

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Infeksi Saluran Kemih

2.1.1 Definisi Infeksi Saluran Kemih

Infeksi saluran kemih merupakan reaksi *inflamasi sel urotelium* yang melapisi saluran kemih yang terdiri dari ginjal, *ureter*, *buli-buli* dan *uretra*. Ditandai dengan nyeri atau gejala klinis yang berat. (Risninar, *et al.*, 2022)

Infeksi saluran kemih dimulai dari naiknya flora usus atau saluran kemih bagian bawah yang mudah terpapar dengan lingkungan luar. Bakteri Gram negatif *Escherichia coli* menjadi penyebab paling sering dari ISK, demikian pula *Klebsiella*, *Proteus*, *Citrobacter*, dan *Enterobacter spp.* (Hidayati, *et al.*, 2022)

2.1.2 Patogenitas Infeksi saluran Kemih

Resistensi kolonisasi terhadap ketahanan suatu organ yaitu pertumbuhan kuman patogen yang berlebih pada mukosa, saluran cerna, saluran kemih, bronchi, rongga mulut atau tenggorok. Pada *infeksi saluran kemih* pembilasan *uretra* dengan berkemih secara teratur dapat memberikan efek yaitu pelepasan *sel-sel epitel* kandung kemih tempat kuman-kuman melekat. Saluran kemih steril jika tidak terdapat *infeksi saluran kemih* dan kolonisasi

saluran kemih maka juga sudah terjadi kolonisasi di dalam usus besar. (Simbolon, 2019)

Terdapat kesinambungan kuman *aerob* yang menimbulkan infeksi saluran kemih pada usus besar dan kuman *anaerob* yang jumlahnya menganda. *Antibiotika broad-sprectrum* seperti *Ampisilin, tetrasiklin, dan sulfonamida* (usus) yang diserap kurang baik oleh usus, akibat terganggunya keseimbangan sehingga banyak membunuh bakteri *anaerob*. Maka dari itu kuman *aerob* seperti *coli, klebsiella, proteus* perbanyakannya tidak terhalang, pertumbuhannya memarak dan terjadi kolonisasi usus sehingga risiko penularan ke saluran kemih dan terjadinya infeksi saluran kemih diperbesar. (Simbolon, 2019)

2.1.3 Faktor resiko

Faktor risiko Infeksi Saluran Kemih (ISK) di antaranya:

1. Usia

Aspek usia harus dipertimbangkan karena referensi hasil *laboratorium* yang digunakan bergantung pada usia. (Triasta, *et al.*, 2016). Menurut Miesien dan teman-teman (2006) ISK banyak terjadi pada anak berusia 2 bulan - 2 tahun dan terbanyak terjadi pada 1 tahun pertama. Pada penelitian ini tidak dimasukkan penderita ISK pada usia < 2 bulan sehingga dapat diperkirakan jumlah ISK pada usia 1 tahun pertama jauh lebih tinggi dari data yang didapatkan. Pada kelompok usia 2 bulan - 2 tahun jumlah laki – laki sama dengan jumlah subyek perempuan. Hal ini

berbeda dengan kepustakaan yang menyebutkan bahwa jumlah subyek perempuan pada kelompok usia 2 bulan – 2 tahun dua kali lipat dibandingkan dengan jumlah laki – laki karena pendeknya uretra. Perbedaan ini tidak dapat kemungkinan ada hubungannya dengan budaya membersihkan daerah genital di Indonesia berbeda dengan di negara barat. Di Indonesia terdapat kebiasaan membersihkan daerah genital dengan menggunakan air sesudah berkemih (cebok) sehingga terjadi dilusi sedangkan di negara barat dengan menggunakan kertas (toilet paper). Kemungkinan lain adalah *prepusium* pada anak laki – laki mempermudah kolonisasi kuman *uropatogen* di bawah *prepusium*.

2. Gizi buruk

Status gizi menjadi salah satu faktor yang memengaruhi tingkat kesehatan seseorang. Individu dengan asupan gizi yang sesuai dengan kebutuhan tubuhnya dikatakan gizi baik. Bila asupan gizi kurang dari kebutuhan tubuh dikatakan gizi kurang, sebaliknya bila asupan gizi lebih dari kebutuhan tubuhnya maka dikatakan gizi lebih. Keadaan gizi yang buruk dapat menurunkan daya tahan tubuh individu termasuk anak yang menyebabkan anak mudah terkena penyakit infeksi yang selanjutnya dapat berakibat fatal bagi kesehatan tubuh. (Hidayati, *et al.*, 2022)

3. Kebersihan diri

Pada kejadian ISK, faktor kebersihan pribadi dan kebersihan lingkungan berpengaruh terhadap ISK. Status *higiene* berhubungan dengan kecurigaan ISK. (Triasta, *et al.*, 2016)

4. Disfungsi pengosongan urin

Akibat *obstruksi* (batu ginjal), tertinggalnya *residu* dimana kuman-kuman mudah berpoliferasi terjadi karena disfungsi atau *hipertrofi prostat*.

