

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Infeksi Saluran Kemih

Infeksi saluran kemih merupakan invasi mikroorganisme bakteri, jamur, dan virus yang menyerang pada salah satu atau beberapa bagian organ saluran kemih. Infeksi saluran kemih dapat menimbulkan berbagai manifestasi klinis yang berbeda-beda, dapat menyerang organ saluran kemih seperti uretra (uretritis), kandung kemih (sistitis), ureter (ureteritis), bahkan dapat menyerang ginjal sehingga menyebabkan kerusakan fungsi ginjal (Widayati, 2017).

a. Jenis-Jenis Infeksi Saluran Kemih

Secara klinis, infeksi saluran kemih dikategorikan menjadi infeksi tanpa komplikasi (*uncomplicated*) dan infeksi dengan komplikasi (*complicated*).

1) Infeksi Saluran Kemih Tanpa Komplikasi (*Uncomplicated Urinary Tract Infection*)

ISK tanpa komplikasi biasanya menyerang individu yang sehat dan tidak memiliki kelainan saluran kemih secara struktural atau neurologis. Infeksi ini dibedakan menjadi ISK bagian bawah (sistitis) dan ISK bagian atas (pielonefritis) (Flores-Mireles et al., 2015).

2) Infeksi Saluran Kemih dengan Komplikasi (*Complicated Urinary Tract Infection*)

ISK dengan komplikasi didefinisikan sebagai infeksi saluran kemih yang berhubungan dengan faktor-faktor yang mengganggu saluran kemih atau pertahanan tubuh, seperti obstruksi saluran kemih, retensi urine neuropatik, immunosupresi, gagal ginjal, transplantasi ginjal, kehamilan, serta adanya benda asing seperti batu, penggunaan kateter yang menetap atau perangkat drainase lainnya (Flores-Mireles et al., 2015).

Perbedaan antara ISK tanpa komplikasi dan dengan komplikasi adalah mempunyai implikasi terapeutik karena risiko komplikasi atau kegagalan

pengobatan meningkat pada pasien ISK dengan komplikasi (Geerlings, 2016).

b. Etiologi Infeksi Saluran Kemih

Infeksi saluran kemih (ISK) umum terjadi pada pasien rawat jalan dan rawat inap. Kelompok yang berisiko terkena ISK meliputi pasien dengan kelainan berkemih yang berhubungan dengan diabetes; kandung kemih neurogenik; cedera tulang belakang; kehamilan; hipertrofi prostat; atau instrumentasi saluran kemih, serta termasuk pemasangan kateter dalam jangka waktu lama (≥ 30 hari). Seiring bertambahnya usia, kelainan saluran kemih yang didapat akan mengganggu pengosongan kandung kemih secara normal, sehingga mempersempit perbedaan tingkat ISK berdasarkan jenis kelamin (Gupta et al., 2017).

Pada wanita premenopause faktor risiko meliputi hubungan seksual, penggunaan spermisida, dan riwayat infeksi saluran kemih. Faktor risiko lain adalah riwayat ISK pada ibu dan usia saat pertama kali mengalami ISK, yang menunjukkan adanya potensi genetik untuk kerentanan terinfeksi. Wanita hamil juga memiliki risiko tinggi terkena infeksi saluran kemih. Pada wanita perimenopause mungkin lebih rentan terhadap ISK karena adanya perubahan pada flora mikroba vagina. Hal ini berbeda dengan faktor risiko perilaku pada wanita premenopause dimana faktor mekanis dan fisiologis yang memengaruhi pengosongan kandung kemih sangat penting pada wanita pascamenopause.

Pada pria faktor utama yang meningkatkan risiko ISK berkaitan dengan hipertrofi prostat yang terjadi seiring bertambahnya usia. Kateterisasi saluran kemih sementara menjadi intervensi medis utama yang meningkatkan risiko ISK. Selain itu, semua gangguan infeksi saluran kemih, mulai dari *asymptomatic bacteriuria* (ASB) hingga abses perirenal dan pielonefritis emfisematosa, meningkat dikarenakan diabetes. Kondisi komorbiditas lain yang meningkatkan risiko pada kedua jenis kelamin termasuk adanya batu atau benda asing (seperti stent ureter) dalam sistem saluran kemih dan penyakit yang berhubungan dengan kandung kemih neurogenik (Gupta et al., 2017).

