

IDENTIFIKASI BAKTERI PENYEBAB INFEKSI SALURAN KEMIH PADA PASIEN UROLITHIASIS DI RUANG PERAWATAN BEDAH RSUD ULIN BANJARMASIN PERIODE JUNI-AGUSTUS 2013

Sri Hayati Nufaliana¹, Eka Yudha Rahman², Lia Yulia Budiarti³

¹ Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin

² SMF Bedah RSUD Ulin Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin

³ Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin

Email Korespondensi: srihayatinufaliana@yahoo.com

ABSTRACT: Urinary tract stone or urolithiasis is a pathological condition which is presented by the existence of the stone in the urinary tract. The existence of this stone may make the normal immunity of urinary tract decrease, so that the bacteria can enter, stay and grow until make urinary tract infection (UTI). Urinary tract infection is diagnosed by finding cases of positive urine culture ($>10^5$ cfu/ml). The aim of this research was to figure out the type of bacteria in urolithiasis patients with UTI at surgical treatment room of RSUD Ulin Banjarmasin during June-August 2013. This study was a descriptive research with cross sectional approach. The samples were taken with totally sampling method who fulfilled inclusion criteria. There were 19 urolithiasis patients at surgical treatment room of RSUD Ulin Banjarmasin. From urine examination, there were 13 patients with UTI. Bacterial identification showed there were 3 types of bacteria, *Escherichia coli* (53,84%), *Pseudomonas aeruginosa* (38,46%), and *Proteus sp.* (7,69%).

Keywords: urinary tract infection, urinary tract infection's bacteria, urolithiasis

ABSTRAK: Batu saluran kemih atau urolithiasis adalah suatu kondisi patologis yang ditandai dengan keberadaan batu di sepanjang traktus urinarius. Kehadiran batu ini dapat membuat pertahanan saluran kemih yang normal berkurang, sehingga bakteri dapat masuk, menetap dan berkembang biak yang akhirnya menimbulkan infeksi saluran kemih (ISK). ISK dapat didiagnosis jika ditemukan koloni bakteri ($>10^5$ cfu/ml). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran jenis bakteri penyebab ISK pada pasien urolithiasis di ruang perawatan bedah RSUD Ulin Banjarmasin selama periode Juni-Agustus 2013. Penelitian ini bersifat deskriptif dengan pendekatan *cross sectional*. Pengambilan sampel menggunakan *totally sampling method* menurut kriteria inklusi. Sampel pada penelitian ini adalah 19 pasien urolithiasis di ruang perawatan bedah RSUD Ulin Banjarmasin. Hasil pemeriksaan urine dari 19 pasien urolithiasis diperoleh 13 pasien urolithiasis dengan ISK. Hasil identifikasi bakteri pada 13 pasien urolithiasis dengan ISK didapatkan bakteri penyebab ISK pada pasien urolithiasis yaitu *Escherichia coli* (53,84%), *Pseudomonas aeruginosa* (38,46%), dan *Proteus sp.* (7,69%).

Kata-kata kunci: bakteri penyebab ISK, infeksi saluran kemih, urolithiasis

PENDAHULUAN

Urolithiasis adalah suatu penyakit yang ditandai dengan terbentuknya batu (kalkulus) di sepanjang traktus urinarius, seperti ginjal, ureter, kandung kemih dan uretra (1). Penyakit ini masih menjadi masalah kesehatan yang besar mengingat tingginya tingkat morbiditas, biaya perawatan dan potensinya untuk menimbulkan *end stage renal disease* (2).

Urolithiasis termasuk dalam salah satu dari tiga penyakit urologi terbanyak di dunia selain infeksi saluran kemih (ISK) dan *benign prostate hyperplasia* (BPH) (3). Lima puluh persen dari semua kasus urologi di Pakistan tahun 2003 adalah urolithiasis (4). *European Association of Urology* (EAU) melaporkan kejadian urolithiasis di Jerman setiap tahunnya adalah sekitar 750.000 kasus (5). Data Departemen Kesehatan Republik Indonesia tahun 2006 menyatakan jumlah pasien rawat inap karena urolithiasis di rumah sakit seluruh Indonesia adalah sebanyak 16.251 orang dengan *case fatality rate* (CFR) sebesar 0,94% (6). Laporan Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo Jakarta menyatakan terdapat peningkatan jumlah penderita batu ginjal yang mendapat tindakan, yaitu dari 182 pasien pada tahun 1997 menjadi 847 pasien pada tahun 2002 (7). Survei terhadap data sekunder di RSUD Ulin Banjarmasin selama tahun 2011-2012, diketahui bahwa jumlah pasien urolithiasis yang memerlukan tindakan bedah mengalami peningkatan dari 114 pasien pada tahun 2011 menjadi 146 pasien pada tahun 2012 (8).