5. Refluks vesikouretral

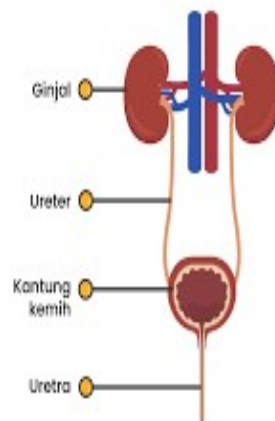
Refluks urin dari *vesika urinaria* menuju *ureter* hingga *pelvis renalis* terjadi saat terdapat peningkatan tekanan di dalam *vesika urinaria*. Tekanan yang seharusnya menutup akses *vesika* dan *ureter* justru menyebabkan naiknya urin. Adanya hubungan *vesika urinaria* dan ginjal melalui cairan ini meningkatkan risiko terjadinya ISK. (Sari, *et al.*, 2018)

2.1.4 Cara Pencegahan

Menurut penelitian yang di lakukan oleh Lucitania dan teman-teman (2022) bahwa gaya hidup (*Life style*) merupakan gambaran tingkah laku seseorang, pola atau cara hidup yang akan menunjukkan apa yang mereka akan pikirkan tentang diri mereka sendiri sehingga dapat membedakan statusnya dari orang lain maupun lingkungan yang dilakukan secara terus menerus sehingga menjadi sebuah kebiasaan. Gaya hidup yang dilakukan yaitu kurang mengonsumsi air putih, kebiasaan menahan BAK, kebiasaan mengganti pembalut memiliki hubungan dengan terjadinya penyakit ISK.

Bagi masyarakat terutama orang tua yang memiliki anak laki-laki di usia 2 bulan sampai 2 tahun untuk segera melakukan sirkumsisi, mengganti diapers secara berkala kurang lebih 2-3 jam dan cara membersihkan organ genital yang baik juga. Bagi anak-anak perempuan yang sudah memasuki masa pubertas mengetahui dan memahami pentingnya menjaga kesehatan diri terutama organ intim, dan menghindari kebiasaan yang memicu penyakit ISK yaitu menahan BAK, minum air putih yang kurang dan frekuensi mengganti pembalut.

2.2 Sistem Urinari Manusia



Gambar 2. 1 Sistem Urinari Manusia (Bulu, 2019)

Saluran kemih secara fisiologis berfungsi untuk menyaring darah dari zat-zat yang tidak diperlukan tubuh dan sekaligus menyerap zat-zat yang masih dibutuhkan. Sistem perkemihan terdiri dari ginjal yang menyaring darah dan menghasilkan urin, *ureter* yang menyalurkan urin dari ginjal ke kandung kemih,

kandung kemih yang bekerja sebagai penampung, *uretra* yang mengeluarkan urin dari kandung kemih. (Bulu, 2019)

1) Ginjal

Ginjal terletak pada dinding *posterior abdomen*, terutama di daerah *lumbal*, di sebelah kanan dan kiri tulang belakang, dibungkus lapisan lemak yang tebal, di belakang *peritoneum*. Ginjal berperan untuk mengatur keseimbangan air, konsentrasi garam dalam darah, keseimbangan asam-basa serta mengalirkan bahan-bahan yang dieliminasi ke dalam urin. Urin yang terbentuk akan mengalir dan disalurkan ke *ureter*.

2) Ureter

Ureter merupakan saluran yang bersambung dengan ginjal dan dari ginjal berjalan ke kandung kemih. Panjangnya yaitu 35 sampai 40 sentimeter. *Ureter* mulai sebagai pelebaran hilum ginjal dan berjalan ke bawah melalui rongga abdomen masuk ke dalam *pelvis* dan dengan arah *oblik* bermuara ke dalam sebelah posterior kandung kemih.