c. Patofisiologi Infeksi Saluran Kemih

Setiap tahap patogenesis infeksi saluran kemih dimulai dengan adhesensi. Bakteri penyebab infeksi saluran kemih cenderung memiliki adhesin yang merupakan zat perekat pada permukaannya, sehingga organisme dapat menempel pada permukaan mukosa uretra. Infeksi saluran kemih biasanya dimulai dengan kontaminasi periuretral oleh uropatogen yang tinggal di usus. Kemudian patogen masuk ke uretra dan bergerak ke kandung kemih, yang membutuhkan flagella dan pili. Di kandung kemih, interaksi host-patogen yang kompleks menentukan apakah uropatogen berhasil dikolonisasi atau dihilangkan.

Banyak adhesin bakteri yang mengenali reseptor dan media kolonisasi pada uroepithelium (epitel kandung kemih). Uropatogen seperti UPEC (*Uropathogenic Escherichia coli*) bertahan dengan menyerang epitel kandung kemih, menghasilkan racun dan protease untuk melepaskan nutrisi dari sel-sel *host*, dan mensintesis *siderophores* untuk mendapatkan zat besi. Kemudian, dengan menggandakan dan mengawasi kekebalan *host*, uropatogen dapat naik ke ginjal dan kembali menempel pada epitel ginjal melalui pili atau adhesin lalu menghasilkan racun yang merusak jaringan. Akibatnya, uropatogen dapat melewati penghalang epitel tubular untuk mengakses aliran darah dan menyebabkan bakteriemia (Flores-Mireles et al., 2015).

d. Manifestasi Klinis Infeksi Saluran Kemih

Meskipun kemungkinan terjadinya ISK dapat diperkirakan dari pemeriksaan laboratorium, diagnosis yang akurat memerlukan pertimbangan yang cermat terhadap gejala pasien serta hasil pemeriksaan. Gejala ISK yang paling umum adalah urgensi buang air kecil, frekuensi buang air kecil, dan kesulitan buang air kecil. Gejala lain termasuk nyeri di daerah suprapubik, vagina dan uretra serta hematuria. Penting untuk dicatat bahwa gejala sistemik, seperti mual, muntah, nyeri panggul, nyeri punggung atas, dan demam, mungkin mengindikasikan perkembangan infeksi pada saluran kemih bagian atas dan tidak boleh diobati sebagai ISK tanpa komplikasi (Chu and Lowder, 2018).

e. Diagnosis Infeksi Saluran Kemih

Analisis laboratorium untuk infeksi saluran kemih meliputi tiga tes utama, yaitu urinalisis carik celup, urinalisis secara mikroskopis, dan kultur urine.

1) Urinalisis Carik Celup (*Dipstick Urinalysis*)

Analisis urine biasanya dimulai dengan carik celup yang mudah diperoleh dan hanya memerlukan waktu beberapa menit untuk menganalisisnya. Jenis urinalisis *dipstick* yang paling umum memungkinkan untuk menganalisis beberapa komponen urine, seperti leukosit esterase (LE), nitrit, dan sel darah merah.

Tes urinalisis *dipstick* dapat membantu dalam mendeteksi kemungkinan ISK dengan cepat, namun tes ini tidak mudah untuk dilakukan. Urine yang terlalu encer dapat menyebabkan lisis sel sehingga meningkatkan risiko hasil negatif palsu. Selain itu, tes urine dengan *dipstick* tidak dapat membedakan antara mioglobin dan hemoglobin, sehingga hematuria berdasarkan urinalisis *dipstick* harus selalu diverifikasi dengan urinalisis mikroskopis (Chu and Lowder, 2018).

2) Urinalisis Mikroskopis (*Microscopic Urinalysis*)

Pemeriksaan mikroskopik urine menjadi instrumen yang penting untuk diagnosis dan manajemen beberapa kondisi yang mempengaruhi ginjal dan saluran kemih. Urinalisis mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya manual atau otomatis. Adanya sel darah putih atau bakteri dalam urine dapat membantu dalam mendiagnosis ISK. Terkadang hematuria yang disertai bakteriuria atau piuria juga bisa menjadi tanda infeksi saluran kemih. Adanya sel epitel skuamosa terkadang mengindikasikan kontaminasi, serta gambaran leukosit dapat mengindikasikan terjadi peradangan atau infeksi pada saluran kemih bagian atas. Urinalisis mikroskopis, sangat membantu untuk mendiagnosis ISK dalam konteks presentasi klinis pasien, tetapi tidak hanya melalui hasil tes (Chu and Lowder, 2018).