Obstruksi saluran kemih akibat keberadaan batu di saluran kemih merupakan salah satu penyebab terjadinya ISK pada pasien urolithiasis. Batu berperan sebagai benda asing dalam saluran kemih. Kehadiran batu ini menyebabkan pertahanan saluran kemih yang normal berkurang, sehingga bakteri berpeluang untuk masuk dan menetap serta mengalami pertumbuhan yang akhirnya dapat menimbulkan ISK (9). Urolithiasis merupakan suatu keadaan patologis yang dapat menyebabkan morbiditas, apalagi jika bersamaan dengan ISK, maka komplikasi dan morbiditasnya akan jauh lebih meningkat (10). Bakteri penyebab ISK dapat memperparah urolithiasis dengan membentuk kolonisasi pada saluran kemih sehingga membuat ukuran batu menjadi lebih besar (9).

Gold standard untuk diagnosis pasien urolithiasis dengan ISK adalah dengan ditemukannya kultur urin yang positif, sedangkan pemeriksaan fisik dan laboratorium lain tidak cukup adekuat untuk mendiagnosis pasien urolithiasis menderita ISK atau tidak (10). Hasil penelitian dari beberapa sumber menunjukkan bahwa *Escherechia coli* merupakan bakteri terbanyak penyebab ISK pada pasien urolithiasis. Hasil penelitian Naas, tahun 2001 melaporkan sebanyak 37% pasien urolithiasis mengalami ISK dengan *Escherechia coli* dan *Proteus mirabilis* sebagai bakteri terbanyak penyebab ISK (11). Mukhia *et. al.*, tahun 2009 melaporkan bahwa 32% pasien urolithiasis menunjukkan hasil kultur urine positif dengan bakteri terbanyak adalah *Escherechia coli*

(12). Hasil penelitian Al-Jeoburi tahun 2012 menyatakan bahwa 42% pasien urolithiasis menderita ISK dan bakteri terbanyak adalah *Escherechia coli*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae* (2). Penelitian di RSUD dr. Soetomo selama tahun 2007-2008, melaporkan bahwa dari 105 pasien batu ginjal, sebanyak 47,6% menunjukkan kultur urin positif dengan tiga bakteri terbanyak adalah *Escherechia coli*, *Klebsiella sp.* dan *Staphylococcus coagulase negatif* (13).

Jenis bakteri penyebab suatu infeksi penting untuk diketahui, termasuk pada kasus ISK dengan urolithiasis. Penelitian tentang jenis bakteri penyebab ISK khususnya pada pasien urolithiasis belum banyak dilakukan di Indonesia dan belum pernah dilakukan di RSUD Ulin Banjarmasin. RSUD Ulin Banjarmasin merupakan rumah sakit pusat yang menjadi rujukan rumah sakit lain sehingga keberadaan pasien-pasien urolithiasis di RSUD Ulin Banjarmasin diharapkan dapat mewakili sebagian besar pasien-pasien urolithiasis di wilayah Kalimantan Selatan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran dan mengidentifikasi jenis-jenis bakteri penyebab ISK pada pasien urolithiasis di ruang perawatan bedah RSUD Ulin Banjarmasin periode Juni-Agustus 2013.

Penelitian diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat kepada para tenaga medis mengenai jenis bakteri penyebab ISK pada pasien urolithiasis periode Juni-Agustus 2013 di ruang perawatan bedah