3) Kandung Kemih

Kandung kemih adalah satu kantung berotot yang dapat mengempis, terletak di belakang *simfisis pubis*. Kandung kemih bekerja sebagai penampung urin. Letaknya di dalam panggul besar, di depan isi lainnya, dan dibelakang *simfisis pubis*. Pada wanita kandung kemih terletak di antara *simfisis pubis*, *uterus*, dan *vagina*. Urin yang ditampung pada kandung kemih akan dialirkan keluar tubuh melalui *uretra*.

4) Uretra

Ialah sebuah saluran yang berjalan dari leher kandung kemih ke lubang luar, dilapisi membran *mukosa* yang bersambung dengan membran yang melapisi kandung kemih. *Meatus urinarius* terdiri atas serabut otot lingkar, yang membentuk *sfincter uretra*. Pada wanita panjang *uretra* adalah 2,5 sampai 3,5 sentimeter, pada pria 17 sampai 22,5 sentimeter.

2.3 Tinjauan Umum Tentang Urinalisis

2.3.1 Pengertian *Urinalisis*

Urinalisis adalah identifikasi urin secara makroskopik, mikroskopis dan analisis kimia. *Urinalisis* merupakan salah satu pemeriksaan penunjang sederhana yang dapat memberikan informasi untuk membantu menegakkan *diagnosis* pada penyakit ginjal dan berbagai penyakit lain. Beberapa penilaian penting tentang analisa urin, seperti; *piuria* menggambarkan endapan leukosit dan debris pada infeksi saluran kencing; *specific gravity* memberikan penilaian mengenai status hidrasi pasien; proteinuria menggambarkan gangguan fungsi *filtrasi glomerulus* atau *reabsorpsi tubulus*, dan banyak analisa lain yang bisa didapatkan dari pemeriksaan urin ini menggambarkan bahwa *urinalisis* berperan penting dalam menunjang penegakan diagnosis serta dapat digunakan untuk *follow up* suatu kelainan ginjal, antara lain *sindrom glomerular*, *acute kidney injury*, *chronic kidney disease*, *infeksi saluran kencing*, *hipertensi* dan batu. (Firdausa, *et al.*, 2019).

Berbagai uji *urinalisis* rutin dilakukan seperti warna, tampilan, dan bau urine diperiksa, serta pH, protein, keton, *glukosa* dan *bilirubin*. Berat jenis diukur dengan *urinometer*, dan pemeriksaan *mikroskopi* urine sedimen urine dilakukan untuk mendeteksi eritrosit, leukosit, epitel, kristal dan bakteri. (Shanti, *et al.*, 2016)

2.3.2 Pemeriksaan Makroskopis Urin

Pemeriksaan *makroskopis* urine meliputi volume urine, bau, buih, warna, kejernihan, pH, dan berat jenis.

1. Volume urine

Banyaknya urine yang dikeluarkan oleh ginjal dalam 24 jam. Dihitung dalam gelas ukur. Volume urine normal : 1200-1500 ml/24 jam. Volume urine masing-masing orang bervariasi tergantung pada luas permukaan tubuh, pemakaian cairan, dan kelembapan udara / penguapan.

2. Bau urine

Bau urine yang normal, tidak keras. Bau urine yang normal disebabkan dari sebagian oleh asam-asam organik yang mudah menguap.

3. Buih

Buih pada urine normal berwarna putih. Jika urine mudah berbuih, menunjukkan bahwa urine tersebut mengandung protein. Sedangkan jika urine memiliki buih yang berwarna kuning, hal tersebut disebabkan oleh adanya pigmen empedu (*bilirubin*) dalam urine.

4. Warna urine

Warna urine ditentukan oleh besarnya *dieresis*. Makin besar *dieresis*, makin muda warna urine itu. Biasanya warna urine normal berkisar antara kuning muda dan kuning tua. Warna itu disebabkan oleh beberapa macam zat warna, terutama *urochrom* dan *urobilin*. Jika didapat warna abnormal disebabkan oleh zat warna yang dalam keadaan normal pun ada, tetapi sekarang ada dalam jumlah besar. Kemungkinan adanya zat warna abnormal, berupa hasil metabolisme abnormal, tetapi mungkin juga berasal dari suatu jenis makanan atau obat-obatan. Beberapa keadaan warna urine mungkin baru berubah setelah dibiarkan.

5. Kejernihan

Cara menguji kejernihan sama seperti menguji warna yaitu jernih, agak keruh, keruh atau sangat keruh. Tidak semua macam kekeruhan bersifat abnormal. Urine normal pun akan menjadi keruh jika dibiarkan atau didinginkan. Kekeruhan ringan disebut *nubecula* dan terjadi dari lender, sel-sel epitel, dan leukosit yang lambat laun mengendap.

