Kimia Klinik Seri 1: Sistem Urinaria dan Pemeriksaan Urinalisa. AM-Publishing.
- Gandasoebrata, R. 2016. Penuntun Laboratorium Klinik. Jakarta: PT. Dian Rakyat
- Lieseke, CL & Zeibig, EA. 2018. Buku Ajar Laboratorium Klinis: EGC.
- Putri, C & Arianda D. 2022. Buku Saku Kimia Klinik: Elzen Publishing.
- Sari CFP, dkk. 2023. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Protein Urine Metode Carik Celup, Asam Asetat 6% dan Asam Sulfosalisilat 20% Menggunakan Aturan Wesgard. Jurnal Laboratorium Medis. Issue 02 Vol. 05 Hal. 84-94.
- Sugiarti M, dkk, 2024. Modul Praktikum Urinalisis dan Cairan Tubuh. AIPTLMI.
- Widyastuti R, dkk. 2018. Modul Praktikum Urinalisis dan Cairan Tubuh. Universitas Muhammadiyah Surabaya.

BAB 11

PEMERIKSAAN KETON URIN

Oleh Rinda Aulia Utami

11.1 Pendahuluan

Pemeriksaan keton urin merupakan salah satu metode diagnostik yang penting dalam bidang kedokteran, khususnya dalam manajemen diabetes mellitus. Keton merupakan hasil metabolisme lemak di hati saat tubuh kekurangan glukosa sebagai sumber energi utama. Normalnya, tubuh memanfaatkan glukosa sebagai sumber energi utama. Namun, dalam keadaan tertentu, seperti diabetes tipe 1, tubuh tidak dapat menggunakan glukosa secara efektif, sehingga memaksa tubuh untuk membakar lemak dan menghasilkan keton (Cleveland, 2023).

Ketoasidosis diabetik (DKA) adalah komplikasi serius yang dapat terjadi pada pasien diabetes, terutama pada mereka yang tidak mendapatkan perawatan yang tepat. DKA ditandai dengan peningkatan kadar keton dalam darah dan urin, serta asidosis metabolik. Kondisi ini dapat mengancam jiwa jika tidak ditangani dengan cepat dan tepat (Noori et al., 2023). Oleh karena itu, pemeriksaan keton urin menjadi hal penting untuk mendeteksi dan memantau kondisi ini, sehingga intervensi medis dapat dilakukan sebelum komplikasi lebih lanjut terjadi.

Selain diabetes, pemeriksaan keton urin juga relevan dalam konteks diet ketogenik, di mana individu mengonsumsi makanan tinggi lemak dan rendah karbohidrat untuk mencapai ketosis. Pada keadaan ini, tubuh beralih dari penggunaan glukosa menjadi lemak sebagai sumber energi, yang menyebabkan peningkatan kadar keton dalam urin. Pemantauan kadar keton dalam urin dapat membantu individu yang mengikuti diet ini untuk memastikan bahwa mereka tetap dalam rentang ketosis yang aman dan efektif (Kleiner et al., 2021).

Pemeriksaan keton urin juga memiliki aplikasi dalam kondisi medis lainnya, seperti puasa berkepanjangan, malnutrisi, dan infeksi.

berat. Pada situasi ini, tubuh dapat beralih ke metabolisme lemak, yang meningkatkan produksi keton. Oleh karena itu, pemeriksaan ini dapat memberikan informasi penting tentang status metabolik pasien dan membantu dalam pengelolaan kondisi medis yang mendasarinya, dengan meningkatnya prevalensi diabetes dan penggunaan diet ketogenik, penting untuk memahami peran pemeriksaan keton urin dalam diagnosis dan manajemen kondisi ini. Ketoasidosis diabetik (KAD) merupakan salah satu komplikasi akut yang terkait dengan diabetes mellitus tipe 2 dan memerlukan perhatian serius karena dapat muncul secara mendadak serta berpotensi mengancam jiwa jika tidak segera ditangani. Produksi keton yang berlebihan dalam urin dapat mengakibatkan komplikasi serius yang dikenal sebagai KAD.

Kondisi ini merupakan keadaan darurat medis yang disebabkan oleh kekurangan insulin yang mendalam, ditandai dengan hiperglikemia, asidosis, dan ketosis, yang merupakan komplikasi berbahaya dari diabetes mellitus. Kehadiran KAD menjadi ancaman yang signifikan bagi keselamatan penderita diabetes mellitus (Syahrini, 2024). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pemantauan keton urin dapat membantu dalam pengelolaan diabetes dan mencegah komplikasi serius, seperti ketoasidosis. Oleh karena itu, pemeriksaan keton urin tidak hanya penting untuk pasien diabetes, tetapi juga untuk individu yang menjalani diet ketogenik dan mereka yang mengalami kondisi medis lainnya yang dapat mempengaruhi metabolisme lemak (Foti Randazzese et al., 2025).

11.2 Keton

Keton adalah senyawa organik yang dihasilkan oleh hati selama metabolisme lemak, terutama ketika tubuh mengalami kekurangan glukosa sebagai sumber energi. Tiga jenis utama keton yang dihasilkan adalah asetoasetat, beta-hidroksibutirat, dan aseton (Kuru et al., 2014). Badan keton, D-β-hidroksibutirat (βHB) dan asetoasetat (AcAc), adalah senyawa 4-karbon yang larut dalam air yang diproduksi, terutama di mitokondria hati, dari asam lemak non-esterifikasi plasma yang berasal dari lipolisis TAG dalam jaringan adiposa. Keton berfungsi sebagai sumber energi alternatif

ketika glukosa tidak tersedia, seperti pada kondisi puasa, diet rendah karbohidrat, atau diabetes yang tidak terkontrol. Konteks medis, keberadaan keton dalam urin dapat menjadi indikator penting dari status metabolik seseorang, terutama pada pasien diabetes mellitus. Keton adalah senyawa kimia yang dihasilkan oleh hati selama metabolisme lemak. Keton berfungsi sebagai sumber energi alternatif ketika glukosa tidak tersedia (Kadir et al., 2020)

Senyawa keton dihasilkan sebagai sumber energi alternatif saat tubuh kekurangan karbohidrat. Asam asetoasetat dan asam β -hidroksibutirat berperan sebagai bahan bakar dalam respirasi seluler, terutama penting bagi otot jantung dan korteks ginjal. Keton akan dikeluarkan melalui urin jika produksi melebihi kebutuhan jaringan. Urin, yang terbentuk dari darah dan cairan interstisial, mengandung air dan berbagai zat terlarut seperti urea, garam, dan senyawa organik. Komposisi urin berubah selama reabsorpsi, di mana molekul penting seperti glukosa diserap kembali. Sisa cairan mengandung urea berkonsentrasi tinggi dan senyawa berlebih atau beracun yang diekskresikan. Analisis urin dapat mengidentifikasi komponen-komponen ini. (Kong et al., 2024).

Urea yang ada dapat menjadi sumber nitrogen yang baik untuk mempercepat proses pembentukan kompos. Diabetes merupakan penyakit yang dapat terdeteksi melalui urin, di mana urin penderita diabetes akan mengandung gula yang tidak ditemukan pada urin individu yang sehat (Noori et al., 2023).