3) Kultur Urine (*Urine Culture*)

Kultur urine merupakan salah satu metode untuk mendiagnosis ISK dan dianggap sebagai tes skrining yang paling tepat untuk bakteriuria tanpa gejala. Kultur yang menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dari uropatogen tunggal dianggap positif, dan kultur dengan flora campuran dianggap terkontaminasi. Namun, kultur yang menunjukkan pertumbuhan bakteri yang signifikan mungkin tidak mencerminkan infeksi aktif. Hal terpenting yang diperoleh dari hasil kultur adalah konfirmasi bakteri penyebab dan sensitivitas antimikroba. Penyebab paling umum dari infeksi saluran kemih adalah *Escherichia coli* (Chu and Lowder, 2018).

2. Sedimen Urine

Sedimen urine adalah suatu komponen tidak larut di dalam urine yang berasal dari darah, ginjal dan saluran kemih seperti eritrosit, leukosit, sel epitel, bakteri, kristal, jamur hingga parasit. Pengujian sedimen urine secara mikroskopis digunakan untuk mengidentifikasi komponen sedimen guna mengetahui adanya kelainan pada ginjal dan saluran kemih. Selain itu, dapat digunakan dalam memantau perkembangan penyakit ginjal dan saluran kemih setelah dilakukan pengobatan.

Analisis sedimen urine mikroskopis sangat penting terutama untuk evaluasi penyakit ginjal dan sistem saluran kemih dan telah dianggap sebagai *gold standard* untuk waktu yang lama. Analisis mikroskopis dari sedimen urine adalah tes non-invasif, tidak mahal dan merupakan tes diagnostik utama untuk banyak penyakit (Topcuoglu et al., 2017).

a. Unsur-Unsur Sedimen Organik

Unsur-unsur organik yang terkandung dalam urine antara lain eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih), dan sel epitel yang terdapat di saluran kemih, dari tubulus ke uretra atau sebagai kontaminan dari vagina atau vulva (Nugraha et al., 2022).

1) Eritrosit

Sel darah merah dalam urine berasal dari saluran kemih dan glomerulus ke meatus uretra dan pada wanita merupakan hasil

kontaminasi menstruasi. Eritrosit muncul dalam berbagai bentuk yang bergantung pada lingkungan urine. Pada urine segar, sel-sel darah merah memiliki tampilan normal, pucat atau kekuningan dan halus. Bentuknya cakram bikonkaf dengan diameter ± 7 mikron, tebal 2 mikron, dan tidak memiliki inti.

Biasanya sel darah merah tidak muncul dalam urine, meskipun terdapat 1-2 sel/LPB biasanya masih dianggap normal. Cedera atau pecahnya pembuluh darah ginjal atau saluran kemih akan melepaskan sel darah merah ke dalam urine.

Hematuria adalah kondisi peningkatan jumlah sel darah merah dalam urine dan mencerminkan adanya sel darah merah atau peningkatan hemoglobin bebas (Nugraha et al., 2022).

2) Leukosit

Sel darah putih dapat memasuki saluran kemih dari glomerulus ke uretra. Rata-rata, urine normal dapat mengandung 2 sel/LPB. Sel darah putih berdiameter $\pm 10-12$ mikron yang lebih besar dari sel darah merah, tetapi lebih kecil dari sel epitel ginjal. Sel darah putih biasanya berbentuk bulat dan tampak berwarna abu-abu kusam atau kuning kehijauan. Peningkatan jumlah sel darah putih dalam urine disebut leukosituria. Hal ini terkait dengan adanya proses inflamasi atau peradangan pada saluran kemih (Nugraha et al., 2022).