6. pH

Tidak banyak berarti dalam pemeriksaan penyaring. Akan tetapi pada gangguan keseimbangan asam-basa penetapan itu memberi kesan tentang keadaan dalam tubuh, apalagi jika disertai penetapan jumlah asam yang *diekskresikan* dalam waktu tertentu, jumlah ion NH_4 . Selain pada keadaan tadi pemeriksaan pH urine segar dapat member petunjuk kearah

infeksi saluran kemih. Infeksi oleh *E. coli* biasanya menghasilkan urine asam, sedangkan infeksi oleh *Proteus* yang merombak ureum menjadi amoniak menyebabkan urine menjadi basa.

7. Berat jenis

Untuk mengukur berat jenis urine dapat menggunakan *urometer*, *refraktometer* dan carik celup.

2.3.3 Pemeriksaan *Mikroskopis* Urin

Pemeriksaan *mikroskopis* urine meliputi pemeriksaan sedimen urine. Tujuan dari pemeriksaan sedimen urine adalah untuk mengidentifikasi jenis sedimen yang dipakai untuk mendeteksi kelainan ginjal dan saluran kemih. Untuk pemeriksaan sedimen urine diperlukan urine segar yaitu urine yang ditampung 1 jam setelah berkemih. Untuk mendapat sedimen yang baik diperlukan urine pekat yaitu urine yang diperoleh pagi hari dengan berat jenis $> 1,023$ atau osmolalitas > 300 m osm/kg dengan pH yang asam.

Macam – macam Sedimen Urine Sedimen urine terdiri dari unsur organik dan anorganik.

1. Unsur Organik

a) Epitel

Ada 3 macam epitel yang mungkin terdapat pada sedimen urine yaitu epitel yang berasal dari ginjal biasanya berbentuk bulat berinti 1, epitel yang berasal dari kandung kemih yang disebut sel transisional dan epitel gepeng yang berasal dari *uretra* bagian *distal*, *vagina* dan *vulva*.

b) Leukosit

Tampak sebagai benda bulat yang mengandung *granula* halus dengan inti yang nampak jelas. Biasanya leukosit ini adalah *sel polimorfonuklear*. Dalam keadaan normal, jumlah leukosit dalam urine adalah 0 – 4 sel. Peningkatan jumlah leukosit menunjukkan adanya peradangan, infeksi atau tumor.

c) Eritrosit

Dalam urine yang pekat eritrosit akan mengkerut, dalam urine yang encer eritrosit akan membengkak sedangkan dalam urine yang alkalis eritrosit mengecil. Dalam keadaan normal, terdapat 0 – 2 sel eritrosit dalam urine. Jumlah eritrosit yang meningkat menggambarkan adanya trauma atau perdarahan pada ginjal dan saluran kemih, infeksi, tumor, batu ginjal.

d) Silinder (torak)

Adalah cetakan protein yang terjadi pada *tubulus* ginjal. Silinder terdiri dari *glikoprotein* disebut protein *Tamm-Horsfall* yang merupakan rangka dari silinder, terbentuk pada *ascending loop of Henle*. Untuk terjadinya silinder diperlukan protein *Tamm-Horsfall*, albumin, pH urine yang asam, konsentrasi garam yang tinggi dalam *filtrate glomeruli* dan aliran urine yang lambat. Silinder terdiri dari silinder hialin, silinder seluler (silinder eritrosit, leukosit, dan epitel), silinder granula/korel, silinder lilin, dan silinder lemak.

e) *Spermatozoa*

Bisa ditemukan dalam urine pria atau wanita dan tidak memiliki arti klinik.

f) Parasit

Yang biasanya ditemukan dalam urine yaitu *Trichomonas vaginalis* atau *Schistosoma haematobium*.

g) Bakteri

Bakteri yang dijumpai bersama leukosit yang meningkat menunjukkan adanya infeksi dan dapat diperiksa lebih lanjut dengan pewarnaan Gram atau dengan biakan (kultur) urine untuk identifikasi. Tetapi jika ada bakteri namun sedimen “bersih” kemungkinan itu merupakan cemaran (kontaminasi) saja.

2.3.4 Pemeriksaan Kimia Urin

Pemeriksaan kimia urine berdasarkan reaksi biokimia. Bertujuan untuk menunjang diagnosis kelainan di luar ginjal seperti kelainan metabolisme karbohidrat, fungsi hati, gangguan keseimbangan asam basa, kelainan ginjal, dan saluran kemih seperti infeksi traktus urinarius.