Jika kemampuan ginjal untuk mengekstraksi keton melebihi batas, akan terjadi ketonuria, di mana badan keton yang ditemukan dalam urin terutama adalah aseton dan asam asetat. Ketonuria dapat terjadi pada penderita diabetes melitus tipe 1 karena sel-sel tubuh tidak dapat menyerap glukosa sebagai sumber nutrisi, sehingga beralih ke lemak sebagai sumber energi alternatif dan menghasilkan residu berupa senyawa dengan gugus keton (Suparyati et al, 2024). Nilai normal keton dalam urin adalah negatif atau tidak menunjukkan perubahan warna pada dipstick, dengan pembacaan nilai keton dalam urin sebagai berikut:

Tingkat keton dalam urin dikategorikan sebagai berikut:

1. Rendah: Kurang dari 20 mg/dL
2. Sedang: Antara 30 hingga 40 mg/dL

3. Tinggi: Lebih dari 40 hingga 80 mg/dL

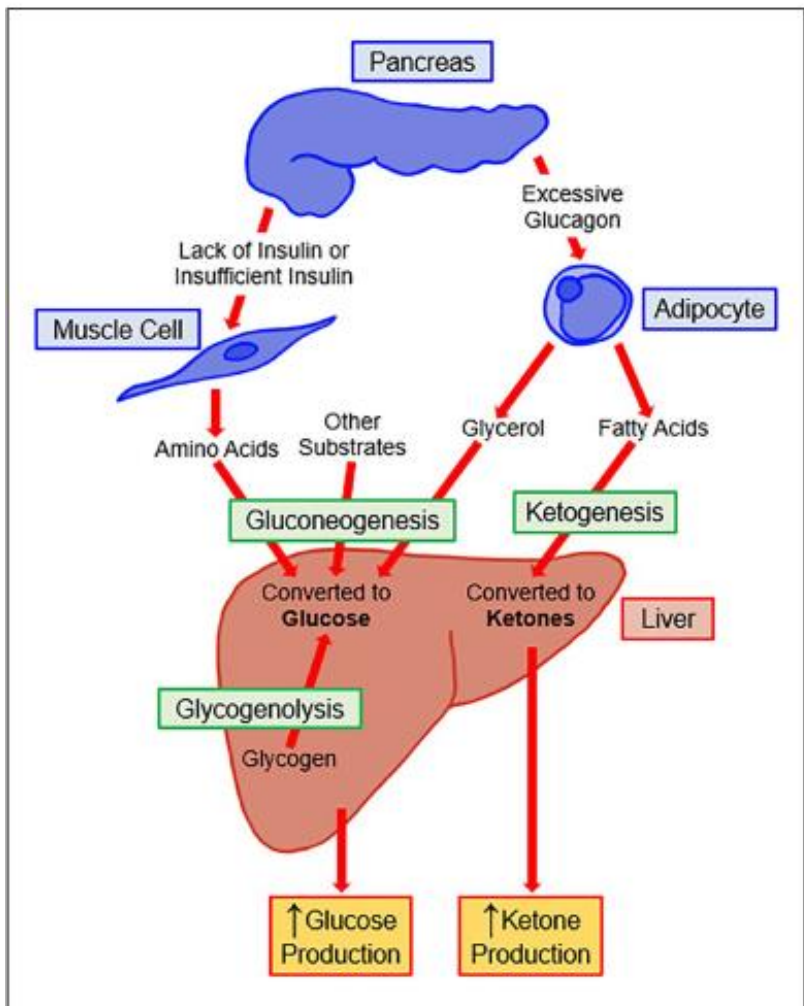
Keberadaan keton dalam urin tidak selalu mengindikasikan masalah serius jika kadar glukosa darah normal. Ketonuria dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

4. Asupan karbohidrat yang tidak mencukupi (misalnya, saat berpuasa atau menjalani diet tinggi lemak dan rendah karbohidrat).
5. Masalah pada proses penyerapan karbohidrat (misalnya, gangguan pada saluran pencernaan).
6. Gangguan pada metabolisme karbohidrat (seperti pada diabetes), yang menyebabkan tubuh menggunakan lemak atau protein sebagai sumber energi.
7. Kondisi demam.

11.2.1 Proses Pembentukan Keton

Proses pembentukan keton, yang dikenal sebagai ketogenesis, terjadi di hati dan diaktifkan ketika kadar glukosa darah rendah. Ketogenesis dimulai dengan pemecahan asam lemak menjadi asetil-KoA, yang kemudian diubah menjadi keton (Mutmainnah Abbas et al., 2024).

Proses ini biasanya terjadi dalam keadaan puasa, diet ketogenik, atau pada pasien dengan diabetes tipe 1 yang mengalami kekurangan insulin. Ketogenesis adalah mekanisme adaptif yang memungkinkan tubuh untuk menggunakan lemak sebagai sumber energi ketika glukosa tidak tersedia, tetapi jika tidak terkontrol, dapat ke metabolisme lemak yang menyebabkan akumulasi keton yang berbahaya, seperti dalam kasus ketoasidosis diabetik (Cleveland, 2023). Proses metabolisme yang mengarah ke ketogenesis ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



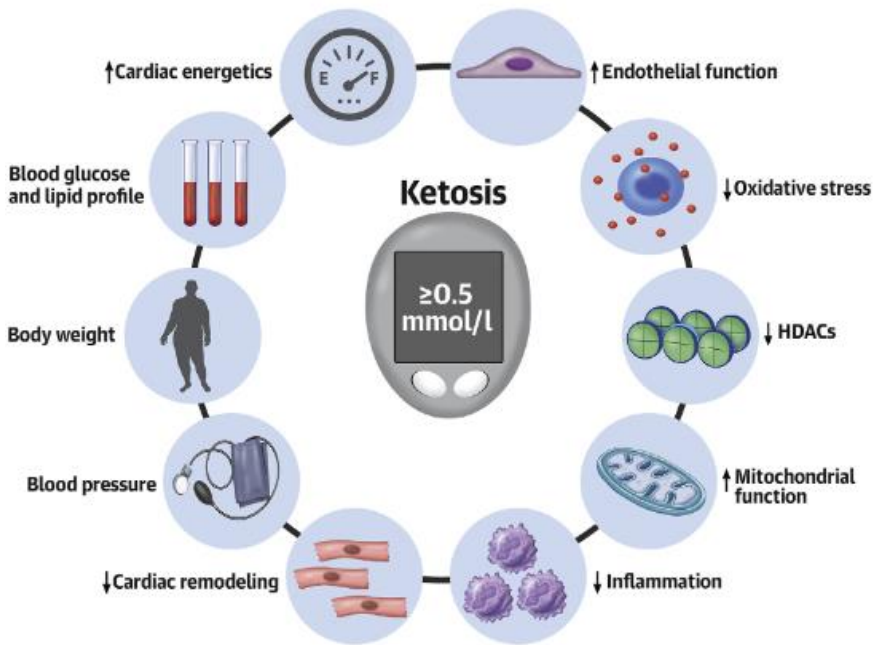
Gambar 11.1. Pemecahan lipid mengarah pada pembebasan asam lemak bebas dari jaringan adiposa.

Proses metabolisme yang mengarah ke ketogenesis ditunjukkan pada Gambar 11.1. Pemecahan lipid mengarah pada pembebasan asam lemak bebas dari jaringan adiposa, ketika mencapai hati diubah menjadi asetil-KoA, yang dikondensasi lebih lanjut menjadi zat aseto-asetil KoA dapat diambil ke dalam siklus asam trikarboksilat untuk menghasilkan energi atau dapat

ditambahkan asetil-KoA lebih lanjut di mana ia kemudian diubah menjadi betahidroksi beta-metilglutaril-KoA. Molekul ini kemudian diubah menjadi asetoasetat yang dengan sendirinya dapat diubah menjadi beta-hidroksibutirat.

Kedua zat ini adalah dua asam keto utama dan bersirkulasi dalam bentuk badan keton. Oleh karena itu, keberadaan keton dalam darah mewakili keadaan insufisiensi insulin absolut atau relatif. Singkatnya, keton adalah mekanisme evolusioner untuk memungkinkan substrat energi alternatif untuk otak dan jantung pada periode kelaparan yang berkepanjangan dan oleh karena itu merupakan zat yang sangat berguna (Huang et al., 2024).

Gambar 1 menggambarkan bagaimana kekurangan insulin atau kelebihan glukagon dapat menyebabkan peningkatan produksi glukosa dan keton dalam tubuh. Proses ini melibatkan interaksi kompleks antara pankreas, otot, jaringan adiposa, dan hati. Peningkatan kadar glukosa dan keton yang berlebihan dapat menyebabkan kondisi seperti ketoasidosis diabetik (DKA), yang berbahaya bagi kesehatan. Berikut Gambar 2 menunjukkan lingkaran efek yang terkait dengan ketosis, dengan kadar keton ≥ 0.5 mmol/L sebagai titik pusat. Berikut adalah elemen-elemen utama dalam gambar:



Yurista, S.R. et al. *J Am Coll Cardiol*. 2021;77(13):1660-9.