3) Epitel

Sel epitel dalam urine dapat berasal dari saluran genitourinaria dari tubulus proksimal hingga ke uretra atau vagina. Biasanya, beberapa sel epitel dapat ditemukan dalam urine sebagai akibat dari peluruhan normal sel-sel epitel lama. Peningkatan jumlah sel epitel menunjukkan peradangan pada bagian saluran urinaria tempat sel berasal (Nugraha et al., 2022).

a) Sel Epitel Tubular Ginjal

Sel epitel tubulus ginjal lebih besar dari leukosit dan mengandung inti bulat besar. Berbentuk kubus atau kolom dan rata.

Pada bidang sel epitel, tubulus ginjal dapat mengandung sel darah merah dan sel transisi.

b) Sel Epitel Transisional

Sel epitel transisional memiliki ukuran dua hingga empat kali lebih besar dari sel darah putih. Berbentuk bulat seperti buah pir. Terkadang, sel-sel mengandung dua nukleus. Sel transisi melapisi saluran kemih dari panggul ginjal hingga bagian atas uretra.

c) Sel Epitel Skuamosa

Sel epitel skuamosa mudah dikenali sebagai sel besar, rata, dan tidak beraturan. Mengandung nukleolus yang kecil dan sitoplasma yang banyak. Tepi sel sering dilipat dan sel dapat digulung menjadi silinder. Sel epitel skuamosa terutama terjadi di uretra dan vagina. Banyaknya jumlah sel skuamosa yang terdapat dalam urine wanita adalah hasil kontaminasi dari vagina atau vulva.

4) Silinder

Silinder pada saluran kemih terbentuk di lumen tubulus ginjal. Silinder dapat terbentuk sebagai hasil dari endapan atau gelasi. Tubulus ginjal mengeluarkan mukoprotein yang disebut protein *Tamm-Horsfall* yang diyakini membentuk matriks dasar silinder.

Silinder memiliki sisi yang hampir paralel dan ujungnya bundar atau tumpul dengan ukuran dan bentuk yang bervariasi, sesuai dengan tubulus tempatnya dibentuk. Lebar silinder menunjukkan diameter tubulus yang berperan dalam pembentukannya. Silinder dapat mencapai dua hingga enam kali lebih lebar dari silinder biasa. Silinder selalu berasal dari ginjal dan merupakan indikator penting penyakit ginjal intrinsik. Silinder diklasifikasikan berdasarkan pada morfologi dan komponen seluler yang dikandungnya (Nugraha et al., 2022).

a) Silinder Hialin (*hyaline cast*)

Silinder hialin adalah silinder yang paling sering ditemukan dalam urine dan terdiri dari protein *Tamm-Horsfall* gel dan mengandung beberapa inklusi ketika berada di ginjal. Silinder hialin

tidak berwarna, homogen, dan transparan, serta biasanya memiliki ujung membulat.

b) Silinder Eritrosit (*erythrocyte cast*)

Silinder eritrosit menunjukkan hematuria ginjal dan kondisi patologis lain. Silinder sel darah merah tampak berwarna cokelat hingga hampir tanpa warna.

c) Silinder Leukosit (*leucocyte cast*)

Silinder sel darah putih hadir pada infeksi ginjal dan pada peradangan tidak menular. Mayoritas sel darah putih yang muncul dalam silinder adalah neutrofil polimorfonuklear. Jika sel-sel masih utuh, nukleus terlihat jelas, tetapi ketika nukleus menghilang, silinder terlihat granular.

d) Silinder Berbutir (*granular cast*)

Silinder granular merupakan hasil degenerasi silinder seluler atau mewakili agregasi langsung protein serum ke dalam matriks *Tamm-Horsfall* mukoprotein. Silinder granular halus mengandung butiran halus yang berwarna abu-abu atau kuning pucat. Silinder granular kasar mengandung butiran yang lebih besar yang warnanya lebih gelap dan silinder ini sering tampak hitam karena kerapatan butirannya.

e) Silinder Epitel (*epithelial cast*)

Silinder sel epitel terbentuk sebagai hasil dari stasis deskuamasi sel epitel tubulus ginjal. Silinder ini jarang terlihat dalam urine karena jarang penyakit ginjal memengaruhi tubulus (nekrosis).

f) Silinder Lilin (*waxy cast*)

Silinder lilin memiliki indeks bias yang sangat tinggi, berwarna kuning, abu-abu atau tidak berwarna, dan memiliki penampilan homogen yang halus serta silinder yang lebar serta pendek dengan ujung tumpul serta ujung-ujungnya sering retak atau bergerigi. Silinder lilin telah dipostulasikan berasal dari hasil degenerasi silinder granular.

g) Silinder Lemak (*fatty cast*)

Silinder ini hanya mengandung sedikit lemak atau hampir seluruhnya terdiri dari lemak. Silinder lemak khas dengan lemak besar di separuh silinder dan tetesan kuning-cokelat yang lebih kecil.

