

Studi Kasus: Cystolithiasis Akibat Infeksi pada Anjing

(CASE REPORT: CYSTOLITHIASIS-ASSOCIATED URINARY TRACT INFECTION IN DOG)

Steven Dwi Purbantoro¹, Anak Agung Gde Jaya Wardhita², I Wayan Wirata², I Wayan Nico Fajar Gunawan³

¹Mahasiswa Program Profesi Dokter Hewan,

²Laboratorium Ilmu Bedah Veteriner,

³Laboratorium Diagnosa Klinik, Patologi Klinik, dan Radiologi Veteriner,
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana,
Jl. PB. Sudirman, Bali, Indonesia; Telp/Fax: (0361) 223791
e-mail: stevendwi@unud.ac.id

ABSTRAK

Cystolithiasis adalah kondisi adanya urolith pada vesica urinaria yang dapat disebabkan oleh infeksi bakteri. Adanya kasus seperti tersebut, maka diperlukan penanganan yang tepat. Seekor anjing jantan campuran berumur 8 bulan dengan bobot 5,8 kg diperiksa dengan keluhan hematuria. Pemeriksaan ultrasonografi menunjukkan adanya urolith yang terlihat *sand-like* dengan penebalan dinding pada vesica urinaria. Selain itu, sedimen menunjukkan adanya jamur, kristal urat, struvit, dan bilirubin. Hasil kultur bakteri urin didapatkan bakteri *E. coli*. Hewan didiagnosa cystolithiasis akibat infeksi bakteri. Hewan kemudian ditangani dengan cara *cystotomy*. Penanganan pascaoperasi, hewan kasus diberikan antibiotik Ciprofloxacin dan analgesik Meloxicam. Hari ke-7 pascaoperasi, luka dan urinasi mengalami kesembuhan secara fisik.

Kata-kata kunci: cystolithiasis; infeksi bakteri; urolith; *Escherichia coli*

ABSTRACT

Cystolithiasis is a condition within urolith inside the bladder that could be caused by bacterial infection. A case with condition like that should be treated well. An 8-month and weighing 5.8 kg of male mix dog was presented with hematuria. Ultrasonography shows *sand-like* urolith and the wall of the bladder getting thickened. Sedimentation examination shows there is fungi, urate, struvite, and bilirubin crystal. *Escherichia coli* were cultured and isolated from the urine. The dog was diagnosed with cystolithiasis caused by bacterial infection. This case was treated with *cystotomy*. Postoperative management was done by administrating Ciprofloxacin as antibiotic and Meloxicam as analgesic. Post operation day 7, physically, the wound and urination were healed.

Keywords: cystolithiasis; bacterial infection; urolith; *Escherichia coli*

PENDAHULUAN

Gangguan pada sistem perkencingan merupakan salah satu dari berbagai masalah yang dapat terjadi pada hewan kesayangan, terutama anjing. Urolithiasis, gagal ginjal, infeksi saluran kencing merupakan banyak dari contoh gangguan pada sistem perkencingan yang menjadi momok pada anjing. Urolithiasis merupakan salah satu gangguan sistem perkencingan yang dapat terjadi pada anjing pada berbagai umur, jenis kelamin, dan ras. Urolithiasis dapat diartikan dengan adanya kondisi pembentukan kalkuli/urolith akibat saturasi kristal di dalam saluran perkencingan, yang dapat dispesifikkan, salah satunya adalah cystolithiasis (pada vesica urinaria/VU). Urolith yang terbentuk dapat dibedakan atas empat berdasarkan jenis mineralnya, yaitu urat (urat amonium, urat sodium, dan asam urat), sistin, fosfat amonium magnesium (struvit), dan kalsium (kalsium oksalat dan kalsium fosfat) (Tion *et al.*, 2015). Kondisi tersebut dapat disebabkan karena adanya infeksi pada saluran kencing (Gerber *et al.*, 2005).

