

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Kemih

Sistem kemih terdiri dari organ pembentuk air kemih dan struktur-struktur yang menyalurkan air kemih dari ginjal ke seluruh tubuh. Ginjal adalah sepasang organ berbentuk kacang yang terletak di belakang rongga abdomen, satu di setiap sisi kolumna vertebralis sedikit di atas garis pinggang. Setiap ginjal dialiri darah oleh arteri renalis dan vena renalis. Ginjal mengolah plasma yang mengalir ke dalamnya untuk menghasilkan air kemih, menahan bahan-bahan tertentu dan mengeliminasi bahan-bahan yang tidak diperlukan ke dalam air kemih. Setelah terbentuk air kemih akan mengalir ke sebuah rongga pengumpul sentral, pelvis ginjal yang terletak pada bagian dalam sisi medial di pusat (inti) kedua ginjal. Dari pelvis ginjal, air kemih kemudian disalurkan ke dalam ureter, sebuah duktus berdinding otot polos yang keluar dari batas medial dekat dengan pangkal (bagian proksimal) arteri dan vena renalis. Terdapat dua ureter yang menyalurkan air kemih dari setiap ginjal ke sebuah kandung kemih (Lina, N, 2008).

B. Organ Pada Saluran Kemih

1. Anatomi Ginjal

Ginjal adalah sepasang organ saluran kemih yang terletak di rongga retroperitoneal bagian atas. Bentuknya menyerupai kacang dengan sisi cekungnya menghadap ke medial. Pada sisi ini terdapat hilus ginjal yaitu tempat struktur-struktur pembuluh darah, sistem limfatik, sistem saraf, dan ureter menuju dan meninggalkan

ginjal. Besar dan berat ginjal sangat bervariasi; hal ini tergantung pada jenis kelamin, umur, serta ada tidaknya ginjal pada sisi yang lain. Pada autopsi klinis didapatkan bahwa ukuran ginjal orang dewasa rata-rata adalah 11,5 cm (panjang) x 6 cm (lebar) x 3,5 cm (tebal). Beratnya bervariasi antara 120 - 170 gram, atau kurang lebih 0,4% dari berat badan (Purnomo, B. B, 2015).

Struktur halus ginjal terdiri atas banyak nefron yang merupakan satuan-satuan fungsional ginjal dan diperkirakan ada 1.000.000 nefron dalam setiap ginjal. Setiap nefron mulai sebagai berkas kapiler (*badan malphigi* atau *glomerulus*) yang erat tertanam dalam ujung atas yang lebar pada nefron. Tubulus terbentuk sebagian berkelok-kelok dan sebagian lurus. Bagian pertama tubulus berkelok-kelok dan dikenal sebagai kelokan pertama atau tubula proksimal dan terdapat sebuah simpai Henle. Kemudian tubula itu berkelok-kelok lagi disebut kelokan kedua atau tubula distal yang menyambung dengan tubula penampung, yang berjalan melintasi korteks dan medula, yang berakhir di puncak salah satu piramida (Irianto, K, 2012).

2. Fungsi Ginjal

Fungsi ginjal ialah pengaturan keseimbangan air, pengaturan konsentrasi garam dalam darah dan keseimbangan asam basa darah dan pengeluaran bahan buangan dan kelebihan garam. Pada kaliks ginjal air kemih keluar dengan ritme getar peristaltik. Ritme getar peristaltik terjadi dengan adanya otot melingkar dan memanjang. Kandung kencing umumnya mempunyai volume sebesar 760 cc. Seseorang yang kandung kencingnya tidak mencapai volume 760 cc karena stress hold (kemampuan alat tubuh untuk menerima rangsangan). Antara kandung kencing dan uretra terdapat suatu cincin

dimana jika terjadi kontraksi atau dorongan, cincin akan terbuka dan air kemih memancar. Bila sering menahan rasa ingin kencing, akibatnya akan terjadi penyerapan kencing oleh saluran darah dan akibatnya terjadi penyakit urenalia (saluran darah mengandung air kemih yang banyak). Pemakaian obat-obat jika tidak sesuai dengan air yang diminum (volume air yang diminum tidak memadai atau sedikit) dapat mengakibatkan terjadinya kristalisasi pada glomeruli, sehingga mengakibatkan corong glomeruli dapat melarutkan protein. Pada glomeruli yang rusak dapat terbentuk alfa renin, dimana jika alfa renin ini masuk ke saluran darah dan dialirkan ke jantung dan masuk ke seluruh tubuh, maka akan terjadi kelainan-kelainan pada bagian tepi saluran-saluran darah, dimana alfa renin ini mempengaruhi vasokonstriktor (saluran menjadi sempit) mengakibatkan makanan yang dikirimkan menjadi berkurang, dan jantung harus lebih giat untuk memenuhi keperluan tersebut. Akibatnya, seseorang menjadi lemah jantung bila hal ini terjadi secara kronis (Irianto, K, 2012).

3. Pengeluaran Air Kemih dan Mekanisme Fungsi Ginjal

Setiap menit kira-kira 1 liter darah yang mengandung 500 ccm plasma mengalir melalui semua glomeruli dan sekitar 100 ccm dari itu disaring keluar. Plasma yang berisi garam, glukosa, dan benda halus lainnya disaring. Sel dan protein plasma terlalu besar untuk dapat menembus filter atau saringan dan tetap tinggal dalam aliran darah. Bila membandingkan jumlah yang disaring oleh glomeruli setiap hari dengan jumlah yang biasanya dikeluarkan ke dalam air kemih, dapat dilihat besar daya selektif sel tubula seperti pada tabel berikut :

Tabel 1

Perbandingan jumlah bahan yang disaring oleh glomeruli setiap hari dengan jumlah yang dikeluarkan kedalam air kemih

Bahan	Disaring	Dibuang
Air	150 liter	1,5 liter
Garam	700 gram	15 gram
Glukosa	170 gram	-
Urea	50 gram	30 gram

Sumber : (Irianto, K, 2012)

C. Urine

Urine merupakan zat sisa hasil pembuangan yang dikeluarkan oleh ginjal sebagai produk akhir dari sistem metabolisme. Zat-zat dalam urine memiliki komposisi yang bervariasi tergantung dari makanan dan air yang diminum. Urine manusia yang normal terdiri dari air, urea, asam urat, amoniak, kreatinin, asam laktat, asam fosfat, asam sulfat, klorida, garam-garam terutama garam dapur, dan zat-zat yang berlebihan di dalam darah yaitu vitamin C dan obat-obatan. Semua cairan dan materi pembentuk urine tersebut berasal dari darah. Urine manusia yang normal umumnya berwarna jernih transparan dan berwarna kuning muda yang berasal dari zat warna empedu (bilirubin dan biliverdin) (Anggreni, A. N, 2013).