Gambar 11.2. Selain kontribusinya dalam pembangkitan energi, badan keton juga dapat memberikan efek positif pada fungsi endotel, stres oksidatif, fungsi mitokondria, inflamasi, perbaikan jantung, serta efek sistemik ekstrakardiak lainnya yang memengaruhi berat badan, tekanan darah, kadar glukosa, dan profil lipid (Yurista et al., 2021). Ketosis (≥ 0.5 mmol/L) di tengah gambar menunjukkan kadar keton ≥ 0.5 mmol/L, yang mendefinisikan kondisi ketosis. Efek-Efek yang Terkait dengan Ketosis (Mengikuti Arah Jarum Jam): Peningkatan Fungsi Endotelial menunjukkan sel endotelial, yang melapisi pembuluh darah.

Ketosis dikaitkan dengan peningkatan fungsi sel-sel ini, yang penting untuk kesehatan pembuluh darah. Penurunan Stres Oksidatif menunjukkan sel dengan radikal bebas (simbol stres oksidatif). Ketosis dikaitkan dengan penurunan stres oksidatif, yang dapat melindungi sel-sel dari kerusakan. Penurunan HDACs menunjukkan gugus HDACs (*Histone Deacetylases*). Ketosis dikaitkan dengan penurunan aktivitas HDACs, yang dapat mempengaruhi ekspresi gen dan memiliki efek protektif.

Peningkatan Fungsi Mitokondria menunjukkan mitokondria, organel sel yang menghasilkan energi. Ketosis dikaitkan dengan peningkatan fungsi mitokondria, yang dapat meningkatkan produksi energi seluler (Yurista et al., 2021).

Penurunan Peradangan menunjukkan sel-sel inflamasi. Ketosis dikaitkan dengan penurunan peradangan, yang dapat mengurangi risiko penyakit kronis. Penurunan Remodeling Jantung menunjukkan sel-sel otot jantung. Ketosis dikaitkan dengan penurunan remodeling jantung, yang dapat meningkatkan fungsi jantung. Tekanan Darah menunjukkan alat pengukur tekanan darah. Ketosis dikaitkan dengan penurunan tekanan darah.

Body Weight menunjukkan siluet seseorang. Ketosis dikaitkan dengan penurunan berat badan. *Blood Glucose and Lipid Profile* menunjukkan tabung-tabung darah. Ketosis dikaitkan dengan perbaikan profil glukosa dan lipid darah. Peningkatan Energi Jantung menunjukkan alat pengukur energi. Ketosis dikaitkan dengan peningkatan energi jantung, yang dapat meningkatkan fungsi jantung. Gambar 2 menggambarkan berbagai manfaat potensial dari ketosis, termasuk peningkatan fungsi endotelial dan mitokondria, penurunan stres oksidatif dan peradangan, penurunan remodeling jantung, penurunan berat badan, dan perbaikan profil glukosa dan lipid darah. Efek-efek ini menunjukkan bahwa ketosis dapat memiliki dampak positif pada kesehatan jantung dan metabolisme secara keseluruhan.

11.2.2 Pentingnya Pemeriksaan Keton Urin

Pemeriksaan keton urin memiliki peran yang sangat penting dalam diagnosis dan manajemen diabetes mellitus, terutama untuk mencegah komplikasi serius seperti ketoasidosis diabetik. Mendeteksi keberadaan keton dalam urin, Hasilnya, penyedia layanan kesehatan dapat merencanakan intervensi yang sesuai untuk pasien.

Pemeriksaan ini juga berguna untuk memantau pasien yang mengikuti diet ketogenik, pada peningkatan kadar keton diharapkan. Selain itu, pemeriksaan keton urin dapat memberikan informasi penting tentang status metabolik pasien dalam situasi medis lainnya, seperti infeksi atau trauma dan lainnya. Urine yang

diperiksa harus dengan keadaan segar karena titik didihnya yang rendah (56°C) membuat aceton mudah menguap (Zebua et al., 2024). Berikut 3 Metode Pemeriksaan Keton pada urin. Pemeriksaan keton urin merupakan prosedur penting untuk mendeteksi keberadaan badan keton di dalam urin. Ketonuria biasanya terjadi akibat gangguan metabolisme, seperti pada pasien dengan ketoasidosis diabetik atau kelaparan yang berkepanjangan.

Keton memiliki peran penting sebagai sumber energi alternatif ketika tubuh mengalami defisit glukosa. Dalam keadaan normal, tubuh menggunakan glukosa sebagai sumber utama energi. Namun, ketika cadangan glukosa menurun, misalnya akibat puasa atau aktivitas fisik yang berat, tubuh mulai memecah lemak menjadi asam lemak dan mengonversinya menjadi badan keton di hati. Urgensi memantau kadar keton sangat penting terutama bagi individu dengan kondisi medis tertentu seperti diabetes mellitus. Peningkatan keton dalam darah dan urin dapat menjadi tanda awal ketoasidosis diabetik, suatu komplikasi serius yang dapat mengancam jiwa jika tidak segera ditangani. Pada wanita hamil, keberadaan keton dalam urin dapat mengindikasikan malnutrisi atau hiperemesis gravidarum yang memerlukan perhatian medis segera. Selain itu, individu yang menjalani diet rendah karbohidrat atau ketogenik diet juga harus memantau kadar keton untuk mencegah ketonemia yang berlebihan (Pinontoan, 2021)..

Terdapat beberapa metode yang umum digunakan untuk mendeteksi keton dalam urin, masing-masing memiliki prinsip kerja dan tingkat sensitivitas yang berbeda. Tiga metode utama yang digunakan untuk mendeteksi keton urin adalah Tes Gerhardt, Tes Rothera, dan Tes Dipstick. Setiap metode memiliki prinsip reaksi kimia yang khas terhadap badan keton, seperti reaksi dengan ion besi (III) klorida pada tes Gerhardt atau nitroprussida pada tes Rothera dan Dipstick.

Pemeriksaan ini dilakukan untuk memantau dan mendeteksi kondisi seperti:

1. **Diabetes Mellitus:** Ketonuria sering terjadi pada pasien diabetes tipe 1 yang mengalami ketoasidosis diabetik.

2. **Puasa Berkepanjangan atau Malnutrisi:** Kekurangan asupan karbohidrat menyebabkan tubuh memecah lemak sebagai sumber energi.
3. **Kehamilan:** Keton dapat ditemukan pada wanita hamil yang mengalami hiperemesis gravidarum (mual dan muntah berlebihan).
4. **Latihan Fisik Ekstrem:** Aktivitas fisik yang intens tanpa asupan karbohidrat memadai dapat memicu produksi keton.

Ada beberapa metode pemeriksaan keton urin yaitu metode Rothera pertama kali diperkenalkan oleh A. Rothera pada tahun 1908 sebagai prosedur kimiawi untuk mendeteksi badan keton dalam urin. Metode ini menjadi salah satu teknik yang paling umum digunakan karena kesederhanaan dan keakuratannya dalam mendeteksi aseton dan asetoasetat. Prinsip utama dari metode ini adalah reaksi antara badan keton dengan natrium nitroprusiat dalam suasana basa, yang menghasilkan warna ungu sebagai tanda positif adanya keton. Sejak ditemukan, metode ini terus digunakan di berbagai laboratorium klinis karena efisiensinya dalam memantau kondisi metabolik yang berkaitan dengan gangguan energi tubuh.

11.3 Metode Pemeriksaan Keton Urin

11.3.1 Tes Gerhardt

1. Tujuan Pemeriksaan

untuk mendeteksi keberadaan benda keton, khususnya asam asetoasetat, dalam sampel urin.

2. Prinsip pemeriksaan

Reaksi antara reaksi kimia antara asam asetoasetat dan Ferri klorida, yang menghasilkan pembentukan senyawa berwarna merah kecoklatan.