Infeksi pada saluran urinaria dapat terbagi atas dua, yaitu infeksi saluran atas (*upper urinary tract*), yang meliputi ginjal (pyelonephritis), dan infeksi saluran bawah (*lower urinary tract*), yang meliputi VU (cystitis), urethra (urethritis), dan prostat (prostatitis). Infeksi pada saluran urinaria dapat disebabkan oleh bakteri, fungi, virus, dan parasit. Infeksi bakteri sering ditemukan pada kasus cystitis. Cystitis merupakan adanya peradangan pada VU. Infeksi dan terbentuknya urolith (cystolithiasis) telah dikaitkan satu sama lain. Studi Bichler *et al.* (2002) menyebutkan infeksi bakteri dapat meningkatkan risiko terbentuknya urolith.

Hewan dengan cystolithiasis perlu ditangani karena urolith dapat menyebabkan obstruksi pada saluran kencing, dan jika ada kombinasi dengan infeksi bakteri dapat terjadi sepsis dan mengakibatkan kematian. Oleh karena itu, peneguhan diagnosis perlu dilakukan untuk mendapatkan penanganan yang tepat. Urinalisis dan kultur bakteri merupakan peneguhan diagnosis, dimana *cystotomy* merupakan salah satu penanganan yang dapat dilakukan dalam menangani kasus berupa cystolithiasis akibat infeksi bakteri. Pada kasus ini, penulis mendeskripsikan tentang seekor anak anjing dengan cystolithiasis akibat adanya infeksi bakteri *E. coli* yang ditangani dengan *cystotomy*.

KASUS

Sinyalemen dan Anamnesa

Anjing campuran jantan berumur 8 bulan dengan bobot 5,8 kg diperiksa ke Laboratorium Bedah dan Radiologi Veteriner, Rumah Sakit Hewan Pendidikan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana (RSHP FKH Unud). Anjing tersebut memiliki riwayat vaksinasi DHPPi (Distemper, Hepatitis, Parvovirus, dan Parainfluenza) dan *deworming*. Pakan yang diberikan oleh pemilik kepada hewan kasus adalah nasi, hati dan daging ayam yang direbus, dan tulang dan juga minum diberikan secara *ad libitum*. Makanan diberikan dua sampai tiga kali sehari.

Hewan kasus dibawa ke RSHP FKH Unud dengan keluhan kencing berdarah dan keruh sejak 11 hari yang lalu. Pemilik juga mengamati kalau terdapat darah yang keluar dari urin pada saat proses terakhir urinasi. Selain itu, nanah juga dilaporkan pernah keluar dari alat kelamin pada hari yang sama.

Pemeriksaan Fisik

Status presen hewan kasus adalah denyut jantung 126 kali per menit, pulsus 126 kali per menit, *capillary refilling time* kurang dari dua detik, frekuensi napas 72 kali per menit, dan suhu tubuh 38,4°C. Pada saat pemeriksaan, pangkal penis ditemukan adanya abses dan adanya infestasi kutu *Mallophaga sp.* pada tubuh hewan kasus.

Pemeriksaan Penunjang

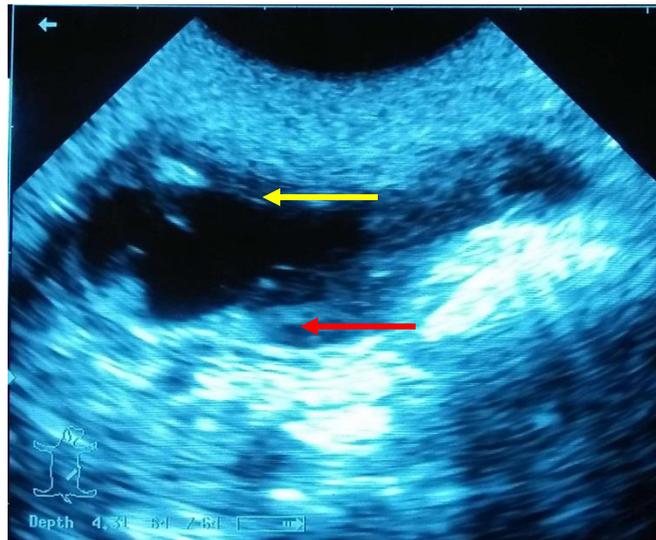
Pemeriksaan penunjang yang dilakukan adalah pemeriksaan darah lengkap, ultrasonografi (USG), foto Rontgen, urinalisis, dan kultur urin. Hasil pemeriksaan darah lengkap tersaji pada Tabel 1.