1. Langkah-langkah Pembentukan Urine

Pembentukan urine dimulai dengan filtrasi sejumlah besar cairan yang bebas protein dari kapiler glomerulus ke kapsula Bowman. Kebanyakan zat dalam plasma difiltrasi secara bebas kecuali protein sehingga filtrat glomerulus dalam kapsula Bowman hampir sama dengan dalam plasma. Cairan diubah oleh reabsorpsi air dan zat

terlarut spesifik kembali ke dalam darah atau oleh sekresi zat lain dari kapiler peritubulus ke dalam tubulus (Syaiiffudin, 2011). Ada 3 langkah pembentukan urine yaitu :

a. Faktor yang mempengaruhi filtrasi

Kebanyakan kapiler glomerulus relatif impermeabel terhadap protein sehingga cairan hasil filtrasi bersifat bebas protein dan tidak mengandung elemen selular termasuk sel darah merah. Konsentrasi unsur plasma lainnya termasuk garam dan molekul organik yang terikat pada protein plasma seperti glukosa dan asam amino bersifat baik dalam plasma dan filtrasi glomerulus. Terdapat 3 faktor yang mempengaruhi filtrasi yaitu :

1) Aliran darah ginjal

Aliran darah ginjal ditentukan oleh *gradien tekanan* yang melintasi pembuluh darah renalis atau perbedaan antara tekanan arteri renalis dan tekanan hidrostatik vena renalis dibagi dengan tahanan pembuluh darah total (Syaiiffudin, 2011).

2) Tekanan Filtrasi

Perubahan tekanan hidrostatik kapiler glomerulus, perubahan tekanan darah dan konsentrasi arteriola aferen dan eferen. Perubahan tekanan hidrostatik kapsula Bowman, misalnya obstruksi ureter dan edema ginjal bagian dalam kapsul. Perubahan konsentrasi protein plasma dan tekanan koloid osmotik misalnya terjadi pada dehidrasi dan hipoproteinnemia (Syaiiffudin, 2011).

3) Luas Permukaan Filtrasi

Luas permukaan filtrasi berkurang akibat dari penyakit yang merusak glomerulus dan nefrektomi partial sehingga proses filtrasi terganggu dan tidak berjalan lancar (Syaiiffudin, 2011).

b. Proses Absorpsi

Terjadinya penyerapan kembali sebagian besar dari glukosa, sodium, klorida, fosfat, dan ion bikarbonat. Proses ini terjadi secara pasif yang dikenal dengan obligator reabsorpsi pada tubulus atas. Dalam tubulus ginjal, cairan filtrasi dipekatkan dan zat yang penting bagi tubuh direabsorpsi (Syaiffudin, 2011).

- 1) Air diabsorpsi dengan jumlah yang banyak.
- 2) Zat-zat esensial yang mutlak diperlukan misalnya glukosa, NaCl, dan garam-garam direabsorpsi dengan sempurna kedalam kapiler peritubular, kecuali kadarnya melebihi ambang ginjal yaitu batas kadar tertinggi suatu zat dalam darah yang apabila dilampaui akan menyebabkan ekskresi zat tersebut akan masuk kedalam urine.
- 3) Zat yang sebagian diabsorpsi sel-sel tubulus bila diperlukan misalnya kalium.
- 4) Zat-zat yang hanya diabsorpsi dalam jumlah kecil dari hasil metabolisme misalnya ureum, fosfat dan asam urat.
- 5) Zat yang sama sekali tidak diabsorpsi bahkan tidak dapat disekresi oleh sel tubulus misalnya kreatinin (Syaiffudin, 2011).

Jumlah total air yang diabsorpsi \pm 120 ml/menit. Sekitar 70-80% diabsorpsi oleh tubulus proksimal disebut juga reabsorpsi air obligatori, sisanya 20-30% diabsorpsi secara fakultatif dengan bantuan hormon vasopresin yaitu ADH (*anti diuretik hormone*) di tubulus distal, sebagian kecil sisanya diabsorpsi pada duktus koligentis yaitu saluran tempat bermuaranya tubulus distal (Syaiffudin, 2011).

c. Proses Sekresi

Tubulus ginjal dapat menyekresi atau menambah zat-zat kedalam cairan filtrasi selama metabolisme sel-sel membentuk asam dalam jumlah besar. Namun, pH darah dan cairan tubuh dapat dipertahankan sekitar 7,4 (alkalis). Sel tubuh membentuk amoniak yang bersenyawa dengan asam kemudian disekresi sebagai amonium supaya pH darah dan cairan tubuh tetap alkalis (Syaiffudin, 2011).

2. Karakteristik Urine

- a. Komposisi terdiri atas 95% air yang mengandung zat terlarut sebagai berikut :
 - 1) Zat buangan nitrogen meliputi urea dari protein, asam urat dari katabolisme asam nukleat, dan kreatinin dari proses penyaringan kreatinin fosfat dalam jaringan otot.
 - 2) Asam hipurat (asam kristal) produk sampingan pencernaan sayuran dan buah-buahan.
 - 3) Badan keton (asam karbon) dihasilkan dalam metabolisme lemak adalah konstituen (unsur pendukung) normal dalam jumlah kecil.
 - 4) Elektrolit meliputi ion natrium, klor, kalium, amonium, sulfat, fosfat, kalsium, dan magnesium.
 - 5) Hormon (*catabolic hormon*) ada secara normal dalam urine.
 - 6) Berbagai jenis toksin atau zat kimia asing, pigmen, vitamin, atau enzim secara normal ditemukan dalam jumlah kecil.
 - 7) Konstituen abnormal meliputi albumin, glukosa, sel darah merah, sejumlah besar badan keton. Zat kapur yang terbentuk dan mengeras dalam tubulus akan menjadi batu ginjal (nephrolithiasis) (Syaiffudin, 2011).

b. Sifat Fisik

- 1) Warna : kuning pucat jika kental, urine segar biasanya jernih dan menjadi keruh bila didiamkan.
- 2) Bau : urine memiliki bau yang khas, berbau amoniak jika didiamkan, bervariasi sesuai dengan makanan yang dimakan. Pada diabetes yang tidak terkontrol, aseton akan menghasilkan bau manis pada urine.
- 3) Asiditas (keadaan asam) atau alkalinitas (keadaan basa) : pH urine bervariasi antara 4,8-7,5 dan biasanya 6,0 tergantung pada diet. Makanan protein tinggi akan meningkatkan asiditas, sedangkan diet sayuran akan meningkatkan alkalinitas.
- 4) Berat jenis urine : berkisar antara 1,001-1,035 tergantung pada konsentrasi urine (Syaiffudin, 2011).