5) Bakteri

Urine biasanya bebas dari bakteri. Ketika berada di ginjal dan kandung kemih, tetapi kontaminasi dapat terjadi akibat bakteri pada uretra, vagina, atau sumber eksternal lainnya. Kehadiran bakteri mudah dikenali ketika sedimen dilihat di bawah daya tinggi (Nugraha et al., 2022).

6) Ragi

Sel-sel ragi adalah sel-sel halus, tidak berwarna, biasanya sel telur dengan dinding yang dapat dibiaskan ganda. Ukuran sel ragi bervariasi dan memiliki tunas. Ragi dapat hadir juga dalam urine akibat kontaminasi kulit atau vagina. *Candida albicans* adalah ragi yang paling umum muncul dalam urine (Nugraha et al., 2022).

7) Spermatozoa

Spermatozoa ada dalam urine pria setelah episode kejang epilepsi, emisi nokturnal, penyakit pada organ genital, dan pada kasus spermatorrhea. Sperma dapat ditemukan juga dalam urine setelah koitus. Spermatozoa memiliki bentuk tubuh oval dan ekor yang panjang, tipis, dan halus (Nugraha et al., 2022).

8) Benang Mukosa

Benang mukosa adalah benang panjang, tipis, dengan struktur bergelombang mirip pita yang dapat menunjukkan lurik longitudinal yang samar. Benang mukosa dapat dijumpai dalam urine normal dengan jumlah kecil. Jumlah yang banyak menunjukkan peradangan atau iritasi saluran kemih (Nugraha et al., 2022).

9) Oval Fat Bodies

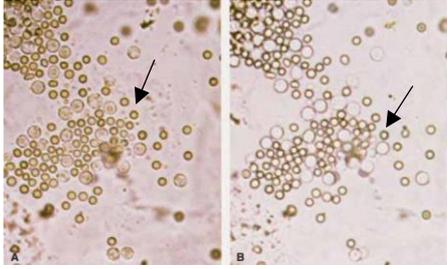
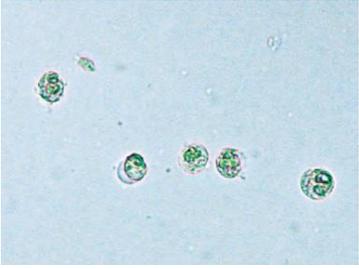
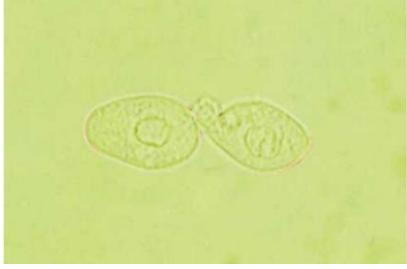
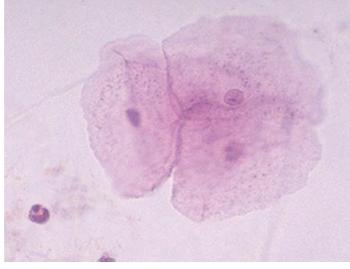
Oval fat bodies didefinisikan sebagai sel tubular ginjal yang mengandung lemak. *Oval fat bodies* adalah hasil penggabungan lemak yang telah disaring melalui glomerulus atau sel tubular ginjal yang telah