Macam-macam pemeriksaan kimia urin:

1. Pemeriksaan glukosa urine

a) Metode *fehling* : Dengan pemanasan urine dalam suasana alkali, glukosa akan mereduksi cupri sulfat menjadi *cupro oksida*.

Pengendapan *cupri hidroksida* dicegah dengan penambahan *kalium natrium tartrate*.

b) Metode *benedict* : Glukosa dalam urine akan mereduksi garam-garam kompleks yang terdapat pada pereaksi benedict (*ion cupri* direduksi menjadi *cupro*) dan mengendap dalam bentuk *CuO* dan *Cu₂O*.

Interpretasi hasil:

- Negative (-) : tetap biru, biru kehijauan.
- Positif 1 (+1) : hijau kekuning-kuningan dan keruh.
- Positif 2 (+2) : kuning keruh.
- Positif 3 (+3) : jingga atau warna lumpur keruh.
- Positif 4 (+4) : merah bata.

2. Pemeriksaan Bilirubin Urine

Bilirubin secara normal tidak terdapat dalam urine, namun dalam jumlah yang sangat sedikit dapat berada dalam urine, tanpa terdeteksi melalui pemeriksaan rutin. Bilirubin terbentuk dari penguraian hemoglobin dan ditranspor menuju hati, tempat bilirubin berkonjugasi atau tak langsung bersifat larut dalam lemak, serta tidak dapat diekskresikan ke dalam urine. Bilirubinuria mengindikasikan kerusakan hati atau obstruksi empedu dan kadarnya yang besar ditandai dengan warna kuning.

a) Metode *Harrison* : Bilirubin telah diendapkan oleh Barium chloride akan dioksidasi dengan reagen *Fouchet* menjadi biliverdin yang

berwarna hijau. Hasil positif pada tes *Harisson*, ditandai dengan filtrate yang berwarna hijau pada kertas saring.

3. Pemeriksaan *Urobilinogen* Urine

Empedu yang sebagian besar dibentuk dari *bilirubin* yang terkonjugasi mencapai area *duodenum*, tempat bakteri dalam usus mengubah *bilirubin* menjadi *urobilinogen*. Sebagian besar *urobilinogen* berkurang dalam feses dan sejumlah besar kembali ke hati melalui aliran darah. Kemudian *urobilinogen* diproses ulang menjadi empedu kira-kira sejumlah 1% *diekskresi* oleh ginjal di dalam urine. Spesimen urine harus segera diperiksa dalam setengah jam karena *urobilinogen* urine dapat teroksidasi menjadi *urobilin*. Pemeriksaan *urobilinogen* dalam urine berdasarkan reaksi antara *urobilinogen* dengan reagen *Ehrlich* (*paradimethylaminobenzaldehyde*, serta *buffer asam*). Intensitas warna yang terjadi dari jingga hingga merah tua, dibaca dalam waktu 60 detik, warna yang timbul sesuai dengan peningkatan kadar *urobilinogen* dalam urine.

4. Pemeriksaan Keton dalam Urine

Badan keton diproduksi untuk menghasilkan energy saat karbohidrat tidak dapat digunakan seperti pada keadaan asidosis diabetic serta kelaparan / malnutrisi. Ketika terjadi kelebihan badan keton, akan menimbulkan keadaan *ketosis* dalam darah sehingga menghabiskan cadangan basa (misal: *bikarbonat*) dan menyebabkan status asidotik.

Ketonuria (badan keton dalam urine) terjadi sebagai akibat *ketosis*. Berdasarkan reaksi antara *asam asetoasetat* dengan senyawa *nitroprusida*. Warna yang dihasilkan adalah coklat muda bila tidak terjadi reaksi, dan ungu untuk hasil yang positif.