3. Macam-Macam Spesimen Urine

a. Urin Sewaktu

Urine sewaktu adalah urine yang dikeluarkan pada satu waktu yang tidak ditentukan dengan khusus. Urine ini cukup baik untuk pemeriksaan urine rutin (Gandasoebrata, 2007).

b. Urin Pagi

Urine pagi adalah urine yang pertama kali dikeluarkan pada pagi hari setelah bangun tidur. Urine ini lebih pekat dari urine yang dikeluarkan pada siang hari, jadi baik untuk pemeriksaan sedimen, berat jenis, dan protein (Gandasoebrata, 2007).

c. Urin 24 Jam

Urin 24 jam adalah urin yang dikeluarkan dan dikumpulkan selama 24 jam. Untuk pengumpulan urine ini diperlukan botol yang besar dan dapat ditutup rapat, botol ini harus bersih dan biasanya memerlukan pengawet (Gandasoebrata, 2007).

d. Urin Postprandial

Urine Postprandial yaitu urine yang pertama kali dikeluarkan 1,5 – 3 jam setelah makan, sangat baik untuk pemeriksaan terhadap reduksi dan kelainan sedimen (Gandasoebrata, 2007).

e. Urin 2 Gelas dan urin 3 Gelas pada laki-laki

Penampungan ini dipakai pada pemeriksaan urologis dan dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran tentang letaknya lesi atau radang lain yang mengakibatkan adanya nanah atau darah dalam urine seorang laki-laki. Penderita harus berkemih langsung ke dalam gelas – gelas itu tanpa menghentikan aliran urinenya. Pada gelas pertama ditampung 20 – 40 ml urine yang keluar pertama kali. Urine berikutnya dimasukkan ke gelas kedua, kecuali beberapa ml terakhir dikeluarkan. Urine ini berisi unsur – unsur dari kantung kencing. Beberapa ml urine terakhir ditampung dalam gelas ketiga dan urine ini diharapkan akan mengandung unsur – unsur khusus dari pars prostatica uretra serta getah yang terperas keluar dari akhir berkemih (Gandasoebrata, 2007).

4. Pengawet Urine

Urine harus diperiksa ketika masih segar. Jika urine disimpan, mungkin akan terjadi perubahan susunan oleh kuman-kuman. Kuman-kuman ada karena urine untuk pemeriksaan biasanya tidak dikumpulkan dan ditampung secara steril. Untuk mengecilkan kemungkinan perubahan itu, simpan urine pada suhu 4⁰ C, dalam lemari es dan dalam wadah tertutup (Gandasoebrata, 2007).

Kuman-kuman akan menguraikan ureum dengan membentuk amoniak dan karbondioksida. Amoniak menyebabkan pH urine menjadi lindi dan terjadilah proses pengendapan kalsium dan magnesium fosfat. Reaksi lindi juga merusak silinder. Sebagian amoniak hilang keudara sehingga urine tidak dapat dipakai lagi untuk penetapan ureum. Selain itu glukosa juga akan diceraikan oleh kuman-kuman sehingga hilang dari urine (Gandasoebrata, 2007).

Urine yang disimpan juga dapat berubah susunannya tanpa adanya kuman yaitu asam urat dan garam-garam urat mengendap pada suhu rendah. Selain itu, urine yang disimpan berubah susunannya oleh proses-proses oksidasi, hidrolisis, dan oleh pengaruh cahaya (fotodegradasi) (Gandasoebrata, 2007).

Jika urine terpaksa harus disimpan beberapa lama sebelum melakukan pemeriksaan, gunakan bahan pengawet untuk menghambat perubahan susunannya. Ada bermacam-macam bahan pengawet yaitu :

a. Toluena

Pengawet ini paling banyak digunakan. Perombakan urine oleh kuman dihambat, baik sekali dipakai untuk mengawetkan glukosa, aseton dan asam aseto-asetat. Toluena dipakai sebanyak 2-5 ml untuk mengawetkan urine 24 jam.

b. Thymol

Sebutir thymol sebagai pengawet mempunyai daya seperti toluena. Jika jumlah thymol terlalu banyak ada kemungkinan terjadi hasil positif palsu pada reaksi terhadap proteinuria dengan cara pemanasan dengan asam asetat.

c. Formaldehida

Khusus dipakai untuk mengawetkan sedimen. Mengawetkan sedimen penting sekali bila hendak melakukan penilaian kuantitatif atas unsur-unsur dalam sedimen. Formaldehid 40% dipakai sebanyak 1-2 ml untuk mengawetkan urine 24 jam. Kelemahannya, jika digunakan dalam jumlah yang besar kemungkinan akan menyebabkan reduksi pada tes benedict dan mengganggu tes ober mayer.

d. Asam sulfat pekat

Asam ini dipakai untuk mengawetkan urine guna untuk penetapan kuantitatif kalsium, nitrogen, dan kebanyakan zat anorganik lain. Reaksi asam dapat mencegah terjadinya endapan kalsiumfosfat.

e. Natrium karbonat

Khusus dipakai untuk mengawetkan urobilinogen jika hendak menentukan ekskresinya per 24 jam. Dimasukkan kira-kira 5 gram natrium karbonat dalam botol penampung bersama dengan beberapa ml toluena (Gandasoebrata, 2007).

5. Sedimen Urine

Lazimnya unsur-unsur sedimen dibagi menjadi 2 golongan yaitu organik yaitu yang berasal dari suatu organ atau jaringan dan anorganik yaitu sesuatu yang tidak berasal dari jaringan (Gandasoebrata, 2007).

a. Unsur Organik

1) Sel epitel

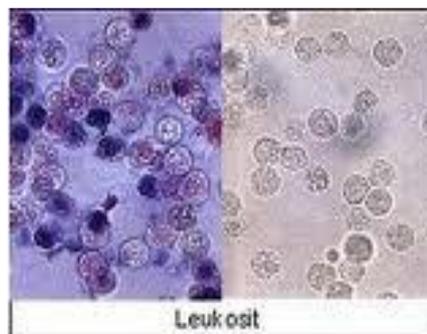
Urine normal memiliki tiga varietas utama sel epitel yaitu *tubular ginjal*, *transisi* (urothelial) dan *skuamosa*. Sel-sel ini melapisi saluran kemih, tubulus dan nefron. Sel epitel Renal Tubular jarang ada dalam urine normal (0-1 per lima lapang pandang). Bila terdapat epitel renal tubular dalam urine, biasanya dalam bentuk tunggal tetapi juga dapat ditemukan berpasangan. Epitel renal tubular biasanya ditemukan dalam urine karena proses pembaharuan dan regenerasi sel tubular. Pada biopsi ginjal, sel-sel lapisan tubular sering menunjukkan aktifitas mitosis, sel-sel yang lebih tua lepas ke aliran urine dan dapat dilihat dalam sedimen. Jenis regenerasi sel terjadi pada nefron proksimal dari pada distal. Sel epitel transisi merupakan lapisan epitel pada sebagian besar saluran kemih dan sering tampak di sedimen (0-1 per lapang pandang). Bentuknya bertingkat-tingkat dan biasanya beberapa lapisan sel tebal. Peningkatan jumlah sel transisi dalam urine biasanya menandakan inflamasi pada saluran kemih. Sel epitel skuamosa merupakan epitel yang paling sering ditemukan dalam urine karena bentuknya yang besar dan datar (Hasdianah dan S. I. Suprpto, 2014).