3. Alat dan bahan

Sampel urine, Tabung reaksi, FeCl_3 10%, Kertas dan Gelas ukur

4. Cara kerja

- a. Dimasukan 5 mL urine ke dalam tabung reaksi

- b. Ditambahkan setetes demi setetes FeCl_3 10%, lalu homogenkan
- c. Amati jika terbentuk presipitat putih dari ferri fosfat, hentikan Penetesan dan dilanjutkan dengan menyaring cairan
- d. Cairan yang sudah disaring ditambahkan beberapa tetes FeCl_3 10%

5. Interpretasi Hasil

- a. Hasil positif (+) apabila terjadi warna merah coklat atau warna anggur port
- b. Hasil negatif (-) apabila tidak terjadi warna merah coklat atau warna anggur port
- c. Nilai Normal (-) apabila tidak terjadi warna merah coklat atau warna anggur port

Metode Gerhardt telah lama digunakan dalam laboratorium klinik sebagai salah satu cara untuk mendeteksi ketonuria, kondisi di mana terdapat badan keton dalam urin. Meskipun metode ini efektif untuk mendeteksi asam asetoasetat, ia memiliki keterbatasan karena tidak dapat mendeteksi keton lain seperti aseton atau beta-hidroksibutirat. Selain itu, sensitivitasnya relatif rendah, hanya dapat mendeteksi konsentrasi asam asetoasetat sekitar 25 hingga 50 mg/dL

Seiring perkembangan teknologi, metode lain seperti uji Rothera dan penggunaan strip uji (dipstick) menjadi lebih populer karena kemudahan dan kecepatan penggunaannya. Namun, metode Gerhardt tetap menjadi bagian penting dalam sejarah diagnostik laboratorium untuk deteksi ketonuria

11.3.2 Tes Rothera

1. Tujuan Pemeriksaan

Untuk mengetahui benda ketone dalam urine terutama asam asetat atau Aseton

2. Prinsip Pemeriksaan

Reaksi antara natrium Nitro pro Sida dengan asam asetat asetat atau Aseton akan membentuk cincin

3. Alat dan bahan

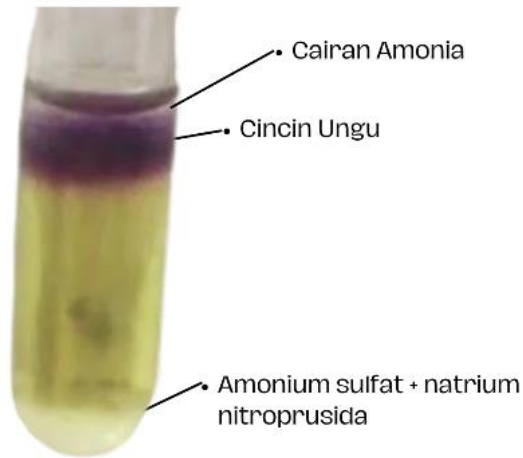
- a. Sampel Urin Segar
- b. Reagen Rothera (natrium nitroprusida 5 g, Amonium sulfat 200 g)
- c. Reagen NH_4OH 28%
- d. Tabung reaksi

4. Cara Kerja

- a. Dimasukan lima mL urine ke dalam tabung reaksi.
- b. Tambahkan 1 g reagen Rothera lalu dihomogenkan hingga larut
- c. Dimasukkan pada tabung dengan posisi miring alirkan 1-2 mL Amonium hidroksida pekat 28% melalui dinding tabung
- d. Letakkan tabung pada posisi tegak lurus lalu baca hasilnya setelah 3 menit
- e. Amati dan lihat warna yang muncul pada perbatasan kedua lapisan

5. Interpretasi hasil

- a. Hasil Positif (+) apabila terdapat warna ungu kemerahan atau cincin ungu pada perbatasan kedua lapisan cairan
- b. Hasil negatif (-) apabila muncul warna coklat atau tidak terjadi warna ungu kemerahan
- c. Hasil Nilai Normal (-)negatif tidak terjadi cincin ungu pada perbatasan kedua lapisan cairan



Gambar 11.1. Hasil Pemeriksaan Tes Rothera

11.3.3 Tes Carik celup

1. Tujuan Pemeriksaan

Untuk mengetahui benda ketone dalam urine terutama asam asetat

2. Prinsip pemeriksaan

Reaksi antara asam aseto-asetat dengan natrium nitroprusida (reagen pada strip tes) dalam kondisi basa. Reaksi ini menghasilkan perubahan warna pada area reagen di strip.

3. Alat dan bahan

Sampel urine, Tabung reaksi, Urin Dipstick

4. Cara kerja

- Hasil normal untuk keton dalam urin adalah negatif atau tidak terdeteksi. Kumpulkan urin segar dalam wadah bersih dan pastikan tidak terkontaminasi.
- Ambil strip uji secukupnya dari kemasannya, lalu segera tutup kembali untuk menjaga strip tetap kering dan steril.
- Celupkan strip ke dalam urin hingga area reagen terendam sepenuhnya selama 1 hingga 2 detik.

- d. Angkat strip dari urin dan ketukkan perlahan di tepi wadah untuk membuang sisa cairan berlebih.
- e. Tempelkan bagian belakang strip pada tisu atau kertas penyerap agar sisa urin terserap tanpa menyentuh area reagen.
- f. Pegang strip dalam posisi horizontal agar reagen tidak tercampur atau menyebar ke area lain.
- g. Tunggu sesuai waktu yang tertera di petunjuk produk (biasanya sekitar 60 detik), lalu cocokkan warna yang muncul di area reagen dengan bagan warna pada kemasan.
- h. Catat hasil pemeriksaan berdasarkan tingkat perubahan warna yang terlihat sesuai panduan bagan.

5. Interpretasi Hasil

Hasil positif (+) apabila terjadi warna ungu muda-hingga ungu tua

Hasil negatif (-) apabila tidak terjadi perubahan warna

Carik celup merupakan sebuah strip plastik tipis dan kaku yang dirancang dengan satu hingga sepuluh kertas isap atau bahan penyerap lainnya, seperti kertas seluloid, yang masing-masing telah diresapi dengan reagen spesifik; keberadaan skala warna yang menyertai carik celup ini memungkinkan dilakukannya penilaian baik secara kualitatif maupun semikuantitatif terhadap sampel yang diuji. Tes carik celup dapat terdiri dari hingga sepuluh bantalan kimia yang berbeda atau reagen yang bereaksi, ditandai dengan perubahan warna, ketika dicelupkan dan kemudian diangkat dari sampel urin.

Penggunaan carik celup dalam pemeriksaan umumnya memberikan hasil yang sangat cepat, mudah dilakukan, serta spesifik terhadap parameter yang diuji; pembacaan hasil tes ini biasanya dilakukan antara 60 hingga 120 detik setelah proses pencelupan. Meskipun demikian, terdapat pula kekurangan yang perlu diperhatikan, di antaranya adalah potensi terjadinya kesalahan dalam menginterpretasikan hasil apabila pembacaan dilakukan kurang dari 30 detik, karena perubahan warna yang terjadi belum stabil dan dapat menjadi negatif palsu.

DAFTAR PUSTAKA

- Foti Randazzese, S., La Rocca, M., Bombaci, B., Di Pisa, A., Giliberto, E., Inturri, T., Militi, D., Lombardo, F., Gitto, E., Salzano, G. and Passanisi, S. (2025) 'Severe Diabetic Ketoacidosis in Children with Type 1 Diabetes: Ongoing Challenges in Care.' *Children*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
- Huang, J., Yeung, A. M., Bergenstal, R. M., Castorino, K., Cengiz, E., Dhatariya, K., Niu, I., Sherr, J. L., Umpierrez, G. E. and Klonoff, D. C. (2024) 'Update on Measuring Ketones.' *Journal of Diabetes Science and Technology*. SAGE Publications Inc. pp. 714–726.
- Kadir, A., Clarke, K. and Evans, R. D. (2020) 'Cardiac ketone body metabolism.' *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Basis of Disease*. Elsevier B.V.
- Kong, Y. W., Morrison, D., Lu, J. C., Lee, M. H., Jenkins, A. J. and O'Neal, D. N. (2024) 'Continuous ketone monitoring: Exciting implications for clinical practice.' *Diabetes, Obesity and Metabolism*. John Wiley and Sons Inc, December.
- Kuru, B., Sever, M., Aksay, E., Dogan, T., Yalcin, N., Seker Eren, E. and Ustuner, F. (2014) 'Comparing finger-stick β -hydroxybutyrate with dipstick urine tests in the detection of ketone bodies.' *Turkiye Acil Tıp Dergisi*. Emergency Medicine Association of Turkey, 14(2) pp. 47–52.
- Mutmainnah Abbas, Citra Annisa, Rosdiana Mus, Genevieva Esmeraldine Tanihatu and Dylan Tamalsir (2024) 'Skrining Pemeriksaan Badan Keton Pada Urin Individu Obesitas Dengan Menggunakan Metode Gerhardt.' *Jurnal Pengabdian Bidang Kesehatan*. Universitas Muhammadiyah Manado, 2(1) pp. 29–32.
- Noori, F., Mohammadi Kebar, S., Mohammadi-Kebar, Y., Ghavami, M. and Isazadehfars, K. (2023) 'Comparison of urinary and plasma ketone using urinary nitroprusside strip in patients with diabetic ketoacidosis.' *International Journal of Research in Medical Sciences*. Medip Academy, 11(10) pp. 3597–3601.