5. Pemeriksaan Protein Urine

Proteinuria biasanya disebabkan oleh penyakit ginjal akibat kerusakan *glomerulus* dan atau gangguan *reabsorpsi tubulus* ginjal. Kebanyakan cara rutin untuk menyatakan adanya protein dalam urin berdasarkan kepada timbulnya kekeruhan. Karena padatnya atau kasarnya kekeruhan itu menjadi satu ukuran untuk jumlah protein yang ada, maka menggunakan urin yang jernih menjadi syarat penting pada test – test terhadap protein. (Aryani,.2021)

a) Metode *asam asetat 6%* : Protein pada urin didenaturasi dengan cara pemanasan sampai mendidih, akan membentuk kekeruhan dan dipertegas lagi dengan penambahan asam asetat encer. Jika masih terdapat kekeruhan, maka hasilnya positif. (Aryani,.2021)

Interpretasi hasil:

Negatif : Tidak ada kekeruhan

Positif 1 (+1): Kekeruhan ringan tanpa butir (0,01 – 0,05 g)

Positif 2 (+2): Kekeruhan mudah dilihat tampak butir (0,05 - 0,2 g)

Positif 3 (+3): Keruh jelas berkeping (0,2 – 0,5 g)

Positif 4 (+4): Sangat keruh & berkeping keping besar atau

menggumpal/ memadat (>0,5 g) (Aryani,2021)

Kelebihan pemeriksaan protein urine menggunakan metode pemanasan dengan *asam asetat 6%* yaitu cukup peka karena dapat mendeteksi protein urine hingga konsentrasi yang terendah yaitu 0,004% serta dapat mendeteksi albumin, globulin dan protein bence jones. Kekurangan pemeriksaan protein urine menggunakan metode asam asetat 6% yaitu tidak dapat dilakukan pada urine yang encer karena urine encer mempunyai berat jenis rendah. (Gandasoebrata, 2018)

b) Metode Asam Sulfosalisilat

Prinsip : Protein yang terdapat dalam urin akan dipresipitasi oleh *asam sulfosalicyl 20%*. (Aryani,2021)

Interpretasi hasil:

Negatif	: Tidak ada kekeruhan
Positif 1 (+1)	: Kekeruhan ringan tanpa butir
Positif 2 (+2)	: Kekeruhan mudah dilihat tampak butir
Positif 3 (+3)	: Keruh jelas berkeping
Positif 4 (+4)	:Sangat keruh & berkeping keping besar atau menggumpal/ memadat. (Aryani,2021)

Test dengan *asam sulfosalicyl* tidak bersifat spesifik, ,meskipun sangat peka, adanya protein dalam konsentrasi 0,002% dapat dinyatakannya.(Gandasoebrata, 2018) Pemeriksaan protein urine menggunakan asam sulfosalisilat 20% juga memiliki kekurangan yaitu

apabila urine yang digunakan urine keruh (tidak disentrifugasi) dapat menyebabkan hasil negative palsu, reaksi positif palsu juga dipengaruhi obat yang dikonsumsi seperti penisilin, sulfonamide, sedangkan hasil negative palsu dapat terjadi apabila urine alkalis. (Yana, 2019)

c) Metode *Heller*

Prinsip : Adanya protein dalam urine akan bereaksi dengan HNO_3 pekat membentuk cincin putih. (Shanti, *et al.*, 2016)

Interpretasi hasil:

Positif (+) : Muncul lapisan /cincin putih diantara kedua cairan tersebut.

Negatif (-) : Tidak muncul lapisan/cincin putih diantara kedua cairan tersebut.(Aryani,.2021)

d) Metode Bang

Prinsip : Protein pada urin didenaturasi dengan cara pemanasan sampai mendidih, akan membentuk kekeruhan dan dipertegas lagi dengan penambahan reagen Bang (larutan penyangga pH 4,5). Jika masih terdapat kekeruhan, maka hasilnya positif. (Aryani,.2021)

Interpretasi Hasil:

Negatif (-): Tidak terjadi kekeruhan pada urin

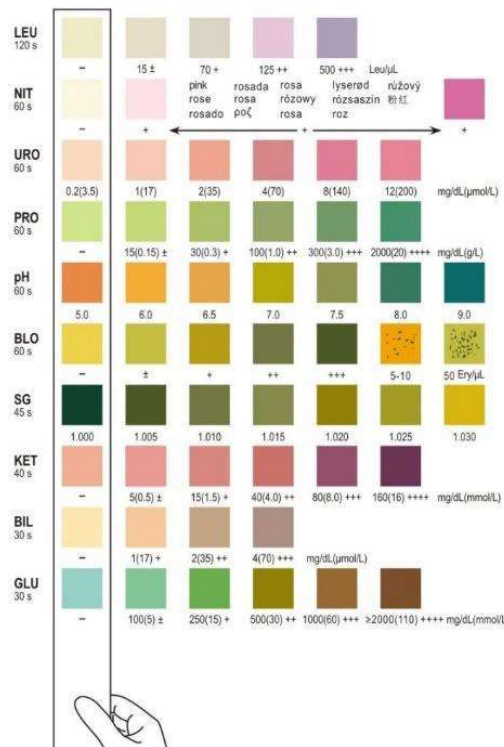
Positif (+): Terjadi kekeruhan pada urin