RSUD Ulin Banjarmasin, sehingga dapat digunakan untuk menentukan terapi yang tepat dan memaksimalkan tingkat kesembuhan pasien urolithiasis. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat meningkatkan wawasan dan pengetahuan serta dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan penelitian selanjutnya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif dengan pendekatan *cross sectional*. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh pasien urolithiasis di ruang perawatan bedah RSUD Ulin Banjarmasin periode Juni-Agustus 2013. Sampel penelitian ini adalah pasien urolithiasis di ruang perawatan bedah RSUD Ulin Banjarmasin periode Juni-Agustus 2013 yang sesuai dengan kriteria inklusi serta bersedia menjadi sampel penelitian dengan menandatangani lembar *informed consent*. Kriteria inklusi penelitian ini yaitu pasien dewasa baik pria maupun wanita yang telah didiagnosis urolithiasis oleh dokter Spesialis Urologi dan belum menjalani rangkaian operasi di bagian perawatan bedah RSUD Ulin Banjarmasin. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah *totally sampling method*.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol steril 250 ml, termos es, labu Erlenmeyer, pipet steril volume 1 ml dan 10 ml, ose steril, aluminium foil, lampu bunsen, cawan petri, *object glass* dan *cover glass*, autoklaf, inkubator, rak pewarnaan, penjepit kayu, mikroskop, kultur bakteriuria yang tumbuh pada media agar darah

dan media *Mac Conkey*, cat pewarna Gram (larutan kristal violet, lugol, alkohol / aseton, karbol fukhsin), media *Kliger Iron Agar* (KIA), media *Sulfit Indol Motility* (SIM), dan media Citrat, media gula-gula, media *Manitol Salt Agar* (MSA), disk antibiotik novobiocin, aquadest, alkohol, H₂O₂ 3%, es batu dan sabun.

Prosedur penelitian ini dimulai dengan mengurus perizinan kepada pihak RSUD Ulin Banjarmasin, kemudian pasien rawat inap di ruang perawatan bedah RSUD Ulin Banjarmasin periode Juni–Agustus 2013 yang sesuai kriteria inklusi diberikan penjelasan tentang prosedur pelaksanaan penelitian, tujuan dan manfaat dari penelitian ini, jika pasien bersedia menjadi sampel penelitian, selanjutnya pasien diminta menandatangani lembar *informed consent* yang sudah disediakan dan dilakukan pengambilan urine secara *midstream*, dilanjutkan dengan pemeriksaan jumlah bakteriuria dan leukosituria untuk menentukan apakah pasien mengalami ISK atau tidak. Setelah diketahui pasien mengalami ISK maka dilakukan identifikasi bakteri dengan pemeriksaan makroskopis,

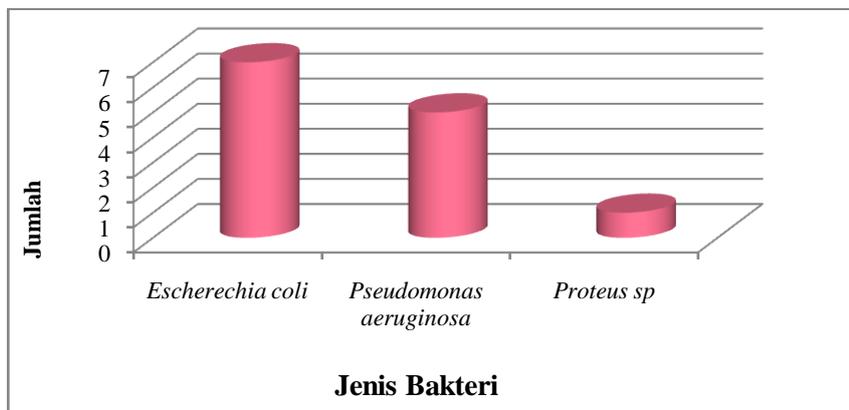
mikroskopis melalui pengecatan Gram dan dilihat dengan pembesaran objektif 100 X, serta uji biokimia yang terdiri dari tes katalase, tes manitol dan tes novobiocin untuk bakteri Gram positif dan uji citrat, *Sulfit Indol Motility* (SIM), dan *Kliger Iron Agar* (KIA) untuk bakteri gram negatif.

Penelitian ini dilaksanakan di ruang perawatan bedah RSUD Ulin Banjarmasin dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin. Pengambilan sampel urin dilaksanakan pada bulan Juni–Agustus 2013.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, diperoleh data pasien yang menderita urolithiasis dan memenuhi kriteria inklusi adalah sebanyak 19 orang. Dari hasil pemeriksaan bakteriuria dan leukosituria pada 19 pasien urolithiasis, didapatkan sebanyak 13 pasien (68,42%) mengalami ISK.

Dari hasil identifikasi, diperoleh beberapa jenis bakteri seperti yang tercantum pada gambar 1 di bawah ini.