- Pinontoan, sabrina prissilya (2021) 'Kimia Klinik, Urinalisis, & Cairan Tubuh.' In *Kimia Klinik, Urinalisis, & Cairan Tubuh Teknologi Laboratorium Medik*, pp. 96–97.
- Suparyati, T. and Analisis Kesehatan Pekalongan, A. (2024) 'Gambaran Kadar Glukosa, Keton dan Protein pada Urin Perenderita Diabetes Mellitus.' *Jurnal Medika Husada*, 4(1) pp. 51–60.
- Syahrini, S. S. (2024) 'Analisis Keton Urine Penderita Diabetes Mellitus (DM) Tipe 2.' *Jurnal Riset Sains dan Kesehatan Indonesia*, 1(4) pp. 136–140.
- Yurista, S. R., Chong, C. R., Badimon, J. J., Kelly, D. P., de Boer, R. A. and Westenbrink, B. D. (2021) 'Therapeutic Potential of Ketone Bodies for Patients With Cardiovascular Disease: JACC State-of-the-Art Review.' *Journal of the American College of Cardiology*. Elsevier Inc. pp. 1660–1669.
- Zebua, A. C., Sudrajat, A., Kesehatan, A. and Ganesha, P. (2024) 'Gambaran Hasil Pemeriksaan Keton Urine Segera dan Ditunda Metode Dipstik.' *Religion Education Social Laa Roiba Journal*, 6 p. 5093.

BAB 12

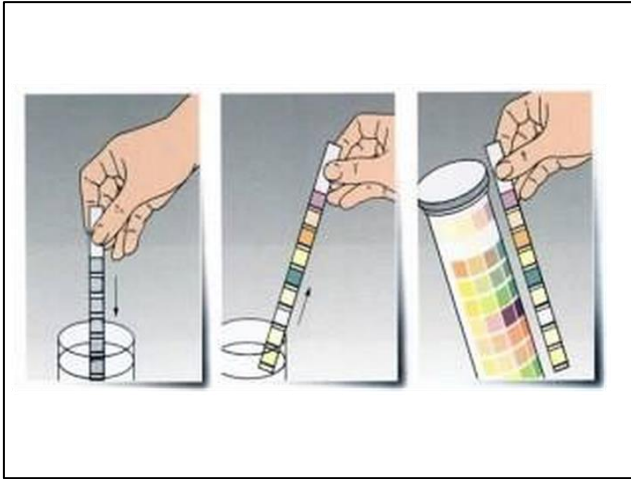
PEMERIKSAAN BILIRUBIN URINE

Oleh Andika Aliviameita

12.1 Urine

Urine merupakan cairan sisa metabolisme yang disekresikan oleh ginjal dan dikeluarkan dari dalam tubuh melalui sistem urinaria. Dalam tubuh, sistem urinaria terdiri dari ginjal, ureter, kandung kemih, dan uretra. Ekskresi urine diperlukan untuk membuang molekul-molekul sisa dalam darah yang disaring oleh ginjal demi menjaga homeostasis cairan tubuh (Rosalita, 2012). Setiap harinya, tubuh menghasilkan sebanyak 1 hingga 2 liter urine. Namun, pada kondisi tertentu tubuh akan memproduksi urine berlebih ataupun sangat kurang. Warna yang muncul pada urine normal adalah transparan. Jika urine tersebut berwarna kuning muda, maka warna kuning tersebut berasal dari bilirubin dan biliverdin. Urine yang dikeluarkan tubuh setiap harinya mengandung air, asam urat, urea, kreatinin, ammonia, asam sulfat, asam fosfat, garam, dan klorida (Gandasoebrata, 2013; Kiswari, 2013).

Urinalisis merupakan pemeriksaan urine yang meliputi pemeriksaan fisik, kimia, dan mikroskopis. Pemeriksaan urine berperan dalam menegakkan diagnosis seperti penyakit infeksi saluran kemih, mendeteksi adanya penyakit metabolik yang tidak ada hubungannya dengan ginjal, dan mendeteksi adanya penyakit ginjal. Pemeriksaan makroskopis atau fisik urine terdiri dari: warna, bau, dan kejernihan. Pemeriksaan kimia urine terdiri dari: pH, protein, glukosa, bilirubin, urobilinogen, berat jenis, dan keton. Pemeriksaan mikroskopis urine terdiri dari: eritrosit, leukosit, bakteri, epitel, dan kristal (Widyastuti, Tunjung and Purwaningsih, 2018).

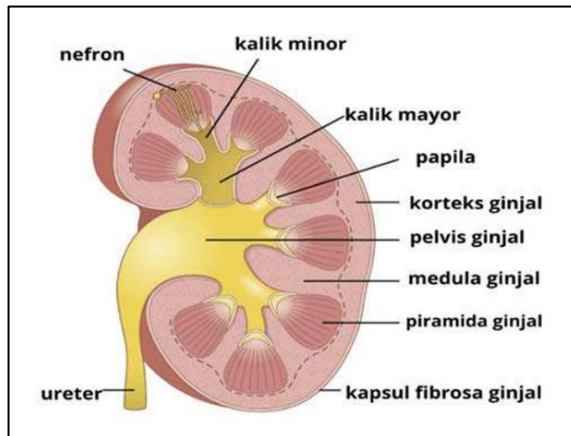


Gambar 12.1. Pemeriksaan Kimia Urine
(Sumber : Labkesda, 2022)

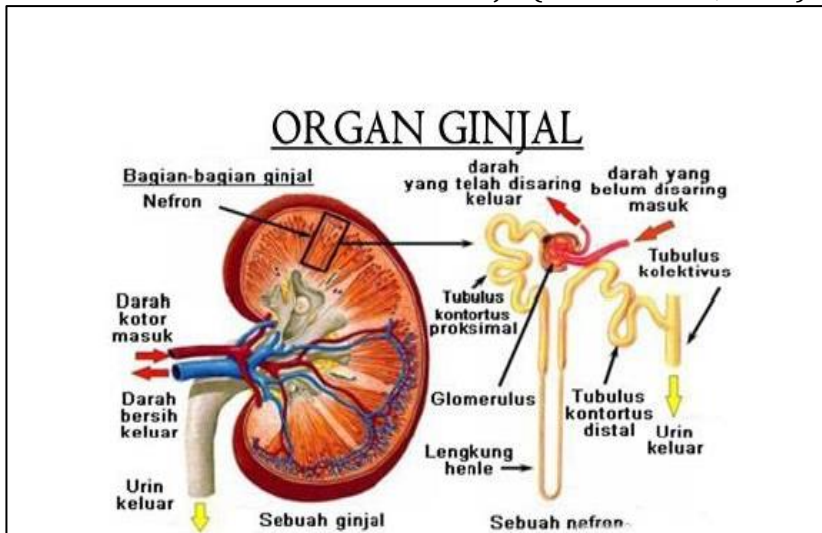
Pemeriksaan urine dapat dilakukan dengan metode manual maupun otomatis (Urine analyzer). Pemeriksaan kimia urine dapat dilakukan menggunakan dipstik (*strip reagen*), sedangkan pemeriksaan mikroskopis urine dilakukan dengan mengamati sedimen urine (Sari *et al.*, 2022). Menurut *Clinical and Laboratory Standard Institute* (CLSI) pemeriksaan urine dapat dilakukan kurang dari 2 jam setelah urine ditampung. Urine yang tidak diberi pengawet, tidak disimpan pada suhu 2-8°C, dan tidak segera di periksa selama lebih dari 2 jam maka dapat menyebabkan hasil yang tidak valid atau dapat menurunkan kualitas hasil dari pemeriksaan. Apabila ada penundaan pemeriksaan, urine yang ditampung bisa ditambahkan pengawet. Pengawet yang dapat digunakan diantaranya thymol, asam sulfat pekat, natrium karbon, formalin, dan toluena. Pada penggunaan pengawet ini, toluena adalah pengawet yang sering digunakan. Prinsip kerjanya yakni menghambat rusaknya urine oleh bakteri dengan merusak dinding sel bakteri dan menghambat polimerase penyusunan dinding sel bakteri (Gandasoebrata, 2013).