Ultrasonogram yang tersaji pada Gambar 1 menunjukkan bahwa ditemukan urolith dan gambaran seperti pasir (*sand-like*) pada VU. Selain itu juga ditemukan adanya penebalan pada dinding VU dan massa yang menjulur dari dinding VU. Berbeda dengan hasil USG, radiograf menunjukkan tidak ditemukan adanya abnormalitas berupa urolith ataupun lainnya pada VU maupun organ perkencingan lainnya (Gambar 2).

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Darah Hewan Kasus

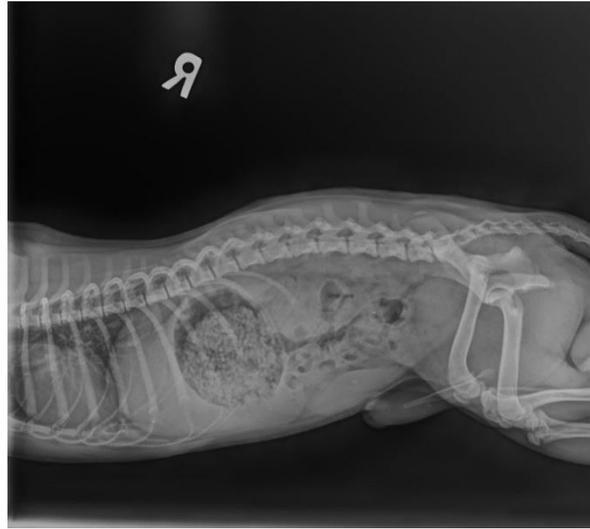
| Parameter | Hasil | Parameter | Hasil |
|-----------------------------------|----------|--|---------|
| RBC ($\times 10^6/\mu\text{L}$) | 4.95 (A) | Neutrofil (%) | 72 (N) |
| Hb (g/dL) | 4.95 (A) | Basofil (%) | 0 (N) |
| PCV (%) | 31.5 (A) | Eosinofil (%) | 7 (A) |
| MCV (fL) | 63.6 (N) | Limfosit (%) | 17 (N) |
| MCH (pg) | 20 (N) | Monosit (%) | 4 (N) |
| MCHC (g/dL) | 31.5 (N) | Platelet ($\times 10^3/\mu\text{L}$) | 223 (N) |
| WBC ($\times 10^3/\mu\text{L}$) | 16 (N) | | |

Keterangan: RBC: *red blood cell* ($5,5-8,5 \times 10^6/\mu\text{L}$); Hb: hemoglobin (12-19/mg%); PCV: *packed cell volume* (37-55%); MCV: *mean corpuscular volume* (60-77 fL); MCH: *mean corpuscular haemoglobin* (19,5-24,5 (pg); MCHC: *mean corpuscular haemoglobin concentration* (31-34 g/dL); WBC: *white blood cell* ($6-17 \times 10^3/\mu\text{L}$); Basofil (0-2%); Eosinofil (0-0.4%); Limfosit (12-30%); Monosit (2-4%); Neutrofil (62-87%); Platelet ($117-500 \times 10^3/\mu\text{L}$); A: abnormal; N: normal

