

Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Urine Pasien Infeksi Saluran Kemih terhadap Jumlah Bakteri

Effect of Temperature and Storage Time for Urine of Patients with Urinary Tract Infections on the Number of Bacteria

Vidayatul Aziza, Chylen S. Rini, Andika Aliviameita, Jamilatur Rohmah

Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo, Indonesia

Email: chylensetiyorini@umsida.ac.id

Received: April 23, 2024; Accepted: June 9, 2024; Published online: June 13, 2024

Abstract: Urinary tract infection (UTI) is caused by the growth of microorganisms in the urinary tract. The gold standard in diagnosing UTI is bacterial count. This study aimed to determine the effects of temperature and storage time for urine of patients with UTI on the number and the species of bacteria, which is important in supporting the diagnosis of UTI. This was a laboratory and experimental study using accidental sampling techniques in accordance with the inclusion criteria. The results showed that at room temperature (20-25°C) the number of bacteria increased faster and was higher than the number of bacteria stored at cold temperature (2-8°C). The number of bacterial colonies was the highest at storage time of 5 hours (5.3×10^4 CFU/ml) meanwhile the lowest was in fresh urine (3.4×10^4 CFU/ml). The Friedman test showed that there was an effect of temperature and storage time for urine of patients with UTI on the number of bacteria with a sig p-value of 0.001 ($p < 0.05$). In conclusion, the average number of bacteria at room temperature (20-25°C) increased faster than at cold temperature (2-8°C) during a storage time of five hours.

Keywords: urinary tract infection; number of bacteria; storage time; urine

Abstrak: Infeksi saluran kemih (ISK) diakibatkan adanya pertumbuhan mikroorganisme di dalam saluran kemih. Baku emas dalam mendiagnosis ISK ialah menghitung jumlah bakteri dalam urin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama penyimpanan urin pada pasien ISK terhadap jumlah dan jenis bakteri yang penting dalam menunjang diagnosis ISK. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorik dengan teknik pengambilan sampel *accidental sampling* sesuai dengan kriteria inklusi. Hasil penelitian mendapatkan bahwa pada suhu ruang (20-25°C) jumlah bakteri meningkat lebih cepat dan lebih banyak dibandingkan jumlah bakteri pada suhu dingin (2-8°C). Rerata jumlah koloni bakteri yang tertinggi yaitu sebesar $5,3 \times 10^4$ CFU/ml didapatkan pada waktu penyimpanan 5 jam di suhu ruang, dan yang terendah pada urin segar sebesar $3,4 \times 10^4$ CFU/ml. Hasil uji Friedman menunjukkan terdapat pengaruh suhu dan lama penyimpanan urin pada pasien ISK terhadap jumlah bakteri dengan nilai $p=0,001$ ($p < 0,05$). Simpulan penelitian ini ialah rerata jumlah bakteri pada suhu ruang (20-25°C) meningkat lebih cepat dibandingkan pada suhu dingin (2-8°C) selama waktu penyimpanan 5 jam.

Kata kunci: infeksi saluran kemih; jumlah bakteri; lama penyimpanan; urin

PENDAHULUAN

Infeksi saluran kemih (ISK) merupakan infeksi akibat adanya pertumbuhan mikroorganisme di dalam saluran kemih. Saluran kemih adalah organ yang berfungsi mengumpulkan, menyimpan, serta mengeluarkan urin yang terdiri dari ginjal, ureter, kandung kemih dan uretra. Jenis mikroorganisme penyebab paling banyak dari ISK berasal dari bakteri dan penyebab lainnya meski jarang ditemukan berasal dari virus dan jamur.¹

Infeksi saluran kemih merupakan hasil respon inflamasi sel-sel urotelium yang melapisi saluran kemih sebagai bentuk pertahanan oleh masuknya bakteri ke dalam saluran kemih dan berkembang biaknya bakteri di dalam urin yang menjadi penyebab infeksi dapat menyebar ke organ-organ genitalia hingga ke ginjal.² Klasifikasi ISK secara umum terdiri dari infeksi saluran kemih bagian atas yakni pielonefritis, nefritis interstisial, dan abses renal; dan saluran kemih bagian bawah yakni sistitis, prostatitis dan urethritis. Lebih lanjut diklasifikasikan sebagai ISK dengan atau tanpa komplikasi bergantung sifat ISK yang berulang dan durasi infeksi.³