Gambar 1. Sel Epitel pada Sedimen Urine (Lestari, C, 2011).

2) Leukosit

Leukosit sering ditemukan pada sedimen urin normal, tetapi sedikit dan tidak boleh melebihi 5 per lapang pandang. Walaupun semua jenis WBC yang muncul dalam arah perifer juga dapat ditemukan dalam urine (limfosit, monosit, eosinofil), sel yang umum ditemukan yaitu PMN (*polymorphonuclear*). PMN memiliki fungsi fagositosis, motil secara aktif, dan bergerak secara amubiod dengan pseudopodia (Hasdianah dan S. I. Suprpto, 2014).



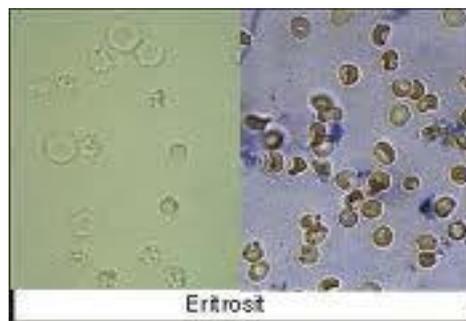
Gambar 2. Sel leukosit pada Sedimen Urine (Lestari, C, 2011).

3) Eritrosit

Munculnya beberapa eritrosit dalam urin menandakan adanya hematuria dalam urine dan memerlukan pemeriksaan lebih lanjut. Penyebab hematuria yang jarang terjadi adalah olahraga berat (lari jarak jauh), pendarahan vagina, dan pembengkakan organ di dekat atau langsung berbatasan dengan saluran urinary, misalnya, divertikulitis

atau radang usus buntu. Hematuria yang terkait dengan sistitis atau uretritis umumnya hilang setelah melakukan pengobatan (Tanagho, E.A. and J. W. McAninch, 2008).

Eritrosit sering terlihat sebagai benda bulat tanpa struktur yang mempunyai warna kehijau-hijauan. Bila ditemukan lebih dari 1 eritrosit per LPB menunjukkan hal yang abnormal (Gandasoebrata, 2007).



Gambar 3. Sel Eritrosit pada Sedimen Urine (Lestari, C, 2011).

4) Silinder. Ada beberapa macam silinder :

- a) Silinder Hialin. Silinder yang sisi-sisinya paralel dan ujung membulat, homogen (tanpa struktur) dan tidak berwarna.



Gambar 4. Silinder Hyalin pada Sediment Urine (Lestari, C, 2011).

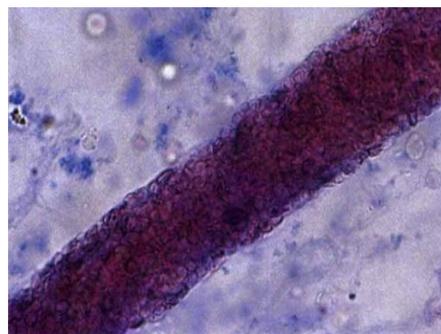
- b) Silinder berbutir. Silinder ini ada 2 macam yaitu silinder dengan butir halus dan silinder dengan butir kasar. Silinder dengan butir halus mempunyai bentuk

seperti silinder hialin sedangkan yang berbutir kasar sering lebih pendek dan lebih tebal.



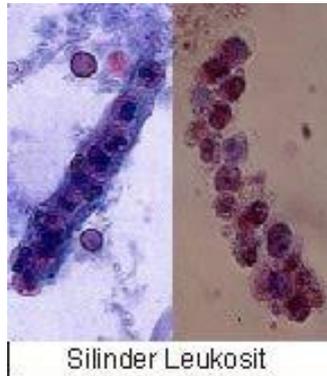
Gambar 5. Silinder berbutir pada Sedimen Urine (Lestari, C, 2011).

- c) Silinder lilin. Silinder ini tak berwarna atau sedikit abu-abu, lebih lebar dari silinder hialin, mempunyai kilauan seperti permukaan lilin, pinggirnya sering tidak rata oleh adanya lekukan-lekukan, sedangkan ujungnya sering bersudut.
- d) Silinder Fibrin.
- e) Silinder Eritrosit. Pada permukaan silinder ini terlihat eritrosit. Adakalanya eritrosit tersebut tidak jelas terlihat, namun masih memperlihatkan bekas-bekas eritrosit karena ada warna kemerah-merahan.



Gambar 6. Silinder Eritrosit pada Sedimen Urine (Lestari, C, 2011).

- f) Silinder Leukosit. Silinder yang tersusun dari leukosit atau yang permukaannya dilapisi leukosit.



Gambar 7. Silinder Leukosit pada Sedimen Urine (Lestari, C, 2011).

g) Silinder Lemak. Silinder ini mengandung butiran-butiran lemak (Gandasoebrata, 2007).

Silinder terbentuk di tubulus distal dan duktus kolektor dan sebagian besar tidak terlihat pada urin normal, oleh karena itu, adanya silinder dalam urine biasanya menandakan penyakit ginjal intrinsik. Sel epitel dalam jumlah besar menandakan penyakit ginjal intrinsik yang memerlukan pemeriksaan diagnostik lebih lanjut (Tanagho, E.A. and J. W. McAninch, 2008).

5) Bakteri

Bakteri yang terdapat dalam urine sebelum dikeluarkan dapat mengubah nitrat dalam urine menjadi nitrit. Jika terdapat nitrit dalam urine dapat menyebabkan infeksi saluran kencing (Gandasoebrata, 2007).

b. Unsur Anorganik

1) **Bahan Amorf** : adalah urat-urat dalam urine asam dan pospat-pospat dalam urin basa (Gandasoebrata, 2007).