12.2 Proses Terbentuknya Urine

Ginjal adalah organ yang digunakan dalam sistem ekskresi yang mana merupakan proses tubuh dalam membuang zat sisa yang sudah tidak digunakan lagi. Struktur anatomi ginjal ada pada Gambar 12.2. Zat sisa ini dikeluarkan ginjal dalam bentuk cairan urine. Proses pembentukan urine ini dapat dilihat pada Gambar 12.3 (Darusman, 2018).



Gambar 12.2. Struktur Anatomi Ginjal (Sumber : Hall, 2020)



Gambar 12.3. Struktur Ginjal (Sumber : Darusman, 2018)

1. Filtrasi

Pada tahap filtrasi darah sisa hasil metabolisme tubuh disaring atau difiltrasi. Tahap ini terjadi di glomerulus. Pada glomerulus nantinya ada beberapa zat yang akan disaring diantaranya air, glukosa, garam, asam amino, urea, serta zat lain yang akan dibawa menuju kapsul bowman. Perpindahan menuju kapsul bowman ini melewati 3 lapisan yakni endotelium glomerulus, membran basiler, dan epitel kapsula Bowman. Pada tahap ini dapat dihasilkan urine primer. Urine ini tidak mengandung eritrosit akan tetapi mengandung protein yang kadarnya yakni sekitar 0,03%, selain itu juga terdapat garam, glukosa, kalium, natrium, dan juga asam amino (Darusman, 2018).

2. Reabsorpsi

Pada tahap ini dilakukan di tubulus proksimal nefron, lengkung henle, tubulus distal dan tubulus kolektifus. Garam, glukosa, kalium, natrium, dan juga asam amino pada tahap ini diserap kembali menuju sel darah jika masih dibutuhkan (Riswanto and Rizki, 2015). Adapun hasil yang didapatkan dari proses reabsorpsi ini yaitu urine sekunder. Hampir 99% air yang melewati membran filtrasi akan direabsorpsi pada keadaan normal sebelum ke ureter.

3. Augmentasi

Augmentasi merupakan tahapan akhir dalam pembentukan urine. Proses ini terjadi di tubulus distal dan tubulus kolektifus. Pada proses ini dihasilkan urine yang didalamnya mengandung zat-zat yang sudah tidak dibutuhkan lagi oleh tubuh. Augmentasi ini penting, hal ini karena akan menghilangkan urea, obat-obatan, menjaga keseimbangan asam basa darah, dan kelebihan ion. Setelah urine melakukan proses augmentasi, selanjutnya akan melewati pelvis, kandung kemih, ureter, uretra dan selanjutnya urine keluar dari tubuh (Lauralee, 2011).

12.3 Komposisi Urine

Komponen urine terdiri dari urea, bahan kimia organik, dan anorganik lain yang larut dalam air. Urine terdiri dari 95% air dan 5% zat terlarut. Konsentrasi zat terlarut dapat dipengaruhi oleh asupan makanan dan aktivitas fisik, metabolisme tubuh, dan fungsi endokrin. Urea merupakan limbah dari pemecahan protein juga asam amino di hati. Adapun zat yang banyak ditemukan di urine diantaranya yaitu obat-obatan, vitamin, dan hormon. Urine normal berwarna transparan jernih. Urine berwarna kuning muda karena berasal dari bilirubin dan biliverdin yang merupakan zat warna empedu.

12.4 Bilirubin

Bilirubin merupakan pigmen empedu yang dihasilkan oleh sel hepar bersama garam empedu dalam bentuk cairan empedu. Bilirubin ini merupakan produk dari penguraian sel darah merah yang sudah tua. Bilirubin yang ada di dalam darah nantinya akan disaring oleh hati dan setelah itu dikeluarkan bersama cairan empedu. Bilirubin disebut sebagai hematoidin hasil produksi hemekatabolisme. Bilirubin diekskresikan melalui empedu dan urine. Apabila terjadi peningkatan kadar bilirubin, maka menunjukkan adanya penyakit kuning (Gandasoebrata, 2013; Maandag, 2013; Nugraha, 2014).

Bilirubin yang menjadi produk utama dari pemecahan sel darah merah memiliki sifat yang tidak larut dalam air, sehingga agar bilirubin dapat menuju hati melalui darah maka harus diikat menggunakan albumin (Wiknjosastro, 2007).

Proses metabolisme bilirubin dan katabolisme hemoglobin bermula di dalam limfa. Mula mula globulin akan dipisahkan dengan heme. Heme akan diubah menjadi biliverdin. Biliverdin merupakan pigmen kehijauan yang terbentuk dari oksidasi bilirubin. Bilirubin yang tidak terkonjugasi, larut lemak serta tidak larut air, dan tidak dapat disekresikan oleh empedu atau urine bilirubin maka akan membentuk ikatan dengan albumin dan akan diangkut oleh darah menuju hati (Price and Wilson, 2006).

Pada umumnya bilirubin tidak berada di dalam urine. Namun, bisa jadi berada dalam urine dengan jumlah yang sedikit.

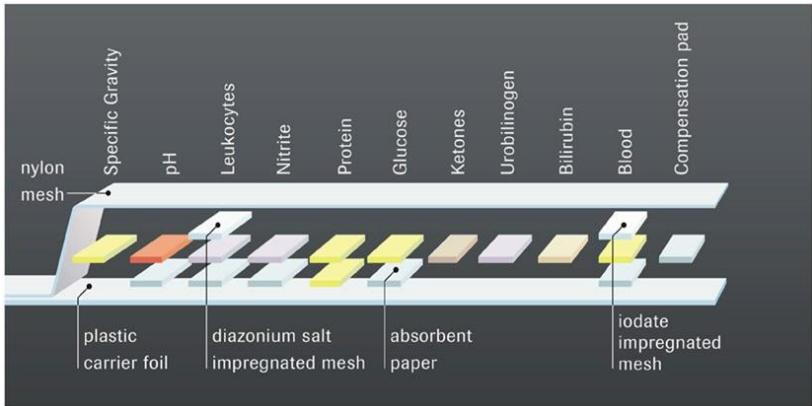
Bilirubinuria mengindikasikan adanya kerusakan hati atau adanya obstruksi empedu serta apabila memiliki kadar yang besar maka akan ditandai dengan adanya warna kuning.

12.5 Metode Pemeriksaan Bilirubin

Pemeriksaan bilirubin urine dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu metode Harrison dan metode Carik Celup (Strip Test). Metode Harrison merupakan metode manual yang menggunakan reagen Fouchet dan reagen Barium chlorida 10%. Bilirubin yang ada dalam urine yang bercampur dengan bariumchlorida 10%. Akan melekat pada presipitat yang mana menghasilkan biliverdin dengan menggunakan reagen Fouchet sehingga menghasilkan warna hijau. Namun, seiring berjalannya waktu, metode Harrison tidak banyak digunakan akan tetapi diganti dengan menggunakan metode Carik Celup (Riswanto and Rizki, 2015).