Bakteri adalah sel prokariotik yang bercirikan bentuk kokus, batang atau spiral. Bakteri memiliki ukuran diameter 0,5-1,0 μm dan panjang 1,5-2,5 μm . Beberapa spesies atau genera bakteri dapat tumbuh pada suhu 0 °C, sementara yang lainnya dapat tumbuh baik pada suhu 90°C bahkan lebih, sebagian besar tumbuh pada suhu diantara kedua suhu ekstrem tersebut.⁴ Bakteri-bakteri patogen yang biasa ditemukan pada ISK berasal dari golongan bakteri Gram negatif yaitu *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp., dan *Proteus* sp., serta berasal dari golongan bakteri Gram positif yaitu *Streptococci B*, *Staphylococcus aureus*, dan *Enterococcus faecalis*.⁵

Pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, waktu, tekanan osmotik atau kelembaban, oksigen, keasaman (pH), dan nutrisi. Apabila bakteri menemukan kondisi yang sesuai, maka pertumbuhan dan reproduksi dapat berjalan dengan baik. Reproduksi bakteri merupakan aktivitas metabolisme bakteri untuk berkembang biak dengan cara membelah diri menjadi dua bagian, dan bakteri dapat membelah diri dalam waktu generasi 20 hingga 30 menit.⁶ Waktu generasi bakteri membentuk kurva pertumbuhan bakteri yang terdiri dari empat fase yang meliputi fase lag (*lag phase*), fase log atau fase eksponensial, fase stasioner, dan fase kematian.⁷

Hitung jumlah bakteri merupakan baku emas dalam mendiagnosis ISK⁸ serta sebagai penentu tahapan penyembuhan dan keputusan kelanjutan uji kepekaan antibiotik. Hitung jumlah bakteri pada sampel urin dapat dilakukan dengan teknik kultur kuantitatif (*colony counting*/teknik Mayo).⁹ Teknik Mayo lebih sederhana dibandingkan metode angka lempeng karena tidak perlu adanya pengenceran pada sampel urin.¹⁰ Penanda ISK dapat diketahui melalui jumlah leukosit pada pemeriksaan sedimen urin >5 per LPB (leukosituria) dengan nilai normal leukosit sedimen urin berkisar 1-5 sel per LPB.¹¹ Derajat keparahan ISK dapat ditentukan dengan menghitung jumlah bakteri di urin, yakni derajat keparahan ringan 10^3 CFU/ml, derajat keparahan sedang 10^4 CFU/ml, dan derajat keparahan berat 10^5 CFU/ml.¹²

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kadarsih¹⁰ menunjukkan bahwa waktu penyimpanan urin pada suhu lemari es (2-8°C) selama 24 jam menurunkan jumlah bakteri. Fitri et al⁵ meneliti penundaan urin di suhu ruang dan mendapatkan pada interpretasi hasil penundaan pemeriksaan urin 1 jam terjadi peningkatan jumlah bakteri sebanyak 1,43 (10^5 CFU/ml); penundaan pemeriksaan urin 2 jam terjadi peningkatan jumlah bakteri sebanyak 1,88 (10^5 CFU/ml); penundaan pemeriksaan urin 3 jam terjadi peningkatan jumlah bakteri sebanyak 2,13 (10^5 CFU/ml); kemudian menjadi 2,36 (10^5 CFU/ml) pada penundaan 4 jam.