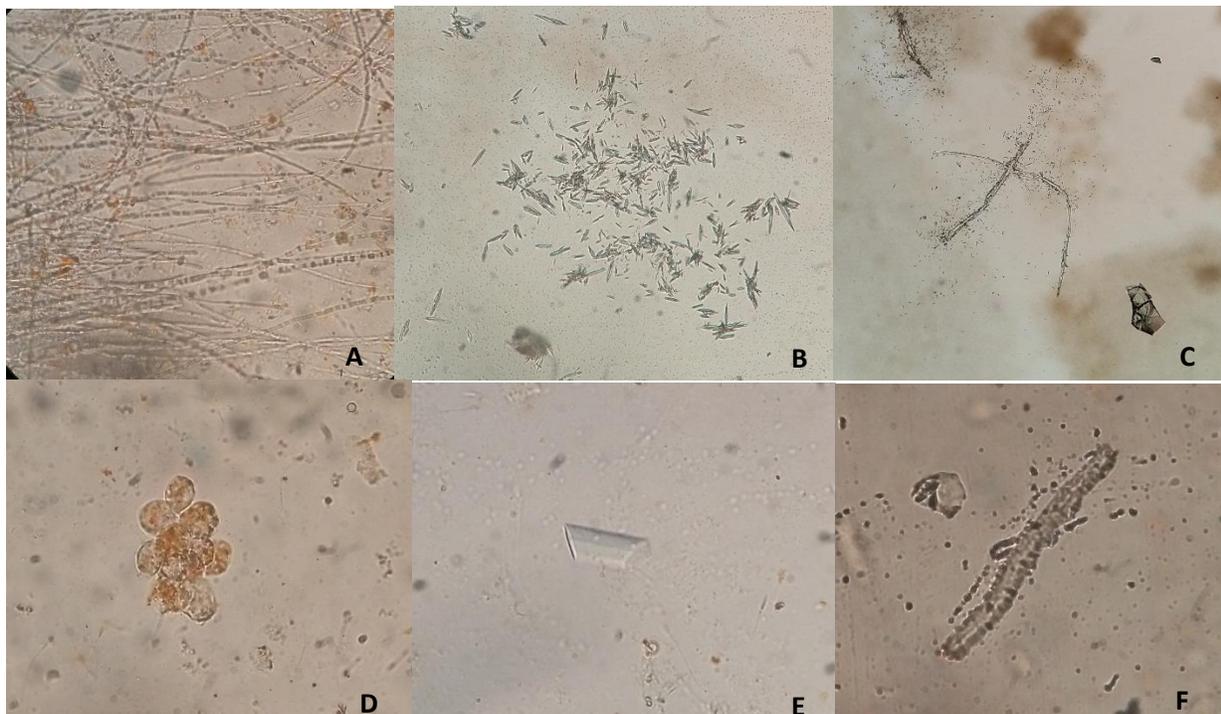


Gambar 1. Ultrasonogram vesica urinaria posisi dorsal recumbency. Penebalan dinding vesica urinaria (panah kuning) dan urolith yang terlihat *sand-like* (panah merah)

Hasil sedimentasi urin menunjukkan bahwa adanya hifa jamur, kristal asam urat, tirosin, bilirubin, dan *finely-granular cast*. Bakteri *Escherichia coli* diisolasi dari urin yang berasal dari kateterisasi. Sedangkan kultur *mucosal swab* pada vesica urinaria dan kultur jamur urin menunjukkan hasil pertumbuhan yang tidak spesifik. Urinalisis dilakukan dengan pemeriksaan fisik urin dan menggunakan *urine dipstick* (Dirui, Cina). Pemeriksaan fisik urin menunjukkan berwarna merah-kecokelatan keruh dengan bau yang khas (Tabel 2).



Gambar 2. Foto rontgen posisi kanan lateral hewan kasus. Daerah VU tidak nampak adanya urolith



Gambar 3. Hasil sedimentasi urin. Hifa jamur (A); Kristal tirosin (B); Kristal urat (C); Kristal bilirubin (D); Kristal struvit (E); dan *Finely-granular cast* (F)

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Urine Dipstick

| Parameter | Hasil | Parameter | Hasil |
|-------------|----------------|--------------|----------------------------|
| Glukosa | Negatif | Protein | ++++ ≥ 20 |
| pH | 7.5 | Darah | <i>Non-emolyzed ca. 10</i> |
| Berat jenis | 1.020 | Keton | ++++ |
| Leukosit | + ca.70 | Bilirubin | + 17 |
| Nitrit | Positif sedang | Urobilinogen | ++ 68 |

Diagnosa dan Prognosa

Diagnosa yang dapat disimpulkan pada hewan kasus adalah urolithiasis yang dikaitkan dengan adanya cystitis akibat infeksi bakteri *E. coli* dengan prognosis fausta.

Penanganan

Penanganan yang dilakukan adalah dengancara *cystotomy*. Sebelum dilakukan pembedahan, hewan diberi premedikasi Atropine sulfate 0.03 mg/kg BB secara subkutan dan diinduksi dengan kombinasi Xylazine dan Ketamine yang masing-masing dosisnya 1 mg/kg BB dan 10 mg/kg BB secara intravena. Anestesi kemudian dijaga menggunakan Isoflurane 1 L/menit.