Metode Harrison memiliki kelebihan yaitu biaya relatif lebih murah dibandingkan dengan menggunakan Carik Celup. Namun, metode ini memiliki kekurangan yaitu reagen yang cepat rusak apabila teroksidasi. Metode ini hanya dapat mendeteksi secara kualitatif pada urine yang mengandung bilirubin. Pada saat ini metode Harrison sudah jarang digunakan oleh tenaga laboratorium dan banyak yang beralih pada metode Carik Celup (Gandasoebrata, 2013).

Metode Carik Celup (Gambar 12.4) merupakan metode yang menggunakan strip dengan terdapat bantalan-bantalan reagen. Jika bereaksi dengan urine yang mengandung senyawa tertentu bantalan reagen akan berubah warna. Pada metode ini, bantalan mengandung suatu senyawa diazonium yang mana dapat menyusun zat warna coklat muda hingga coklat keunguan dimana akan menghasilkan hasil yang positif (Gandasoebrata, 2013).



Gambar 12.4. Strip Carik Celup (Sumber : Rahmah, 2013)

Metode Carik Celup lebih praktis dan efisien jika dibandingkan dengan metode Harrison. Pada pemeriksaan bilirubin metode carik celup, hasil interpretasi dalam bentuk semi kuantitatif. Metode ini sangat sensitif dan bisa digunakan untuk mendeteksi adanya bilirubin dalam urine. Strip yang digunakan sangat sensitif, sehingga strip tersebut tidak diperbolehkan terpapar oleh matahari, karena akan menyebabkan hasil positif palsu (Gandasoebrata, 2013; Ineke, 2017; Setiawan, 2017).

12.6 Prosedur Pemeriksaan Bilirubin

Pemeriksaan bilirubin dapat dilakukan dengan metode Harrison dan Carik Celup.

1. Metode Harrison

Alat dan Bahan:

- Pot urine
- Tabung reaksi
- Pipet ukur
- Pipet tetes
- Sampel urine
- Reagen BaCl_2 10%
- Reagen Fouchet

Prosedur Pemeriksaan:

- a. Ambillah sebanyak 5 ml urine dengan menggunakan pipet ukur.
- b. Lalu masukkan sampel urine tersebut ke dalam tabung reaksi dan tambahkan reagen BaCl_2 10%, homogenkan.
- c. Saringlah dengan menggunakan kertas saring hingga semua endapan berada di kertas saring.
- d. Selanjutnya kertas saring di keringkan dan selanjutnya ditetesi dengan reagen fouchet sebanyak 1 tetes.
- e. Amatilah perubahan warna yang terjadi.

Interpretasi hasil:

- a. Hasil positif (+): akan terlihat warna hijau di tetesan reagen fouchet dengan kertas saring yang berisi endapan.
- b. Hasil negatif (-): tidak akan terlihat warna hijau di tetesan reagen fouchet dengan kertas saring yang berisi endapan (Kustiningsih *et al.*, 2020).

2. Metode Carik Celup

Alat dan Bahan:

- a. Pot urine
- b. Urine
- c. Carik celup/ strip test
- d. Tisu

Prosedur Pemeriksaan:

- a. Siapkan alat dan bahan.
- b. Ambil strip tes pada wadah dan tutuplah segera wadah strip tes tersebut.
- c. Basahilah strip tes tersebut dengan sampel urine. Kelebihan sampel urine pada strip tes bisa diketukkan pada bibir pot urine atau ditiriskan diatas tisu.
- d. Peganglah strip tes lalu bandingkan dengan standart warna yang tertempel pada wadah strip tes
- e. Pembacaan hasil pemeriksaan sesuai dengan waktu yang tertera di wadah strip tes
- f. Catat dan laporkanlah hasil pemeriksaan urine.

Hal yang perlu diperhatikan:

- a. Strip tes yang digunakan dalam pemeriksaan urine tidak boleh terpapar cahaya matahari secara langsung.
- b. Tutup wadah strip tes dengan rapat setelah digunakan.
- c. Jangan memegang bantalan reagen pada strip tes.
- d. Tiriskan kelebihan urine yang ada pada strip tes sebelum pembacaan hasil.
- e. Baca hasil sesuai dengan waktu yang telah ditentukan atau yang sudah tertera di wadah strip tes (Kustiningsih *et al.*, 2020).

DAFTAR PUSTAKA

- Darusman, I.R. (2018). *Bayesian Networks Untuk Prediksi Penyakit Ginjal Kronis*. Universitas Komputer Indonesia.
- Gandasoebrata, R. (2013). *Penuntun Laboratorium Klinik*. Edisi 15. Jakarta: Dian.
- Hall JE. (2020). *Guyton and Hall. Textbook of Medical Physiology*. 14nd ed. Amsterdam:Saunders Elsevier.
- Ineke. (2017). *Perbedaan hasil Protein urin metode Carik celup dan metode rebus Asam Asetat 6%*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Kiswari, R. (2013). *Buku Ajar Urinalisis dan analisis sperma*. Semarang: Smk Theresiana.
- Kustiningsih, Y. et al. (2020). *Modul praktikum urinalisis dan cairan tubuh*. Banjarmasin: poltekkeskemenkes.
- Labkesda. (2022). *Multistick Urine*. Available at: <https://labkesda-dikes.lombokbaratkab.go.id/artikel/multistick-urine/>
- Lauralee, S. (2011). *Fisiologi Manusia dari Sel ke system*. Jakarta: EGC Penerbit buku kedokteran.
- Maandag. (2013). *Pemeriksaan Bilirubin Dalam Urin*. STIMIK Sinar Nusantara.
- Nugraha. (2014). *Pemeriksaan Pada Hasil Bilirubin Urin*. Universitas Islam Bandung.
- Price and Wilson. (2006). *Patofisiologi Vol 2 ; Konsep Kllinis Proses-proses Penyakit*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran. EGC.
- Rahmah, S.N. (2013). *Carik Celup*. Available at: <https://sistinurrahmah.blogspot.com/2013/11/urinalisis.html>.
- Riswanto and Rizki, M. (2015). *Menerjemahkan pesan klinis Urine*. Jakarta: Pustaka Rasmedia.
- Rosalita, L. (2012). *Pengaruh Penundaan Waktu terhadap hasil Urinalisis*. Yogyakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia.
- Sari, D.A.I.P. et al. (2022). 'Perbedaan Hasil Sedimen Urein dengan Pengawet Formalin dan Toluena', *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 6(2), pp. 7-22. Available at: <https://ejournal.poltekkes->

- pontianak.ac.id/index.php/JLK/article/download/566/pdf.
- Setiawan (2017). *Perbedaan hasil Glukosa urin metode Carik celup dan metode Benedict*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Widyastuti, R., Tunjung, E. and Purwaningsih, N.V. (2018). *Modul praktikum urinalisis dan cairan tubuh*. Surabaya: universitas muhammadiyah surabaya.
- Wiknjosastro, H. (2007). *Ilmu Kebidanan*. Jakarta: Yayasan Bina Pustaka Sarwono Prawirohardjo.

BIODATA PENULIS



dr. Riana Retno Widiastuty, M.Sc, Sp.PK
Dosen Fakultas Kedokteran
Universitas Pembangunan Veteran Jatim

Penulis lahir di Surabaya tanggal 18 Desember 1975. Saat ini penulis adalah Kepala Instalasi Laboratorium RS. Muhammadiyah Lamongan, penanggung jawab laboratorium klinik RS. Muhammadiyah Tuban dan dosen di FK UPN Veteran Jatim di Departemen Patologi Klinik. Menyelesaikan pendidikan S1 dan Profesi Dokter Umum di Universitas Sebelas Maret Surakarta dan melanjutkan Program Spesialisasi Patologi Klinik serta S2 Kedokteran Klinik di Universitas Gadjah Mada.