Pemeriksaan laboratorium sangat penting sebagai pemeriksaan penunjang yang membantu menegakkan diagnosis penyakit serta menentukan prognosis yang tepat. Pemeriksaan urin yang terbaik menggunakan urin segar yang diperiksa kurang dari 1 jam setelah ekskresi, dan analisis harus dilakukan dalam waktu tidak lebih dari 4 jam karena jarak waktu antara pengambilan sampel urin dan pemeriksaan urinalisis akan mengurangi validitas hasil. Bila pemeriksaan tertunda dalam waktu 4 jam, sebaiknya disimpan pada suhu lemari es (2-4°C) dan bila dibiarkan pada suhu kamar dalam waktu lama dapat terjadi perubahan pada urin.¹³ Pada urin yang tidak segera diperiksa akan terjadi perubahan susunan molekul karena bakteri dalam urin akan

memecah urea menjadi amoniak yang berpotensi melisis leukosit dalam urine.¹⁴

Beberapa laboratorium tidak dapat melakukan pemeriksaan kultur urin untuk hitung jumlah bakteri maupun uji kepekaan antibiotik karena keterbatasan sarana dan prasarana. Sampel urin tidak dapat segera diperiksa antara lain karena faktor pengiriman ke laboratorium rujukan. Selain itu, jumlah sampel urin yang lebih banyak daripada jumlah petugas laboratorium menyebabkan terjadinya proses penundaan pemeriksaan sehingga diperlukan penyimpanan yang tepat.¹⁰ Berdasarkan hal-hal yang telah diuraikan maka perlu dilakukan penelitian terkait pengaruh suhu dan lama penyimpanan urin pasien ISK terhadap jumlah bakteri yang merupakan hal penting dalam menunjang diagnosis ISK dan mengevaluasi kualitas sampel pemeriksaan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Rumah Sakit Umum Daerah Sidoarjo pada bulan Oktober sampai November 2023. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorik dengan desain potong lintang untuk mengetahui adanya pengaruh suhu dan lama penyimpanan urin pasien ISK terhadap jumlah bakteri.

Teknik pengambilan sampel menggunakan *accidental sampling*. Sampel didapatkan dari enam pasien dengan pengulangan perlakuan sebanyak 5 kali. Rancangan penelitian terdiri dari kontrol yang dilakukan pemeriksaan kultur urin segera (0 jam) dan perlakuan sampel terdiri dari kultur urin suhu ruang (20-25°C) selama 2,5 jam, kultur urin suhu dingin (2-8°C) selama 2,5 jam, kultur urin suhu ruang (20-25°C) selama 5 jam, dan kultur urin suhu dingin (2-8°C) selama 5 jam. Pengambilan waktu 2,5 jam dan 5 jam.¹⁵ Kriteria inklusi sampel yaitu pasien terdiagnosis suspek infeksi saluran kemih (ISK), usia 45-70 tahun, leukosit pada pemeriksaan sedimen urin >5/LPB, positif bakteri, mengisi *informed consent*, dan pengambilan urin dengan cara porsi tengah (*midstream urine*).

Alat yang digunakan pada penelitian antara lain mikroskop, *Erlenmeyer*, *autoclave*, timbangan analitik, tabung reaksi, kawat ose, ose steril *disposable*, mikropipet, termometer, rak tabung, pipet volume, pipet maat, tabung ukur, Bunsen, kaki tiga, *beaker glass*, kaca arloji, *bulb*, batang pengaduk, sendok zat, cawan Petri, inkubator, *refrigerator*/lemari es, kaca objek, dan pot urin steril. Bahan yang digunakan pada penelitian antara lain media *Blood Agar Plate* (BAP), media *Mac Conkey Agar* (MCA), *Eosin Methylen Blue Agar* (EMB), media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), uji indol, *methyl red*, *Voge'sproskour*, dan *citrate* (IMVIC), uji semi solid, uji fermentasi (glukosa, laktosa, sukrosa, maltosa, dan manosa), pewarnaan Gram (kristal violet, lugol, alkohol 70%, safranin), Kovac's, *phenol red*, alfanaftol, KOH, minyak imersi, spirtus dan akuades.