Cystotomy dilakukan dengan melakukan insisi pada garis tengah ventral abdomen melalui kulit dan linea alba. Vesica urinaria dieksplorasi dan dikeluarkan ke permukaan setelah ditemukan. Insisi VU dilakukan pada daerah dorsal yang sedikit vaskularnya dengan membuat *stay suture* pada dua sisi VU. Vesica urinaria dilakukan *flushing* yang dibantu urin kateter menggunakan cairan fisiologis. Setelah dipastikan tidak ada sedimen dan urolith, VU ditutup dua lapisan dengan pola jahitan terputus sederhana pada lapisan mukosa dan pola Lembert's pada lapisan muskularis yang masing-masingnya menggunakan *polyglactinacid 4-0* (Vicryl™).

Setelah VU ditutup, line alba, subkutan, dan kulit masing-masing ditutup dengan pola jahitan terputus sederhana, menerus subkutikuler, dan terputus sederhana menggunakan benang *chromic catgut 3-0* (OneMed, Indonesia). Luka kemudian diberi *povidone iodine* dan ditaburi Enbatic® (Bacitracin Zinc 250 IU dan Neomycin Sulfate 5 mg). Luka dibalut dengan kain kasa steril dan direkatkan dengan plester (Ultrafix®, Indonesia).

Penanganan pascaoperasi pada hewan kasus dilakukan dengan cara membersihkan luka dan mengganti balutan secara berkala. Antibiotik berupa Ciprofloxacin (Bernofarm, Indonesia) 10 mg/kg BB, antiinflamasi dan analgesik berupa Meloxicam (Kalbe, Indonesia) 0,1-0,2 mg/kg

BB, dan multivitamin berupa Livron B.plex® (Phapros, Indonesia) masing-masing per oral yang diberikan satu kali sehari. Pascaoperasi, hewan kasus urinasi dengan urin kuning transparan. Tiga hari pascaoperasi, luka sudah mulai mengering dan pada hari ke-7, luka dan urinasi secara fisik sudah mengalami kesembuhan dan jahitan dilepas.

PEMBAHASAN

Cystolithiasis merupakan kondisi dimana terdapat urolith pada vesica urinaria (VU) (Fossum *et al.*, 2013; Sudisma *et al.*, 2016). Urolith merupakan hasil dari saturasi dari substansi kristalogenik, yang dapat terdiri dari satu jenis mineral atau lebih (Ulrich *et al.*, 1996). Urolith yang ditemukan dalam kasus ini berupa *sand-like*, dimana urolith tersebut dapat berkembang menjadi batuan individu yang besar (Tion *et al.*, 2015). *Cystotomy* pada kasus ini dilakukan untuk menurunkan tekanan yang dihasilkan oleh urolith pada VU (Samal *et al.*, 2011). Selain itu, adanya kristal urolith, yang terlihat pada USG, dapat mengakibatkan obstruksi pada saluran urinaria, sehingga metode *flushing* perlu dikombinasi dengan *cystotomy*.

Urinalisis merupakan salah satu uji yang perlu dilakukan untuk mengevaluasi gangguan sistem urinaria (Tion *et al.*, 2015). Urolith yang ditemukan pada hasil sedimentasi urin merupakan jenis mineral urat dan struvit. Sepertinya yang ditemukan kasus ini, urolith urat dapat tampak dalam berbagai bentukan (Tion *et al.*, 2015). Berbeda dari studi Tion *et al.* (2015), kasus ini memiliki tingkat keasaman (pH) urin 7.5, dimana urolith urat memiliki kecenderungan terbentuk pada pH kurang dari 5,5. Tingkat keasaman urin memiliki pengaruh terhadap solubilitas kristal (Tion *et al.*, 2015).