Pengalaman mengajar sebagai dosen part time pada Program Studi D3 Fisioterapi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Muhammadiyah Lamongan, Akper dan Stikes Pangkalpinang, Stikes dan poltekes di Yogyakarta. Dan pengalaman bekerja di klinik 24 jam wilayah Tengerang dan Bekasi selama 3 tahun serta RS Bakti Timah Pangkalpinang selama hampir 12 tahun. Telah memiliki dua putra (Shobran Naufal 21 tahun dan Salman Naufal 10 tahun)

BIODATA PENULIS



Fransisca Probo Setyoningrum, S.Tr.A.K, M.Kes.
Dosen Program Studi Teknologi Laboratorium Medik
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Pelita Harapan

Penulis lahir di Semarang, 22 April 1997. Penulis telah menyelesaikan studi di D3 Prodi Analisis Kesehatan Politeknik Katolik Mangunwijaya (2015-2018), D4 Prodi Teknologi Laboratorium Medik Universitas Muhammadiyah Semarang (2018-2019), S2 Prodi Ilmu Laboratorium Klinis Universitas Muhammadiyah dengan peminatan Biologi Molekuler (2019-2022) dan sedang melanjutkan studi S3 Kesehatan Masyarakat dengan peminatan Epidemiologi di Universitas Negeri Semarang. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Laboratorium Medik, Universitas Pelita Harapan. Mata kuliah yang diampu antara lain Sitohistoteknologi, Hematologi, Imunologi, Kimia Klinik, Biologi Sel Molekuler dan Toksikologi. Kontak penulis melalui email fransiscaprobo3@gmail.com dan nomor *handphone* 088233119428.

BIODATA PENULIS



Dhika Juliana Sukmana, S.Si., M.Sc

Dosen Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Kemenkes Yogyakarta

Dhika Juliana Sukmana, S.Si, M.Sc lahir di Mataram, 8 Juli 1995. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Menempuh pendidikan diploma tiga dan empat jurusan Analis Kesehatan di Poltekkes Kemenkes Mataram, sarjana biologi di Universitas Nasional Jakarta Selatan dan Magister ilmu kedokteran tropis di Universitas Gadjah Mada. Sejak tahun 2019 akhir, penulis aktif melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi di salah satu PT swasta yang berlokasi di Mataram. Saat ini, penulis merupakan pengajar di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

Email : dhika.juliana.dj@gmail.com

BIODATA PENULIS



Ellies Tunjung Sari Maulidiyanti, S.S.T., M.Si

Dosen Program Studi STr Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah
Surabaya

Penulis lahir di Bangkalan pada bulan November 1984. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surabaya. Menyelesaikan pendidikan D3 dan D4 pada Jurusan Analis Kesehatan di Poltekkes Kemenkes Surabaya dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Forensik di Universitas Airlangga Surabaya. Penulis menekuni bidang flebotomi, hematologi, kimia klinik dan manajemen laboratorium. Penulis juga telah menulis di beberapa buku yaitu flebotomi, hematologi, instrumentasi dan beberapa buku lainnya.

BIODATA PENULIS



Ragil Saptaningtyas, S. Tr. A. K., M. Biomed

Dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium
Medis

Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Semarang

Penulis lahir di Semarang tanggal 3 Juni 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada program studi D4 Analisis Kesehatan dan melanjutkan S2 pada program studi Ilmu Biomedik. Penulis berharap materi tentang sedimen urin ini dapat memberikan pencerahan kepada mahasiswa, dosen baru, maupun kalangan umum yang ingin mempelajari tentang sedimen urin.

BIODATA PENULIS



Herlando Sinaga, M.Si.

Dosen Program Studi D-III Analis Kesehatan
Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

Penulis lahir di Abepura, Kota Jayapura, Papua. Pada 15 Februari 1990. Jenjang Pendidikan S1 ditempuh di Universitas Cenderawasih, Kota Jayapura lulus tahun 2012. Pendidikan S2 penulis dilakukan di Program Studi Biologi S2 MIPA Universitas Cenderawasih Jayapura Papua, dengan Peminatan Mikrobiologi dan lulus di tahun 2014. Saat ini penulis menjadi dosen aktif di Program Studi D-III Analis Kesehatan (TLM) Universitas Sains dan Teknologi Jayapura (USTJ) dan menjabat sebagai Dekan Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan (FIKES) di Universitas Sains dan Teknologi Jayapura. Penulis ikut serta dalam menulis Book Chapter Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD) (Januari, 2025).

(Email : herlandosinaga03@gmail.com , WA / Hp : 085657195802)

BIODATA PENULIS



Desi Aryani, AMAK., SE., M.A

Desi Aryani, AMAK., SE., M.A lahir di Jakarta, lulusan SMAK DITKESAD tahun 1994, S1 Ekonomi Manajemen tahun 1996, Teknologi Laboratorium Poltekes Jakarta III tahun 2003, Penulis juga menyelesaikan Pendidikan S2K3 tahun 2016. Penulis mengajar di beberapa tempat. Aktif sebagai pengurus DPC PATELKI Jakarta Timur dan DPW PATELKI DKI Jakarta. Menulis beberapa buku dan bahan ajar dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif untuk penerus masa depan bangsa. desi.aryani@binawan.ac.id
desihaddad4@gmail.com

BIODATA PENULIS



Oktafirani Al Sas, S.Tr.A.K., M.Kes

Dosen DIII Analis Kesehatan
Akademi Analis Kesehatan An Nasher Cirebon

Penulis lahir di Cirebon 20 Oktober 1989. Penulis adalah seorang dosen tetap pada Prodi DIII Analis Kesehatan di Akademi Analis Kesehatan An Nasher Cirebon. Penulis aktif mengajar dalam Mata Kuliah Kimia Klinik, Bakteriologi, Flebotomi, serta Biologi Medik Dan Molekular. Penulis menyelesaikan pendidikan DIV Analis Kesehatan dan Magister (S2) Ilmu Laboratorium Klinis (ILK) di Universitas Muhammadiyah Semarang (Unimus).

BIODATA PENULIS



Denny Juraijin, M.Si

Dosen Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Sains dan Teknologi

Penulis lahir di Palembang tanggal 24 September 1981. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis Universitas Muhammadiyah Ahmad Dahlan Palembang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan MIPA Biologi dan melanjutkan S2 pada Jurusan Administrasi Kebijakan Kesehatan.

Penulis Menekuni bidang Teknologi Laboratorium Medis sebagai Analis Kesehatan sejak Tahun 1999, dimulai sejak tamat dari Sekolah Menengah Analis Kesehatan Depkes Palembang, Penulis bekerja di Salah Satu Rumah Sakit Besar di Kota Palembang dan ikut mengajar sebagai Dosen.

BIODATA PENULIS



Sulasthia, S.Tr.A.K., M.Si

Dosen Program Studi Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Kesehatan Universitas Muhammadiyah Gresik

Penulis lahir di Papua tanggal 11 Januari 1995. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Gresik. Menyelesaikan pendidikan D-III pada Jurusan Analis Kesehatan di Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, D-IV Analis Kesehatan di Universitas Muhammadiyah Semarang dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Forensik di Universitas Airlangga. Penulis menekuni bidang menulis diawali dengan tulisan di blog pribadinya “sthia.id” dan buku antologi puisi.

BIODATA PENULIS



Rinda Aulia Utami., S.Tr.A.K., M.Kes

Dosen Program Studi Teknologi Laboratorium Medis
Institut Teknologi Kesehatan dan Sains Wiyata Husada Samarinda

Penulis lahir di Samarinda tanggal 15 November 1995. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Institut Teknologi Kesehatan dan Sains Wiyata Husada Samarinda. Menyelesaikan pendidikan D3 Poltekkes Kemenkes Kaltim, kemudian melanjutkan D4 di Universitas Muhammadiyah Semarang dan S2 Ilmu Laboratorium Klinis di Universitas Muhammadiyah Semarang, Penulis menekuni bidang Urinalisa dan Cairan Tubuh, Penulis juga aktif pada organisasi profesi PATELKI di Kalimantan Timur.

BIODATA PENULIS



Andika Aliviameita, S.ST., M.Si.

Dosen Program Studi D4 Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Penulis lahir di Bangkalan tanggal 30 Mei 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D4 Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Pada 2008 penulis mendapatkan gelar Ahli Madya Analisis Kesehatan, kemudian pada tahun 2009 penulis memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan dari jurusan Analisis Kesehatan Poltekkes Depkes Surabaya. Penulis melanjutkan Magister Ilmu Forensik dari Universitas Airlangga Surabaya. Tahun 2018, penulis secara resmi mendapatkan gelar M.Si.