e) Metode carik celup

Prinsip pemeriksaan urine menggunakan metode ini adalah *tetrachlorofenol* dan *tetrabromosulfo Phtalein (buffer)* bereaksi dengan protein membentuk senyawa berwarna kuning sampai hijau tua. Parameter indikator yang terdapat pada carik celup adalah *tetrabromphenol blue* berwarna kuning dengan pH 3. Derajat perubahan warna yang terjadi di kertas carik celup ditentukan oleh kadar protein dalam urine sehingga perubahan warna yang terjadi menjadi ukuran semikuantitatif pada pemeriksaan proteinuria. (Gandasoebrata, 2018)

Kelebihan pemeriksaan protein urine menggunakan metode carik celup yaitu cepat artinya hasil pemeriksaan yang dikeluarkan tidak memakan waktu hitungan jam serta praktis mudah dilakukan. Kekurangan pemeriksaan protein urine menggunakan metode carik celup yaitu hanya dapat mendeteksi albumin sedangkan globulin dan protein bence jones tidak dapat terdeteksi menggunakan metode carik celup. (Gandasubrata, 2018) Warna pada strip dilihat dan dicocokkan dengan parameter warna di kertas indikator. (Budiman, *et al.*, 2022)

Interpretasi Hasil :



Gambar 2. 2 Interpretasi Hasil Strip Carik Celup (Thaslifa, 2022)

Tabel 2. 1 Perbandingan Metode Pemeriksaan Protein Urin

	Metode Asam Asetat 6%	Metode Asam Sulfosalisilat 20%	Metode Heller	Metode Bang	Metode Carik celup
Reagen pemeriksaan	Asam Asetat 6%	Asam Sulfosalisilat 20%	Asam Nitrat pekat	Bang / Buffer Asetat	Stik Carik Celup
Prinsip	Protein pada urin didenaturasi dengan cara pemanasan sampai mendidih, akan membentuk kekeruhan dan dipertegas lagi dengan penambahan asam asetat encer. Jika masih terdapat kekeruhan, maka hasilnya positif	Protein yang terdapat dalam urin akan dipresipitasi oleh <i>asam sulfosalicyl 20%</i>	Adanya protein dalam urine akan bereaksi dengan <i>HNO₃</i> pekat membentuk cincin putih	Protein pada urin didenaturasi dengan cara pemanasan sampai mendidih, akan membentuk kekeruhan dan dipertegas lagi dengan penambahan reagen Bang (larutan penyangga pH 4,5). Jika masih terdapat kekeruhan, maka hasilnya positif.	<i>tetrachlorofenol</i> dan <i>tetrabromosulfo Phtalein (buffer)</i> bereaksi dengan protein membentuk senyawa berwarna kuning sampai hijau tua.
Kelebihan	dapat mendeteksi protein urine hingga konsentrasi yang terendah yaitu 0,004% serta dapat mendeteksi albumin, globulin dan protein bence jones	Dapat mendeteksi adanya protein dalam konsentrasi 0,002%	-	-	cepat artinya hasil pemeriksaan yang dikeluarkan tidak memakan waktu hitungan jam serta praktis mudah dilakukan.
Kekurangan	tidak dapat dilakukan pada urine yang encer karena urine encer mempunyai berat jenis rendah	apabila urine yang digunakan urine keruh (tidak disentrifugasi) dapat menyebabkan hasil negative palsu, reaksi positif palsu juga dipengaruhi obat yang dikonsumsi seperti penisilin, sulfonamide, sedangkan hasil negative palsu dapat terjadi apabila urine alkalis	apabila urin encer yang mempunyai berat jenis rendah tidak dapat diperiksa menggunakan metode sederhana karena menyebabkan hasil negatif palsu	apabila urin encer yang mempunyai berat jenis rendah tidak dapat diperiksa menggunakan metode sederhana karena menyebabkan hasil negatif palsu	kekurangan carik celup yaitu hanya dapat mendeteksi albumin sedangkan globulin dan protein bence jones tidak dapat terdeteksi menggunakan metode carik celup.