2) Kristal

Pembentukan kristal berkaitan dengan konsentrasi berbagai garam di urine yang berhubungan dengan metabolisme makanan dan asupan cairan serta dampak dari perubahan yang terjadi dalam urine setelah koleksi sampel (yaitu perubahan pH dan suhu yang mengubah kelarutan garam dalam urine dan menghasilkan pembentukan kristal).

- Kristal yang normal dalam urine :

a) Kristal Asam Urat

Kristal asam urat merupakan suatu produk metabolisme dari pemecahan protein, berada di urine dalam konsentrasi yang tinggi dan umumnya menghasilkan berbagai macam struktur kristal. Kristal asam urat pleomorfik dibanding semua kristal yang ada dalam urine, ada dalam berbagai bentuk seperti batang, kubus, piring dan seperti batu asahan. Kristal asam urat biasanya tidak berwarna sampai berwarna kuning, pink atau coklat. Kristal asam urat sering dikaitkan dengan batu ginjal, namun dalam urine normal keberadaan kristal ini masih umum ditemukan dalam sedimen urine. Dalam garam, kristal asam urat membentuk kristal lain yaitu natrium dan kalium urat (Hasdianah dan S. I. Suprpto, 2014).



Gambar 8. Kristal Asam Urat pada Sedimen Urine (Lestari, C, 2011).

b) Kristal Kalsium Oksalat

Kristal kalsium oksalat paling sering ditemukan pada urine asam dan netral. Bentuk yang umum ditemukan yaitu kristal berbentuk seperti amplop. Kristal ini ditemukan dalam urine normal, terutama setelah menelan asam askorbat dalam dosis tinggi atau makanan yang kaya akan asam oksalat seperti tomat atau asparagus. (Hasdianah dan S. I. Suprpto, 2014).



Gambar 9. Ca Oxalat pada Sedimen Urine (Lestari, C, 2011).

c) Kristal Asam Hippuric

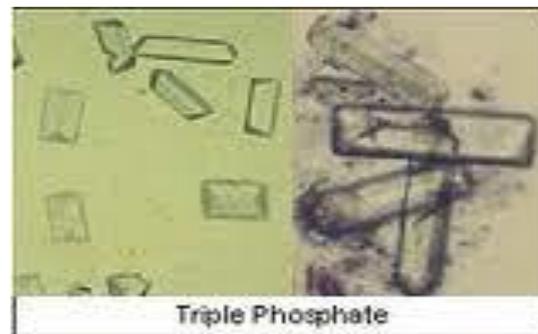
Kristal ini biasanya tidak berwarna, prisma memanjang dengan ujung piramida dan berbentuk jarum dan ditemukan dalam pH netral. Kristal ini terdapat dalam urine bila melakukan diet tinggi buah-buahan dan sayuran yang mengandung sejumlah asam benzoat (Hasdianah dan S. I. Suprpto, 2014).

d) Kristal Amorf Fosfat

Kristal fosfat adalah kristal yang paling sering diamati dalam urine basa. Yang paling sering ditemukan adalah kristal amorf fosfat. Kristal ini menghasilkan endapan putih didasar tabung (Hasdianah dan S. I. Suprpto, 2014).

e) Kristal Triple Fosfat

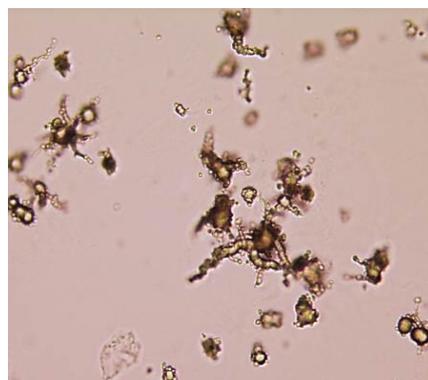
Triple fosfat (amonium-magnesium fosfat) merupakan kristal yang bentuknya mirip seperti peti mati. Kristal ini juga dapat ditemukan dalam urine netral dan larut dalam asam asetat, kadang-kadang ditemukan dalam urine basa biasanya berbentuk bintang (Hasdianah dan S. I. Suprpto, 2014).



Gambar 10. Triple Phosphate pada Sedimen Urine (Lestari, C, 2011).

f) Kristal Amonium Biurate

Kristal amonium biurate memiliki bentuk duri apel berwarna coklat kekuningan dan sering menunjukkan striations radial atau konsentris di pusat seperti senjata atau spikula. Kristal ini biasanya ditemukan didalam urine dengan pH netral dan larut dalam NaCl dan jarang ditemukan dalam urine normal (Hasdianah dan S. I. Suprpto, 2014).

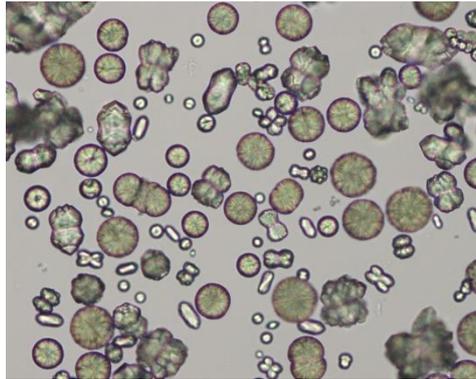


Gambar 11. Kristal Amonium Biurate dalam Sedimen Urine

Sumber:[<http://www.medical-labs.net/ammonium-biurate-crystals-2-1501>]

g) Kristal Kalsium Karbonat

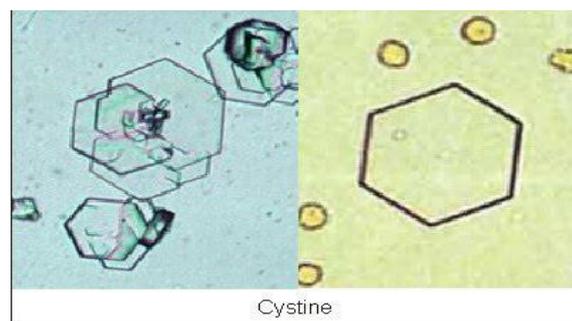
Kristal kalsium karbonat berbentuk spherules-halter yang ditemukan dalam urine basa. Karena ukurannya yang kecil, kristal ini sering dikatakan bakteri. Kristal ini larut dalam asam asetat (Hasdianah dan S. I. Suprpto, 2014).