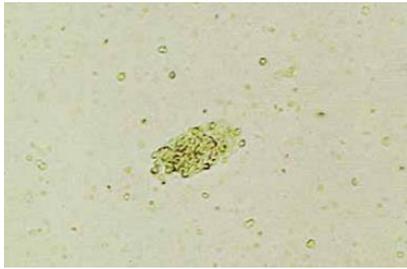
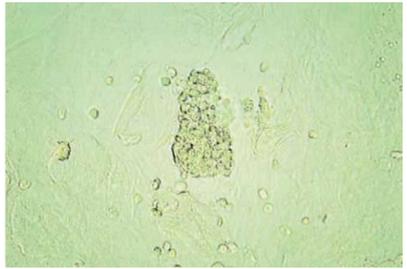
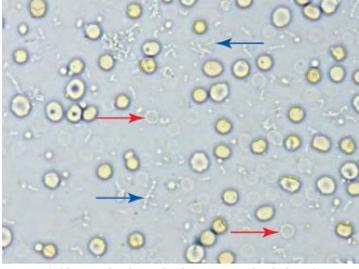
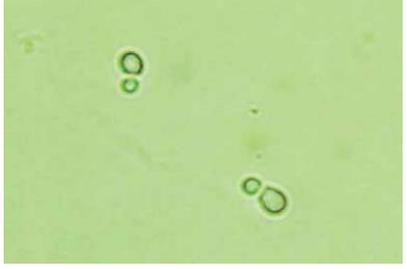
mengalami degenerasi lemak. *Oval fat bodies* dapat juga berupa makrofag, leukosit polimorfonuklear yang telah mencerna lipid, atau sel yang mengalami degenerasi lemak. Meskipun di bawah daya rendah dan cahaya redup, *oval fat bodies* kadang-kadang tampak hitam karena indeks bias yang tinggi (Nugraha et al., 2022).

10) Parasit

Parasit kadang-kadang dapat ditemukan dalam urine, baik berasal dari saluran kemih maupun sebagai hasil dari kontaminasi vagina atau tinja (Nugraha et al., 2022).

Tabel 2.1 Unsur-unsur sedimen organik

No.	Keterangan dan Gambar	No.	Keterangan dan Gambar
1.	Eritrosit 	2.	Leukosit 
3.	Sel epitel tubular ginjal 	4.	Sel epitel transisional 
5.	Sel epitel skuamosa 	6.	Silinder hialin 

7.	<p>Silinder eritrosit</p> 	8.	<p>Silinder leukosit</p> 
9.	<p>Silinder granular</p> 	10.	<p>Silinder epitel</p> 
11.	<p>Silinder lilin</p> 	12.	<p>Silinder lemak</p> 
13.	<p>Bakteri</p>  <p>(ditunjuk oleh panah biru)</p>	14.	<p>Ragi</p> 
15.	<p>Spermatozoa</p> 	16.	<p>Benang mukosa</p> 

17.	<i>Oval fat bodies</i> 	
-----	---	--

Sumber:(Brunzel, 2016); (Mundt and Shanahan, 2016).

b. Unsur-Unsur Sedimen Anorganik

Unsur anorganik dalam sedimen urine berupa kristal. Kristal biasanya tidak ditemukan dalam urine. Banyak kristal yang ditemukan dalam urine memiliki sedikit signifikansi klinis, kecuali pada kasus gangguan metabolisme, pembentukan kalkulus, dan pengaturan obat-obatan. Evaluasi mikroskopis urine penting untuk mendeteksi kristal karena tidak ada uji kimia yang mendeteksi keberadaan kristal (Nugraha et al., 2022).

1) Kristal Asam Urat

Kristal asam urat dapat muncul dalam berbagai bentuk, tetapi bentuk yang paling khas adalah berlian atau prisma belah ketupat dan bunga mawar, terkadang memiliki enam sisi, dan bentuk ini terkadang diidentifikasi sebagai sistin. Kristal asam urat biasanya diwarnai oleh pigmen urine sehingga berwarna kuning atau merah-cokelat. Warnanya sering bergantung pada ketebalan kristal sehingga kristal yang sangat tipis mungkin tidak berwarna (Nugraha et al., 2022).

2) Kristal Kalsium Oksalat

Kristal kalsium oksalat adalah kristal berbentuk oktahedral atau kristal “berwarna” yang terlihat seperti kotak kecil yang dilintasi garis diagonal. Kristal kalsium oksalat muncul sebagai bola oval atau cakram bikonkaf yang memiliki bentuk *halter* jika dilihat dari samping. Kristal ini memiliki ukuran yang bervariasi sehingga kadang hanya dapat dilihat di bawah perbesaran tinggi (Nugraha et al., 2022).