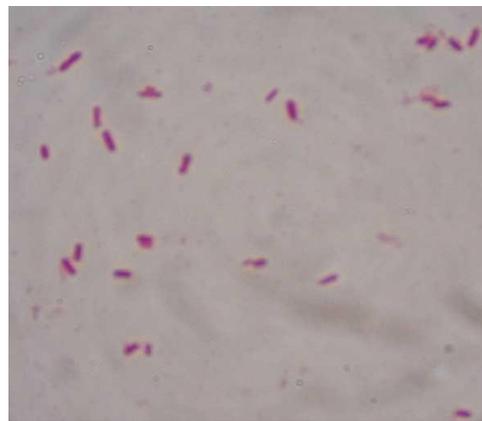
Gambar 1 Jenis Bakteri Penyebab ISK pada Pasien Urolithiasis di Ruang Perawatan Bedah RSUD Ulin Banjarmasin Periode Juni–Agustus 2013.

Gambar 1 di atas menunjukkan jenis-jenis bakteri yang ditemukan pada 13 pasien urolithiasis dengan ISK di ruang perawatan bedah RSUD Ulin Banjarmasin, yaitu *Escherechia coli* sebanyak 7 isolat (53,84%), *Pseudomonas aeruginosa* sebanyak 5 isolat (38,46%) dan *Proteus sp.* sebanyak 1 isolat (7,69%).

Hasil penelitian ini hampir sama dengan hasil penelitian Bianca pada tahun 2013 yang menemukan *Escherechia coli* sebagai bakteri dominan penyebab ISK pada pasien urolithiasis yaitu sebesar 59,10%, diikuti *Proteus sp.* (11,50%), *Enterococcus sp.* (11,11%) dan *Pseudomonas sp.* (5,50%) (14). Hasil penelitian lain oleh Al Jeoburi pada tahun 2012 juga menunjukkan *Escherechia coli* (32,80%) sebagai bakteri yang paling banyak ditemukan dari hasil kultur urine pasien urolithiasis dengan ISK, serta bakteri penyebab lainnya adalah *Proteus mirabilis* (18%) dan *Pseudomonas aeruginosa* (15%) (2). Selanjutnya, dari hasil penelitian di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Soetomo Surabaya tahun 2007-2008 yang melakukan pemeriksaan kultur urine dari pasien batu ginjal, diperoleh sekitar 47,60% pasien menderita ISK, dengan bakteri penyebab yang ditemukan adalah *Escherechia coli* (11,4%), *Pseudomonas aeruginosa* (5,7%), *Proteus mirabilis* (2,8%) dan *Streptococcus non hemoliticus* (0,9%) (13).

Jenis bakteri yang paling banyak ditemukan sebagai penyebab ISK pada penelitian ini adalah *Escherechia coli* (53,84%). *Escherechia coli* merupakan bakteri yang paling sering ditemukan pada pasien ISK (15). *Escherechia coli*

adalah bakteri Gram negatif. Pada pemeriksaan mikroskopis, tampak berbentuk batang dan bewarna merah. *Escherechia coli* tidak membentuk spora. Bakteri ini dapat tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob sehingga disebut bersifat fakultatif anaerob, walaupun pertumbuhannya lebih optimum pada kondisi aerob. Bakteri ini dapat berkembang biak dengan baik pada suhu 37°C pada lingkungan yang minim oksigen (16).



Gambar 2 *Escherechia coli* pada Pewarnaan Gram (17)

Penemuan *Escherechia coli* sebagai bakteri terbanyak pada penelitian ini kemungkinan besar berhubungan dengan jenis batu yang diderita oleh pasien urolithiasis. Sembilan puluh persen pasien urolithiasis menderita batu tipe kalsium (2). Menurut Madhavi, batu kalsium memiliki ciri yang khas yaitu batu dengan tepi yang tajam sehingga dapat merusak epitel dari traktus urinarius. Hal tersebut menyebabkan mekanisme pertahanan alami saluran kemih terganggu, sehingga memungkinkan *Escherechia coli* melakukan perlekatan dengan sel uroepitelium, kemudian bakteri berkembang biak dan terjadilah ISK (18). Selain itu, sebagian besar ISK terjadi melalui

cara *ascending* dengan kuman penyebab yang pada umumnya berasal dari flora normal usus juga menjadi alasan mengapa *Escherechia coli* menjadi bakteri yang paling banyak ditemukan (19).