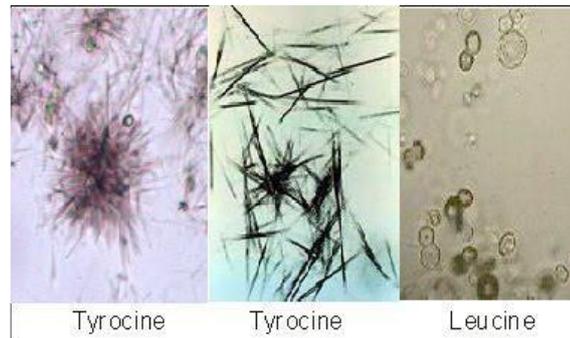
Gambar 12. Kristal Kalsium Karbonat pada Sedimen Urine

Sumber:[<http://www.eclinpath.com/urinalysis/crystals/calccarbonateequine/>]

- Kristal-kristal yang menunjukkan pada keadaan abnormal : cystine, leucine, tyrosine, cholesterol, bilirubin dan hematoidin (Gandasoebrata, 2007).



Gambar 13. Cystine pada Sedimen Urine (Lestari, C, 2011).



Gambar 14. Tyrosin dan Leucine pada Sedimen Urine (Lestari, C, 2011).

6. Pemeriksaan Sedimen Urine

Pada pemeriksaan sedimen urine digunakan urine yang baru dikemihkan untuk menghindari perubahan morfologi unsur sedimen. Syarat – syarat pemeriksaan sedimen adalah : sebaiknya dipakai urine baru, bila tidak bisa langsung diperiksa maka sebaiknya disimpan pada kulkas maksimal 1 jam atau disimpan dengan diberi pengawet, sebaiknya digunakan urine pagi karena urine pagi lebih kental dan bahan – bahan yang terbentuk belum rusak atau lisis dan botol penampung harus bersih dan dihindari dari kontaminasi (Gandasoebrata, 2007).

Pemeriksaan sedimen urine penting untuk mengetahui adanya kelainan pada ginjal dan saluran kemih serta berat ringannya penyakit. Urine yang dipakai untuk pemeriksaan sedimen ialah urine pagi segar apabila jarak jauh bisa menggunakan pengawet sebaiknya formalin tujuannya agar urine bisa dilakukan pemeriksaan ulang (Gandasoebrata, 2007)..

Pemeriksaan sedimen urine dilakukan untuk melihat eritrosit, leukosit, silinder, sel epitel, dan kristal. Jumlah eritrosit normal dalam urine adalah 0 – 1 / LPB, bentuk eritrosit normal adalah cakram bikonkaf, diameter 7, warna hijau pucat dan jernih.

Jumlah leukosit normal dalam urine adalah 4 – 5 / LPB, leukosit umumnya lebih besar dari eritrosit dan lebih kecil dari sel epitel. Adanya silinder dalam jumlah yang banyak dalam urin menandakan adanya kelainan pada ginjal. Adanya sel epitel berasal dari saluran kemih bagian atas atau bagian bawah menunjukkan adanya pelepasan abnormal dari sel epitel tersebut. Kristal-kristal dalam urine hampir tidak bermakna namun masih terdapat kristal-kristal yang jumlahnya masih normal dalam urine (Gandasoebrata, 2007).

D. Batu Saluran Kemih

Batu saluran kemih menurut tempatnya digolongkan menjadi batu ginjal dan batu kandung kemih. Batu ginjal merupakan keadaan tidak normal didalam ginjal, dan mengandung komponen kristal serta matriks organik. Lokasi batu ginjal dijumpai khas di kaliks atau pelvis dan bila akan keluar dapat terhenti di ureter atau kandung kemih. Batu ginjal sebagian besar mengandung batu kalsium. Batu oksalat, kalsium oksalat atau kalsium fosfat secara bersama dapat dijumpai sampai 65-85% dari jumlah keseluruhan batu ginjal (Sudoyo, A.W. dkk, 2010).

1. Proses Pembentukan Batu Saluran Kemih

Secara teoritis batu dapat terbentuk di seluruh saluran kemih terutama pada tempat-tempat yang sering mengalami hambatan aliran urine (stasis urine) yaitu pada sistem kalises ginjal atau buli-buli. Adanya kelainan bawaan pada pelvikalises, divertikel, obstruksi infravesika kronis seperti pada keadaan hiperplasia prostat benigna, striktura, dan buli-buli neurogenik merupakan keadaan-keadaan yang memudahkan terjadinya pembentukan batu (Purnomo, B. B, 2015).

Batu terdiri atas kristal-kristal yang tersusun oleh bahan-bahan organik maupun anorganik, yang terlarut didalam urine. Kristal-kristal tersebut tetap berada dalam keadaan *metastable* (tetap larut) dalam urine jika tidak ada keadaan-keadaan tertentu yang menyebabkan terjadinya presipitasi kristal. Kristal-kristal yang saling mengadakan presipitasi membentuk inti batu (nukleasi) yang kemudian akan mengadakan agregasi, dan menarik bahan-bahan lain sehingga menjadi kristal yang lebih besar. Meskipun ukurannya cukup besar, agregat kristal masih rapuh dan belum cukup mampu untuk membuntu saluran kemih. Untuk itu agregat kristal menempel pada epitel saluran kemih (membentuk retensi kristal) dan dari sini bahan-bahan lain diendapkan pada agregat itu sehingga membentuk batu yang cukup besar untuk menyumbat saluran kemih (Purnomo, B. B.2015).

Kondisi *metastable* dipengaruhi oleh suhu, pH larutan, adanya koloid didalam urine, konsentrasi solut didalam urine, laju aliran urine didalam saluran kemih, atau adanya korpus alienum didalam saluran kemih yang bertindak sebagai inti batu (Purnomo, B. B.2015).

Lebih dari 80% batu saluran kemih terdiri atas batu kalsium, baik yang berikatan dengan oksalat maupun dengan fosfat, membentuk batu kalsium oksalat dan kalsium fosfat, sedangkan sisanya berasal dari batu asam urat, batu magnesium amonium fosfat, batu xanthyn, batu sistein, dan batu jenis lainnya. Meskipun patogenesis pembentukan batu-batu diatas hampir sama, tetapi suasana didalam saluran kemih yang memungkinkan terbentuknya jenis batu tidak sama. Dalam hal ini misalnya batu asam urat mudah terbentuk dalam suasana asam, sedangkan batu magnesium amonium fosfat terbentuk karena urine bersifat basa (Purnomo, B. B.2015).

2. Penghambat Pembentukan Batu saluran Kemih

Terbentuk atau tidaknya batu disaluran kemih ditentukan juga oleh adanya keseimbangan antara zat pembentuk batu dan inhibitor yaitu zat yang mampu mencegah timbulnya batu. Dikenal beberapa zat yang menghambat terbentuknya batu saluran kemih, yang bekerja mulai dari proses reabsorpsi kalsium didalam usus, proses pembentukan inti batu atau kristal, proses agregasi kristal, hingga retensi kristal (Purnomo, B. B.2015).