3) Urat Amorf

Garam urat natrium, kalium, magnesium, dan kalsium sering ditemukan dalam urine dalam bentuk nonkristalin dan amorf. Urat amorf ini memiliki tampilan seperti butiran berwarna kuning-merah dan larut dalam alkali pada suhu 60°C. Urat amorf tidak memiliki signifikansi klinis (Nugraha et al., 2022).

4) Kristal Asam Piruvat

Kristal asam piruvat adalah prisma atau pelat berwarna kuning-cokelat. Kristal asam piruvat sangat tipis sehingga menyerupai jarum, dan sering kali berkumpul. Kristal asam piruvat jarang ditemukan dalam urine dan tidak memiliki signifikansi klinis (Nugraha et al., 2022).

5) Kristal Natrium Urat

Kristal natrium urat adalah jarum tidak berwarna, kekuningan atau prisma ramping, seperti berkas gandum yang berkelompok. Natrium urat tidak memiliki signifikansi klinis (Nugraha et al., 2022).

6) Kristal Kalsium Sulfat

Kristal kalsium sulfat adalah jarum atau prisma Panjang, tipis, tidak berwarna yang identik dengan kalsium fosfat. Kristal kalsium sulfat jarang terlihat dalam urine dan tidak memiliki signifikansi klinis (Nugraha et al., 2022).

7) Kristal Sistin

Kristal sistin berbentuk heksagonal dan tipis. Kristal ini muncul dalam urine akibat cacat genetik atau penyakit hati yang parah. Selain itu, kristal sistin terbentuk pada pH asam dan ketika konsentrasinya >300 mg (Nugraha et al., 2022).

8) Kristal Leusin

Kristal leusin adalah sferoid berminyak, sangat refraktil, dan berwarna kuning atau cokelat dengan lekukan radial serta konsentris. Kristal leusin sangat signifikan secara klinis.. Kristal leusin dan tirosin sering muncul dalam urine klien bersamaan dengan penyakit hati (Nugraha et al., 2022).

9) Kristal Tirosin

Kristal tirosin sangat halus dan berbentuk jarum. Jarum tampak hitam, terutama di bagian Tengah, tetapi dapat berwarna kuning di hadapan bilirubin. Kristal tirosin dapat dijumpai pada kasus tirosinosis dan penyakit urine *oasthouse* (Nugraha et al., 2022).

10) Kristal Kolesterol

Kristal kolesterol berbentuk pelat besar, datar, transparan dengan sudut berlekuk. Di bawah cahaya terpolarisasi, kristal kolesterol menunjukkan berbagai warna (Nugraha et al., 2022).

11) Kristal Bilirubin

Pemberian ampisilin dosis parenteral dalam jumlah besar dapat menyebabkan obat mengendap. Kristal ini memiliki bentuk yang Panjang, tipis, dan jarum tidak berwarna dalam urine asam (Nugraha et al., 2022).

12) Kristal Tripel Fosfat

Kristal tripel fosfat (amonium magnesium fosfat) terdapat dalam urine netral dan alkali. Kristal tripel fosfat adalah prisma yang tidak berwarna dan terdiri dari tiga hingga enam sisi yang sering memiliki ujung yang miring. Kristal tripel fosfat sering ditemukan dalam urine normal, tetapi juga dapat membentuk batu saluran kemih (Nugraha et al., 2022).

13) Kristal Kalsium Karbonat

Kristal kalsium karbonat adalah kristal kecil, tidak berwarna, berbentuk seperti *halter* atau bola dengan massa granula besar. Kristal kalsium karbonat lebih besar dari amorf dan berwarna gelap ketika berkelompok. Kristal kalsium karbonat tidak memiliki signifikansi klinis (Nugraha et al., 2022).