Urine bersifat bakterisidal terhadap hampir sebagian besar bakteri dari spesies *Escherechia coli*, yaitu derajat keasaman urine, osmolalitas, kandungan urea dan asam organik, serta protein-protein yang ada di dalam urine semuanya bersifat bakterisidal. Protein di dalam urine yang bertindak sebagai bakterisidal adalah uromukoid atau protein Tamm-Horsfall (THP). Protein ini disintesis sel epitel tubuli *pars ascenden Loop of Henle* dan epitel tubulus distalis. Setelah disekresikan ke dalam urine, uromukoid ini mengikat fimbria bakteri tipe I dan S sehingga mencegah bakteri menempel pada uroepitelium. Akan tetapi, protein ini tidak dapat berikatan dengan pili P sehingga bakteri yang mempunyai jenis pili ini, seperti *Escherechia coli* mampu menempel pada uroepitelium (19).

Bakteri lainnya yang ditemukan dari hasil penelitian ini adalah *Pseudomonas aeruginosa* (38,46%). *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri gram negatif, berbentuk batang dan berukuran 0,5-1,0 x 3,0-4,0 μm . Umumnya mempunyai flagel polar, tetapi kadang-kadang memiliki 2-3 flagel (18). *Pseudomonas aeruginosa* bersifat patogen hanya bila terpajan pada daerah yang tidak terdapat pertahanan tubuh yang normal, misalnya pada saat membran mukosa dan kulit rusak akibat kerusakan jaringan langsung, seperti pada luka, penggunaan kateter urine, dan kerusakan mukosa uroepitelium

akibat keberadaan batu di saluran kemih. Oleh karena itu, *Pseudomonas aeruginosa* disebut sebagai bakteri oportunistik, yaitu memanfaatkan kerusakan pada mekanisme pertahanan tubuh yang rendah untuk memulai suatu infeksi (18).



Gambar 3 *Pseudomonas aeruginosa* pada Pewarnaan Gram (20)

Bakteri lain penyebab ISK pada pasien urolithiasis yang ditemukan pada penelitian ini adalah *Proteus sp.* (7,69%). *Proteus sp.* termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. Bakteri ini sering ditemukan di tanah dan air serta merupakan flora normal pada saluran pencernaan manusia dan mamalia. Bakteri ini bersifat motil, Gram negatif, berbentuk batang, mempunyai flagel peritrik serta memiliki kemampuan untuk menghidrolisis urea (21). Dari semua spesies *Proteus sp.*, *Proteus mirabilis* dan *Proteus vulgaris* merupakan penyebab ISK yang sering ditemukan (22).



Gambar 4 *Proteus vulgaris* pada Pewarnaan Gram (23)

Enzim urease yang dihasilkan oleh *Proteus sp.* dapat menghidrolisis urea menjadi amonia dan karbonat. Adanya produksi amonia akan menyebabkan peningkatan pH urine, sehingga memungkinkan untuk terjadinya kristalisasi magnesium amonium fosfat dan karbonat apatit yang memudahkan pembentukan batu struvit (11,24).

Hasil penelitian Bahdarsyam tahun 2000 menunjukkan bahwa bakteri penghasil urease seperti *Proteus sp.* dan *Pseudomonas aeruginosa* lebih banyak ditemukan pada jenis batu struvit, sedangkan bakteri yang bukan penghasil urease seperti *Escherechia coli* lebih banyak ditemukan pada jenis batu metabolik, seperti batu kalsium (9). Angka kejadian batu struvit pada pasien urolithiasis jauh lebih sedikit dibandingkan dengan batu kalsium, sehingga bakteri-bakteri penyebab ISK seperti *Proteus sp.* dan *Pseudomonas aeruginosa* juga lebih jarang ditemukan pada pasien urolithiasis dengan ISK dibandingkan dengan *Escherechia coli* (5).

PENUTUP

Simpulan pada penelitian ini adalah bakteri yang berperan sebagai penyebab ISK pada pasien urolithiasis yaitu *Escherecia coli* (53,84%), *Pseudomonas aeruginosa* (38,46%) dan *Proteus sp.* (7,69%).