Urolith urat saat ini masih belum diketahui secara jelas bagaimana proses terbentuknya, namun diketahui secara pasti bahwa asam urat merupakan produk normal dari salah satu metabolisme nukleotida purin (Tion *et al.*, 2015). Faktor diet pada kasus ini, dimana hewan diberi hati ayam secara rutin, memiliki potensi yang tinggi dalam pembentukan urolith urat. Hati ayam diketahui memiliki kandungan purin yang tinggi, sehingga menghasilkan produk urat yang berlebihan, kemudian berdampak terhadap terbentuknya urolithiasis urat. Rendahnya tingkat reabsorpsi renal terhadap urat pada tubulus proksimal juga dapat meningkatkan risiko terbentuknya urolith urat (Tion *et al.*, 2015).

Urolith struvit (magnesium amonium fosfat) pada kasus ini terbentuk karena mengalami supersaturasi dengan magnesium, ammonium, dan fosfor dan kadar pH urin yang lebih dari 6,5 (alkalin) akan meningkatkan produksi struvit (Tion *et al.*, 2015). Dalam studi Lekcharoensuk *et al.* (2001), risiko terbentuknya urolith struvit akan meningkat dengan adanya diet dengan kadar magnesium, fosfor, kalsium, klorida, dan serat yang tinggi, protein yang sedang, dan lemak yang sedikit.

Urin yang alkalin dapat diakibatkan karena adanya infeksi (Parrah *et al.*, 2013), dimana diteguhkan dengan ditemukannya *E. coli* yang terisolasi dari urin. Urolith yang terbentuk akibat adanya infeksi bakteri karena bakteri menghasilkan urease (Bichler *et al.*, 2002). Bakteri menghancurkan urea dan membentuk ammonia yang kemudian menimbulkan alkalinitas pada urin (Parrah *et al.*, 2013). Bakteri penghasil urease dapat berupa *Escheria coli*, *Proteus spp.*, *Klebsiella spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Providencia spp.*, dan *M. morganii*, dimana *E. coli* adalah salah satu diantaranya (Bichler *et al.*, 2002). Infeksi akibat *E. coli* juga disebutkan oleh Bichler *et al.* (2002) menjadi penyebab yang sering ditemukan pada infeksi saluran urinaria. Urease yang dimiliki oleh bakteri tersebut akan menghidrolisis urea pada urin menjadi ammonium yang kemudian dapat mengikat struvit dan apatit karbonat (Bichler *et al.*, 2002). Sesuai dengan Bichler *et al.* (2002), urolith yang terbentuk akibat adanya infeksi bakteri yang ditemukan pada kasus ini adalah kristal urat dan struvit.

Berbeda dari hasil kultur bakteri urin, tidak adanya pertumbuhan yang spesifik pada *mucosal swab* dapat terjadi karena berbagai faktor, seperti lokasi pengambilan, suhu inkubasi, dan lama penyimpanan sampel. Begitu pula kultur jamur urin, urin yang terkultur tidak mengandung jamur seperti yang ada pada sedimentasi urin. Studi Jin dan Lin (2005) melaporkan sampel yang dapat dikultur jamur dapat berupa sedimentasi urin. Jamur yang dapat ditemukan dalam infeksi saluran urinaria adalah *Candida spp.*, *Torulopsis spp.*, *Cryptococcus spp.*, *Blastomyces spp.*, *Trichosporon spp.*, *Aspergillus spp.*, *Histoplasma spp.*, dan *Rhodotorulla spp.* (Jin dan Lin, 2005). Perbedaan isolat dapat terjadi akibat adanya perbedaan geografis, cuaca/iklim, hewan kasus, dan metode yang digunakan dalam studi (Jin dan Lin, 2005). Jin dan Lin (2005) juga menyebutkan bahwa kejadian infeksi jamur pada saluran urinaria dapat terjadi dengan penyakit lain, seperti infeksi pada saluran urinaria bawah (cystitis, urolithiasis, atoni VU,

urethrospasme, trauma avulsi urethra, fistula urethra, dan prostatitis), diabetes mellitus, neoplasia, dan gagal ginjal.