Interpretasi hasil	Negatif (-) : tidak terjadi kekeruhan Positif (1-4) : terjadinya kekeruhan sampai gumpalan seperti awan	Negatif (-) : tidak terjadi kekeruhan Positif (1-4) : terjadinya kekeruhan sampai gumpalan seperti awan	Negative (-) : tidak terbentuk cincin putih Positif (+) : terbentuk cincin putih	Negatif (-): Tidak terjadi kekeruhan pada urin Positif (+): Terjadi kekeruhan pada urin	Warna pada strip dilihat dan dicocokkan dengan parameter warna di kertas indikator
--------------------	--	--	---	--	--

2.4 Hubungan Protein Urin Dengan ISK

Saluran kemih manusia adalah steril pada kondisi normal, kecuali uretra bagian distal. Infeksi saluran kemih terjadi akibat dari interaksi virulensi bakteri, faktor biologis, dan perilaku host. Berdasarkan konsep virulensi atau patogenisitas bakteri dalam saluran kemih, semakin baik mekanisme pertahanan alami tubuh, maka semakin kecil virulensi dari strain bakteri manapun untuk menyebabkan infeksi. (Rinawati, *et al*, 2022)

Mekanisme pertahanan tubuh terdapat di urin dan mukosa. Bakteri patogen tidak dapat menoleransi pH asam dan osmolalitas tinggi. Adanya protein *Tamm Horsfall* dan mekanisme flushing akan menghambat perlekatan bakteri (*p-fimbria* pada *E. coli*) ke uroepitelial dan mencegah kolonisasi. Lapisan *mukopolisakarida* pada mukosa bersamaan dengan sitokin, kemokin uroepitelial, IgA, serta sekresi prostat yang bersifat bakterisidal akan menurunkan kemampuan bakteri untuk melakukan penetrasi. Infeksi diawali dengan kolonisasi periuretral oleh patogen penyebab ISK. Sebagian besar organisme penyebab secara alami terdapat di saluran gastrointestinal, yang berperan sebagai reservoir alami. *Escherichia coli* merupakan penyebab ISK terbanyak (80-90% kasus) baik ISK atas maupun

bawah, terutama untuk pasien rawat jalan, diikuti oleh *Klebsiella sp*, *Enterococcus sp*, *Proteus mirabilis*, dan *Staphylococcus saprophyticus*. Organisme lain yang berperan diantaranya adalah *Enterococcus faecalis*, *Enterobacteriaceae* lain, dan jamur (yeast). (Aryani, 2021)

Jalur yang memungkinkan bakteri dapat mencapai saluran kemih adalah jalur asending, hematogen, dan limfatik. Jalur asending sering terjadi di saluran kemih atas dan pada perempuan. Bakteri pada umumnya berkoloni di uretra, tetapi pada perempuan bakteri dapat berkoloni di introitus vagina dan area periuretral. Oleh karena uretra perempuan pendek dan dekat dengan area vulva atau perianal yang hangat dan lembab, maka lebih memungkinkan terjadinya kontaminasi. (Rinawati, *et al*, 2022)

Terdapat banyak bukti klinis dan eksperimental yang menunjukkan bahwa jalur asending naiknya bakteri dari uretra merupakan jalur paling sering untuk terjadinya ISK, terutama bila penyebabnya adalah bakteri yang berasal dari enterik (misalnya *E. coli* dan *Enterobacteriaceae* lain). Pada awalnya terjadi kolonisasi bakteri di daerah periuretra. Bakteri yang berkoloni tersebut dapat naik melalui uretra kemudian ke atas menuju kandung kemih. Adanya fimbriae bakteri, memungkinkan perlekatan dan penetrasi ke sel epitel kandung kemih (penetrasi *uroepitelium*). Saat penetrasi, bakteri dapat bereplikasi lebih lanjut dan membentuk biofilm. Setelah terjadi kolonisasi bakteri di kandung kemih, bakteri dapat naik melalui ureter menuju ginjal (asending). Proses ini dibantu dengan adanya fimbriae dan toksin bakteri yang menghambat peristaltik, sehingga

menurunkan aliran urin. Adanya bakteri pada parenkim ginjal menyebabkan respons inflamasi yang disebut dengan pielonefritis. (Rinawati, *et al*, 2022)

Kerusakan pembuluh darah menyebabkan kerusakan *glomerulus* yang berfungsi sebagai penyaring darah. Kerusakan *glomerulus* membuat protein dapat melewati *glomerulus* sehingga dapat ditemukan dalam urin, dalam keadaan normal protein tidak dapat melewati *glomerulus* karena ukuran protein yang besar tidak dapat melewati lubang-lubang *glomerulus* yang kecil. (Baroleh, *et al.*, 2019)