14) Kristal Kalsium Fosfat

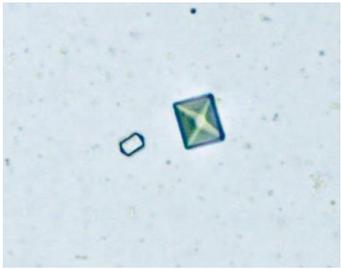
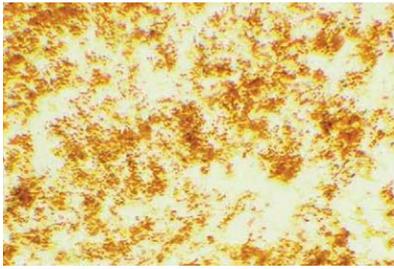
Kristal kalsium fosfat adalah prisma Panjang, tipis, tidak berwarna dan dapat memiliki ujung yang runcing, disusun seperti mawar atau bintang (fosfat bintang), atau tampak seperti jarum. Kristal kalsium fosfat dapat membentuk juga lempeng besar, tipis, tidak

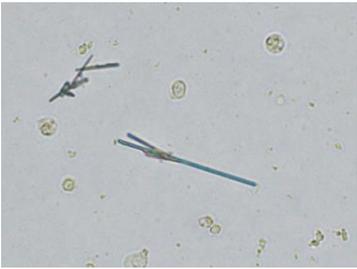
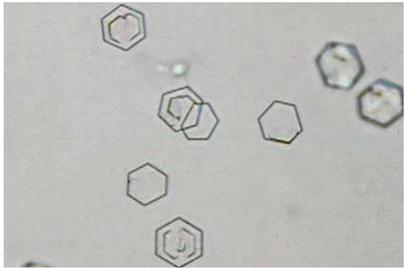
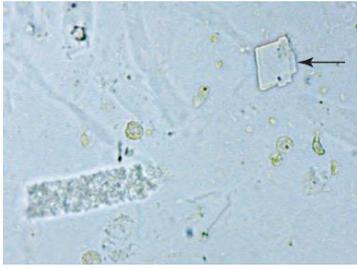
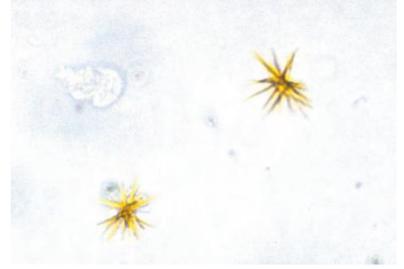
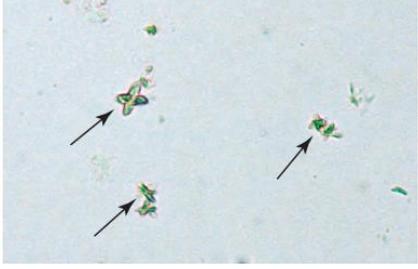
beraturan yang dapat melayang di permukaan urine. Kristal-kristal ini ada dalam urine normal, tetapi dapat juga membentuk batu (Nugraha et al., 2022).

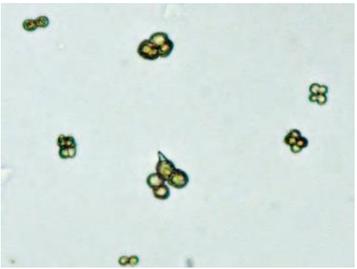
15) Kristal Amonium Biurat

Kristal amonium biurat yang disebut juga sebagai ammonium urat ditemukan dalam urine alkali dan netral. Amonium biurat adalah benda bulat berwarna kuning-cokelat dengan spikula panjang dan tidak beraturan. Bentuk kristal amonium biurat sering digambarkan dengan istilah “apel duri”. Amonium biurat dapat muncul juga sebagai sferoid kuning-cokelat tanpa spikula. Amonium biurat yang ditemukan dalam urine segar menunjukkan keadaan abnormal (Nugraha et al., 2022).

Tabel 2.2 Unsur-unsur sedimen anorganik

No.	Keterangan dan Gambar	No.	Keterangan dan Gambar
1.	Kristal asam urat 	2.	Kristal kalsium oksalat 
3.	Urat amorf 	4.	Kristal asam piruvat 

5.	Kristal natrium urat 	6.	Kristal sistin 
7.	Kristal leusin 	8.	Kristal tirosin 
9.	Kristal kolesterol 	10.	Kristal bilirubin 
11.	Kristal tripel fosfat 	12.	Kristal kalsium karbonat 

13.	Kristal kalsium fosfat 	14.	Kristal ammonium biuret 
-----	---	-----	---

Sumber:(Brunzel, 2016); (Mundt and Shanahan, 2016).

B. Kerangka Konsep