Berat jenis urin pada kasus ini berada pada kisaran normal, yaitu 1,001-1,080. Pengukuran berat jenis merupakan salah satu pengujian untuk mengevaluasi ginjal (Parrah *et al.*, 2013). Berdasarkan hasil *urine dipstick* terhadap keton, hewan diindikasikan adanya perombakan lemak yang berlebihan akibat kurangnya karbohidrat dalam memenuhi metabolisme tubuh. Hasil tersebut juga dapat memungkinkan terjadinya diabetes mellitus (DM) pada hewan kasus. Hasil tersebut dapat didukung dari tingginya kadar bilirubin dalam urin (bilirubinuria), yang dapat mengindikasikan adanya DM. Chew dan DiBartola (2004) menjelaskan bahwa ketonuria dan bilirubinuria dapat mengindikasikan juga adanya kelaparan yang berkepanjangan terhadap hewan. Selain itu, bilirubinuria dapat disebabkan oleh adanya hemolysis, penyakit liver, dan obstruksi saluran empedu (Chew dan DiBartola, 2004).

Urin yang berwarna merah-kecokelatan keruh mengindikasikan adanya sel darah merah yang tercampur dengan urin, dimana hasil didukung oleh adanya pengujian *urine dipstick* yang hasilnya *hemolyzed ca.10*. Hematuria pada kasus ini dapat disebabkan karena adanya perlukaan oleh urolith (Parrah *et al.*, 2013).Perlukaan pada saluran urinaria dapat disebabkan karena adanya kristal tirosin – kristal yang berbentuk jarum kecil. Tirosin adalah asam amino yang kemudian menyusun sebuah protein. Adanya kristal tirosin dapat mengindikasikan adanya gangguan pada liver. Perlukaan tersebut kemudian menghasilkan tanda klinis berupa hematuria.

Hematuria, tanda klinis yang dapat terlihat secara makroskopis, juga dapat terjadi karena adanya infeksi bakteri (Jin dan Lin, 2005). Nilai sel darah merah yang rendah – anemia – juga merupakan salah satu tanda yang dapat diperhatikan akibat adanya hematuria. Adanya infeksi yang dapat mengiritasi sel-sel pada saluran urinaria akan mengakibatkan adanya perlukaan dan kemudian perdarahan.

Proteinuria berdasarkan hasil urinalisis dapat diindikasikan terjadinya infeksi dan hematuria (Jin dan Lin, 2005; Parrah *et al.*, 2013). Protein yang muncul terdapat karena adanya sel-sel, dimana sel memiliki kandungan protein di dalamnya. Jin dan Lin (2005) melaporkan juga adanya kejadian proteinuria pada hewan yang mengalami infeksi jamur pada saluran urinaria. Adanya kejadian infeksi bakteri dan jamur mengklasifikasikan proteinuria dalam kasus ini adalah proteinuria *post-renal*. Hal tersebut juga didukung dengan adanya *finely-granular cast*

yang ditemukan pada hasil sedimentasi urin. *Granular cast* merupakan reruntuhan sel akibat inflamasi.

Hasil radiograf yang tidak menunjukkan adanya gambaran radiopak pada saluran urinaria dapat terjadi karena ukuran urolith yang kecil (<1 mm), dimana sekitar 1,7-5,2% struvit dan 25% kristal urat tidak dapat divisualisasi melalui radiograf, sehingga USG menjadi pilihan yang dapat memvisualisasikan adanya urolith di dalam saluran urinaria (Tion *et al.*, 2015). Gambaran hiperekoik pada ultrasonogram menunjukkan adanya urolith yang melayang pada VU. Oleh karena itu, pemeriksaan penunjang USG dilakukan dalam kasus ini.

Ciprofloxacin merupakan antibiotik spektrum Gram-negatif golongan fluorokuinolon generasi kedua bersamaan dengan enrofloxacin, difloxacin, dan marbofloxacin. Antibiotik ini memiliki aksi dalam merusak DNA gyrase bakteri, salah satu enzim topoisomerase yang penting dalam replikasi DNA (Pallo-Zimmerman *et al.*, 2010). Dengan kata lain, Ciprofloxacin memiliki aktivitas sebagai bakterisidal. Ciprofloxacin dapat diabsorpsi sebanyak 80% dalam tubuh, namun hanya 40% bioavailabilitasnya pada anjing (Boothe *et al.*, 2006). *Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri Gram-negatif yang sensitif terhadap golongan antibiotik ini (Pallo-Zimmerman *et al.*, 2010). Oleh karena itu, Ciprofloxacin dapat dipilih sebagai pilihan terapi dalam mengobati urolithiasis akibat infeksi *E. coli*. Study Weese *et al.* (2011) juga melaporkan bahwa infeksi bakteri Enterobacteriaceae, termasuk *E. coli*, pada saluran urinari dapat menggunakan obat fluorokuinolon, termasuk Ciprofloxacin, sebagai antibiotik terapi pilihan.