Saran dari penelitian ini adalah dapat dilakukan penelitian lanjutan secara berkala dengan menggunakan jumlah sampel dan variabel penelitian yang lebih banyak mengenai identifikasi bakteri penyebab ISK di bagian-bagian lain rumah sakit di RSUD Ulin Banjarmasin dan hasil penelitian ini disarankan dapat menjadi masukan bagi para tenaga medis tentang jenis bakteri penyebab ISK pada pasien urolithiasis di ruang perawatan bedah RSUD Ulin Banjarmasin sehingga dapat mengarahkan ke tatalaksana yang lebih tepat dan spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Vinodchandran, Singh UN, Sreekantha, et al. Analysis of uroliths (urinary stones). International Journal of Pharma and Bio Sciences 2011; 2 (2): 300-303.
2. Al-Jebouri MM and Atalah N. A study on the interrelationship between renal calculi, hormonal abnormalities and urinary tract infections in Iraqi patients. Open Journal of Urology 2012; 2: 6-10.
3. Akilov F, Khudaybergenov U, Huraliev T, et al. Studying of prevalence of the most significant urological disease in the aral sea area. MHSJ 2012; 11: 89-95.

4. Buchholz NPN, Abbas F, Khan R, et. al. The prevalence of silent kidney stones – an ultrasonographic screening study. *Journal Pakistan Medical Association* 2003; 53 (1): 24-5.
5. Knoll T. Epidemiology, pathogenesis, and pathophysiology of urolithiasis. *European Urology Supplements* 2010; 9: 802-806.
6. Rahayu N. Karakteristik penderita batu saluran kemih rawat inap di rumah sakit tembakau deli ptp nusantara II medan tahun 2006-2010. Skripsi. Medan: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara, 2011.
7. Syahputra FA. Terapi batu ginjal: dari era hippocrates ke era minimal invasif. *Maj Kedokt Indon* 2011; 61 (3): 99-100.
8. SMF Bedah RSUD Ulin Banjarmasin. Data operasi pasien urolithiasis di RSUD ulin banjarmasin tahun 2010-2012. Banjarmasin, RSUD Ulin, 2013.
9. Bahdarsyam. Spektrum bakteriologik pada berbagai jenis batu saluran kemih bagian atas. *Bagian Patologi Klinik FK USU*. Medan, 2003.
10. Yilmaz S, Pekdemir M, Aksu NM, et. al. A multicenter case-control study of diagnostic tests for urinary tract infection in the presence of urolithiasis. *Urol Res* 2012; 40: 61–65.
11. Naas T, Al-Agili S, and Bashir O. Urinary calculi: bacteriological and chemical association. *Easter Mediterranean Health Journal* 2001; 7: 763-770.
12. Mukhia R, Shrestha K, Dahal P, et al. Study on chemical composition of urinary stones and its association with urinary tract infection. Department of Surgery, National Academy of Medical Sciences, Bir Hospital, 2009.
13. Soetojo DPO. Kultur urine pada penderita batu saluran kemih. *Buletin Penelitian RSUD Dr Soetomo* 2010; 4: 197-201.
14. Bianca T, Adrian M, Emil M, et al. Microbiological study of urinary calculi in patients with urinary infections. *Acta Medica Transilvanica* 2013; 2 (2): 245-249.
15. Behzadi P, Behzadi E, Yazdanbod H, et. al. A survey on urinary tract infections associated with the three most common uropathogenic bacteria. *A Journal of Clinical Medicine* 2010; 5 (2): 111-115.
16. Dwidjiseputro D. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan, 1998.
17. Todar K. All about *E.coli*. University of Wisconsin-Madison 2009; (online), diakses dari <http://textbookofbacteriology.net/themicrobialworld/E.coli.html> pada 1 Desember 2013.

18. Staf Pengajar FKUI. Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran Edisi Revisi. Jakarta: Binarupa Aksara, 1994.
19. Purnomo BB. Dasar-dasar urologi edisi ketiga. Malang: Agung Seto, 2001.
20. Todar K. *Pseudomonas aeruginosa*. Todar's online textbook of bacteriology (online), diakses dari <http://textbookofbacteriology.net/pseudomonas.html> pada 1 Desember 2013.
21. Manos J and Belas R. The genera *Proteus*, *Providencia*, and *Morganella*. Prokaryotes 2006; 6: 245-269.
22. Jawetz, Melnick, and Adelberg. Mikrobiologi Kedokteran. Edisi 23. Jakarta: EGC, 2007.
23. Fankhauser DB. Bacteria on prepared slides. University of Cincinnati Clermont College 2011 (online), diakses dari http://biology.clc.uc.edu/fankhauser/labs/microbiology/Prepared_Slides/Bacterial_Anatomy.htm pada 1 Desember 2013.
24. Nielubowicz GR and Mobley HLT. Host-pathogen interactions in urinary tract infection. Nature Reviews 2010; 7: 430-441.