Ion magnesium (Mg^{++}) dikenal dapat menghambat pembentukan batu karena jika berikatan dengan oksalat, membentuk garam magnesium oksalat sehingga jumlah oksalat yang akan berikatan dengan kalsium (Ca^{++}) untuk membentuk kalsium oksalat menurun. Demikian pula sitrat jika berikatan dengan ion kalsium membentuk garam kalsium sitrat sehingga jumlah kalsium yang akan berikatan dengan oksalat ataupun fosfat berkurang. Hal ini menyebabkan kristal kalsium oksalat atau kalsium fosfat jumlahnya berkurang (Purnomo, B. B.2015).

Beberapa protein atau senyawa organik lain mampu bertindak sebagai inhibitor dengan cara menghambat pertumbuhan kristal, menghambat agregasi kristal, maupun menghambat retensi kristal. Senyawa itu antara lain adalah glikosaminoglikan (GAG), protein Tamm Horsfall (THP) atau uromukoid, nefrokalsin, dan osteopontin. Defisiensi zat yang berfungsi sebagai inhibitor batu merupakan salah satu faktor penyebab timbulnya batu saluran kemih (Purnomo, B. B.2015).

3. Komposisi Batu

Batu saluran kemih umumnya mengandung unsur : kalsium oksalat atau kalsium fosfat, asam urat, magnesium-amonium-fosfat (MAP), xanthyn, dan sistin, silikat, dan

senyawa lainnya. Data mengenai kandungan/komposisi zat yang terdapat pada batu sangat penting untuk usaha pencegahan terhadap kemungkinan timbulnya batu residif (Purnomo, B.B,2015).

a) Batu Kalsium

Batu jenis ini paling banyak dijumpai yaitu \pm 70-80% dari seluruh batu saluran kemih. Kandungan batu jenis ini terdiri atas kalsium oksalat, kalsium fosfat, atau campuran dari kedua unsur itu. Faktor terjadinya batu kalsium :

1) Hiperkalsiuri yaitu kadar kalsium didalam urine lebih besar dari 250-300 mg/24 jam.

Terdapat tiga penyebab terjadinya hiperkalsiuri antara lain :

- hiperkalsiuri absorbtif yang terjadi karena adanya peningkatan absorpsi kalsium melalui usus
- hiperkalsiuri renal terjadi karena adanya gangguan kemampuan reabsorpsi kalsium melalui tubulus ginjal.
- Hiperkalsiuri resorptif terjadi karena adanya peningkatan resorpsi kalsium tulang, yang banyak terjadi pada hiperparatiroidisme primer atau pada tumor paratiroid.

2) Hiperoksaluri adalah kenaikan ekskresi oksalat diatas normal. Ekskresi oksalata air kemih normal dibawah 45 mg/hari (0,5 mmol/hari). Peningkatan kecil eksresi oksalat menyebabkan perubahan cukup besar dan dapat memacu presipitasi kalsium oksalat dengan derajat yang lebih besar dibandingkan kenaikan absolut ekskresi kalsium. Oksalat air kemih berasal dari metabolisme glisin sebesar 40 persen, dari asam askorbat sebesar 40 persen, dari diet oksalat sebesar 10 persen. Kontribusi oksalat dan diet disebabkan sebagian garam kalsium oksalat tidak larut di lumen intestinal. Abrorpsi oksalat intestinal dan ekskresi oksalat dalam air kemih dapat

meningkat bila kekurangan kalsium pada lumen intestinal untuk mengikat oksalat. Kejadian ini dapat terjadi pada tiga keadaan : a) diet kalsium rendah, biasanya tidak dianjurkan untuk pasien batu kalsium. b) hiperkalsiuria disebabkan oleh peningkatan absorpsi kalsium intestinal. c) penyakit usus kecil atau akibat pembedahan yang mengganggu absorpsi asam lemak dan absorpsi garam empedu. Peningkatan absorpsi oksalat disebabkan oleh pengikatan kalsium bebas dengan asam lemak pada lumen intestinal dan peningkatan permeabilitas kolon terhadap oksalat. Hiperoksaluria dapat disebabkan oleh hiperoksaluria primer. Kelainan ini berbentuk kerusakan akibat kekurangan enzim dan menyebabkan kelebihan produksi oksalat dari glikoksalat (Sudoyo, A.W. dkk, 2010).

- 3) Hiperurikosuria adalah kadar asam urat didalam urine yang melebihi 850 mg/24 jam. Asam urat yang berlebihan dalam urine bertindak sebagai inti batu/nidus untuk terbentuknya batu kalsium oksalat. Sumber asam urat didalam urine berasal dari makanan yang mengandung banyak purin maupun berasal dari metabolisme endogen.
- 4) Hipositraturia, suatu penurunan ekskresi inhibitor pembentukan kristal dalam air kemih, khususnya sitrat, merupakan suatu mekanisme lain untuk timbulnya batu ginjal. Masukan protein merupakan salah satu faktor utama yang dapat membatasi ekskresi sitrat. Peningkatan reabsorpsi sitrat akibat peningkatan asam di proksimal dijumpai pada asidosis metabolik kronik, diare kronik, asidosis tubulus ginjal, diversi ureter atau masukan protein tinggi. Sitrat pada lumen tubulus akan mengikat kalsium membentuk larutan kompleks yang tidak terdisosiasi. Hasilnya kalsium bebas untuk mengikat oksalat berkurang. Sitrat juga dianggap menghambat proses

aglomerasi kristal. Kekurangan inhibitor pembentukan batu selain sitrat, meliputi glikoprotein yang disekresi oleh sel epitel tubulus ansa Henle asnden seperti mukoprotein Tamm Horsfall dan nefrokalsin. Nefrokalsin muncul untuk mengganggu pertumbuhan kristal dan memutus interaksi dengan larutan kristal lainnya (Sudoyo, A.W. dkk, 2010).

- 5) Hipomagnesuria, seperti halnya pada sitrat, magnesium bertindak sebagai penghambat timbulnya batu kalsium, karena didalam urine magnesium bereaksi dengan oksalat menjadi magnesium oksalat sehingga mencegah ikatan kalsium dengan oksalat. Penyebab tersering hipomagnesuria adalah penyakit inflamasi usus (inflammatory bowel diseases) yang diikuti dengan gangguan malabsorpsi (Purnomo, B.B,2015).

b) Batu Struvit

Batu struvit disebut juga batu infeksi, karena terbentuknya batu ini disebabkan oleh adanya infeksi saluran kemih. Kuman penyebab infeksi ini adalah kuman golongan pemecah urea atau *urea splitter* yang dapat menghasilkan enzim urease dan merubah urine menjadi suasana basa melalui hidrolisis urea menjadi amoniak. Suasana basa ini yang memudahkan garam-garam magnesium, amonium, fosfat dan karbonat membentuk batu magnesium amonium fosfat (MAP) atau $(Mg NH_4 PO_4 \cdot H_2O)$ dan karbonat apatit $(Ca_{10} [PO_4]_6 CO_3)$. Karena terdiri atas 3 kation (Ca^{++} Mg^{++} dan NH_4^+) batu jenis ini dikenal sebagai batu *triple-phosphate*.