SIMPULAN

Cystolithiasis akibat infeksi bakteri dapat ditangani dengan *cystotomy* dan pemberian antibiotik Ciprofloxacin dan analgesik Meloxicam.

SARAN

Pascapenanganan perlu dilakukan pemeriksaan secara rutin untuk menghindari adanya kekambuhan terhadap infeksi maupun cystolithiasis. Pemilik juga diberi edukasi untuk mencegah kekambuhan dalam manajemen diet berupa menghindari makanan yang tinggi akan purin yang ada pada hati ayam dan makanan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada seluruh staf Laboratorium Bedah dan Radiologi Veteriner dalam memfasilitasi, membimbing, dan mendukung penulis untuk studi ini sampai dengan selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bichler KH, Eipper E, Naber K, Braun V, Zimmermann R, Lahme S. 2002. Urinary infection stones. *International Journal of Antimicrobial Agents* 19: 488-498.
- Boothe DM, Boeckh A, Simpson B, Dubose K. 2006. Comparison of Pharmacodynamics and Pharmacokinetic Indices of Efficacy for 5 Fluoroquinolones toward Pathogens of Dogs and Cats. *J Vet Intern Med* 20: 1297-1306.
- Chew DJ, DiBartola SP. 2004. *Interpretation of Canine and Feline Urinalysis*. Delaware: Nestle Purina.
- Fossum TW, Dewey CW, Horn CV, Johnson AL, MacPhail CM, Radlinsky MG, Schulz KS, Willard MD. 2013. *Small Animal Surgery*. 4th Edition. Missouri: Elsevier.
- Gerber B, Boretti FS, Kley S, Laluha P, Muller C, Sieber N, Unterer S, Fluckiger M, Glaus T, Reusch CE. 2005. Evaluation of clinical signs and causes of lower urinary tract disease in European cats. *Journal of Small Animal Practice* 46: 571-577.
- Jin Y, Lin D. 2005. Fungal Urinary Tract Infection in the Dog and Cat: A Retrospective Study (2001-2004). *Journal of the American Animal Hospital Association* 41: 373-381.
- Lekcharoensuk C, Osborne C, Lulich J. 2001. Epidemiologic study of the risk factors for lower urinary tract diseases in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 218: 1429-1435.
- Pallo-Zimmerman LM, Byron JK, Graves T. 2010. Fluoroquinolones: Then and Now. *Compendium* 32(7): E1-E9.
- Parrah JD, Moulvi BA, Gazi MA, Makhdoomi DM, Athar H, Din MU, Dar S, Mir AQ. 2013. Importance of urinalysis in veterinary practice – A review. *Veterinary World* 6(11): 640-646.
- Samal P, Pattanaik AK, Mishra C, Maharana BR, Sarangi LN, Baithalu RK. 2011. Nutritional strategies to prevent Urolithiasis in Animals. *Veterinary World* 4(3): 142-144.
- Sudisma IGN, Pemayun IGAGP, Wardhita AAGJ, Gorda IW. 2016. *Ilmu Bedah Veteriner dan Teknik Operasi*. Cetakan 2. Denpasar: Plawa Sari.
- Tion MT, Dvorska J, Saganuwan SA. 2015. A review on urolithiasis in dogs and cats. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine* 18(1): 1-18.
- Ulrich LK, Bird KA, Koehler LA, Swanson L. 1996. Urolith analysis, submission, methods and interpretation. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 26: 393-400.
- Weese JS, Blondeau JM, Boothe D, Breitschwerdt EB, Guardabassi L, Hillier A, Lloyd DH, Papich MG, Rankin SC, Turnidge JD, Sykes JE. 2011. Antimicrobial Use Guidelines for Treatment of Urinary Tract Disease in Dogs and Cats: Antimicrobial Guidelines Working Group of the International Society for Companion Animal Infectious Diseases. *Veterinary Medicine International* 2011: 1-9.