Kuman-kuman yang termasuk pemecah urea diantaranya adalah *Proteus spp*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Enterobakter*, *Pseudomonas* dan *Staphilococcus*. Meskipun E. Coli

banyak menimbulkan infeksi saluran kemih tetapi kuman ini bukan termasuk pemecah urea (Purnomo, B.B, 2015).

c) Batu Asam Urat

Batu asam urat merupakan 5-10% dari seluruh batu saluran kemih. Diantara 75-80% batu asam urat terdiri atas asam urat murni dan sisanya merupakan campuran kalsium oksalat. Penyakit batu asam urat banyak diderita oleh pasien-pasien penyakit gout, penyakit mieloproliferatif, pasien yang mendapatkan terapi antikanker dan yang banyak mempergunakan obat urikosurik diantaranya adalah sulfinpirazone, thiazide, dan salisilat. Kegemukan, peminum alkohol, dan diet tinggi proten mempunyai peluang yang lebih besar untuk mendapatkan penyakit ini (Purnomo, B.B, 2015).

Sumber asam urat berasal dari diet yang mengandung purin dan metabolisme endogen didalam tubuh. Degradasi purin didalam tubuh melalui asam inosinat diubah menjadi hipoxantin. Dengan bantuan enzim xantin oksidase, hipoxanthin dirubah menjadi xanthin yang akhirnya dirubah menjadi asam urat. Pada mamalia lain selain manusia dan dalmation, mempunyai enzim urikase yang dapat merubah asam urat menjadi allantoin yang alrut dalam air. Pada manusia karena tidak mempunyai enzim itu, asam urat dieksresikan kedalam urine dalam bentuk asam uratbebas dan garam urat yang lebih sering berikatan dengan natrium membentuk natrium urat. Natrium urat lebih mudah larut didalam air dibandingkan dengan asam urat bebas, sehingga tidak mungkin mengadakan kristalisasi didalam urine (Purnomo, B.B, 2015).

Asam urat relatif tidak larut didalam urine sehingga pada keadaan tertentu mudah sekali membentuk kristal asam urat, dan selanjutnya membentuk batu asam urat. Faktor yang menyebabkan terbentuknya batu asam urat adalah urine yang terlalu asam

(pH urine < 6), volume urine yang jumlahnya sedikit (< 2 liter/hari) dan hiperurikosuri atau kadar asam urat yang tinggi (Purnomo, B.B, 2015).

Ukuran batu asam urat bervariasi mulai dari ukuran kecil sampai ukuran besar sehingga membentuk batu *staghorn* yang mengisi seluruh pelvicalises ginjal. Tidak seperti batu jenis kalsium yang bentuknya bergerigi, batu asam urat murni bersifat radiolusen, sehingga pada pemeriksaan IVU tampak sebagai bayangan *filling defect* pada saluran kemih sehingga seringkali harus dibedakan dengan bekuan darah, bentukan papila ginjal yang nekrosis, tumor, atau bezoar jamur. Pada pemeriksaan USG memberikan gambaran bayangan akustik (*acoustic shadowing*). Untuk mencegah timbulnya kembali batu asam urat setelah terapi yaitu minum banyak, alkalinisasi urine dengan mempertahankan pH diantara 6,5-7, dan menjaga jangan terjadi hiperurikosuria dengan mencegah terjadinya hiperurisemia (Purnomo, B.B, 2015).

d) Batu Jenis Lain

Batu sistin, batu xanthin, batu triamteren, dan batu silikat sangat jarang dijumpai. Batu sistin didapatkan karena kelainan metabolisme sistin yaitu kelainan dalam absorpsi sistin di mukosa usus. Demikian batu xanthin terbentuk karena penyakit bawaan berupa defisiensi enzim xanthin oksidase yang mengkatalisis perubahan hipoxanthin menjadi xanthin dan xanthin menjadi asam urat. Pemakaian anatasida yang mengandung silikat (magnesium silikat atau alumino-metilsalisilat) yang berlebihan dan dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan timbulnya batu silikat (Purnomo, B.B, 2015).

4. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Batu Saluran Kemih

a. Faktor Intrinsik

Faktor intrinsik adalah faktor yang berasal dari dalam individu sendiri. Yang termasuk faktor intrinsik adalah umur, jenis kelamin, keturunan. Faktor umur penyebab terjadinya BSK terdapat pada golongan umur 30-50 tahun. Faktor jenis kelamin penyebab terjadinya BSK pada laki-laki lebih sering terjadi dibanding wanita (Purnomo, B.B, 2015).

b. Faktor Ekstrinsik

Faktor ekstrinsik adalah faktor yang berasal dari lingkungan luar individu seperti geografi, iklim, serta gaya hidup seseorang. Faktor geografi penyebab terjadinya BSK adalah pada beberapa daerah menunjukkan angka kejadian batu batu saluran kemih yang lebih daripada daerah lain, sehingga dikenal sebagai daerah stone belt (sabuk batu). Faktor iklim yang dapat menyebabkan terjadinya BSK yaitu pada lingkungan dengan suhu tinggi. Faktor gaya hidup seseorang yang dapat menyebabkan terjadinya BSK meliputi asupan air yang diminum, diet pola makan, jenis pekerjaan, stress, olahraga, kegemukan, kebiasaan menahan buang air kemih. Jumlah air yang diminum dapat menyebabkan terjadinya BSK jika terjadi dehidrasi kronik dan asupan cairan yang kurang. Diet berbagai makanan dan minuman mempengaruhi tinggi rendahnya jumlah air kemih dan substansi pembentukan batu yang berefek signifikan dalam terjadinya BSK. Jenis pekerjaan juga merupakan faktor penyebab BSK yaitu pada pegawai administrasi dan orang-orang yang banyak duduk dalam melakukan pekerjaannya karena dapat mengganggu proses metabolisme tubuh. Faktor stress yang menyebabkan terjadinya BSK belum diketahui secara pasti. Kebiasaan menahan buang air kemih akan

menimbulkan stasis air kemih yang dapat berakibat timbulnya Infeksi Saluran Kemih (ISK). ISK yang disebabkan kuman pemecah urea sangat mudah menimbulkan jenis batu struvit. Selain itu dengan adanya stasis air kemih maka dapat terjadi pengendapan kristal (Lina, N, 2008).