Sampel urin yang tertampung dalam pot steril pada kelompok kontrol (segera) dan kelompok yang telah diberi perlakuan dihomogenkan seluruhnya dengan baik kemudian tutup pot urin dibuka dan ose steril *disposable* dicelupkan secara vertikal ke dalam urin sehingga urin melekat pada ose kemudian urin diinokulasi pada media BAP, MCA dan EMB dengan teknik Mayo. Selanjutnya dilakukan inkubasi sampel selama 24 jam pada suhu 37°C, lalu dihitung jumlah bakteri berdasarkan penghitungan koloni yang tumbuh, *colony forming unit* per ml (CFU/ml), dan dilakukan identifikasi jenis bakteri. Pengujian data dengan software SPSS versi 25 menggunakan uji Friedman.

Penelitian ini telah mendapatkan keterangan layak etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan RSUD Sidoarjo dengan nomor 893.3/106/438.5.2.1.1/2023.

HASIL PENELITIAN

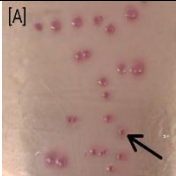
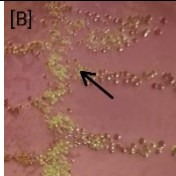
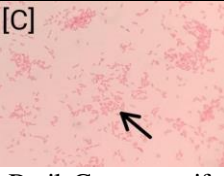
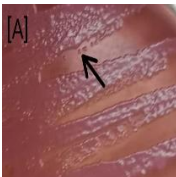
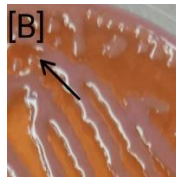
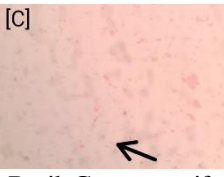
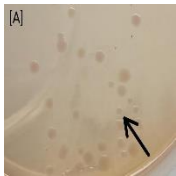

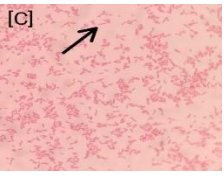
Penelitian ini menggunakan metode *accidental sampling* selama kurun waktu penelitian yang telah ditentukan (satu bulan), dan didapatkan sampel berjumlah enam pasien terdiagnosis suspek ISK. Karakteristik yang diuji pada penelitian ini yaitu jenis kelamin dan usia. Tabel 1 memperlihatkan bahwa sesuai jenis kelamin didapatkan pasien perempuan lebih banyak daripada laki-laki (67% vs 34%). Karakteristik sesuai usia mendapatkan kategori usia terbanyak ialah usia lansia akhir (50%), disusul oleh manula (33%), dan usia lansia awal (17%).

Tabel 1. Karakteristik sampel pasien

Karakteristik	Jumlah (N)	Persentase
Kategori Jenis Kelamin		
Laki-laki	2	33%
Perempuan	4	67%
Total	6	100%
Kategori Usia		
Lansia Awal (45-55 tahun)	1	17%
Lansia Akhir (56-65 tahun)	3	50%
Manula (>65 tahun)	2	33%
Total	6	100%

Tabel 2 memperlihatkan hasil identifikasi jenis bakteri yakni bakteri *Escherichia coli* (67%), *Enterobacter aerogenes* (17%), dan *Pseudomonas aeruginosa* (17%).

Tabel 2. Identifikasi jenis bakteri

Bakteri	Persentase	Morfologi Koloni			Mikroskopis
		Media Mac Conkey	Media EMB	Makroskopis koloni	
<i>Escherichia coli</i>	67%	 <p>Merah muda</p>	 <p>Hijau metalik dengan titik gelap di tengah koloni</p>	Berbentuk bulat, tepi utuh, permukaan cembung	 <p>Basil, Gram negatif</p>
<i>Enterobacter aerogenes</i>	17%	 <p>Merah muda</p>	 <p>Merah muda</p>	Berbentuk bulat, tepi utuh, permukaan cembung berlendir	 <p>Basil, Gram negatif</p>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	17%	 <p>Putih kehijauan</p>	 <p>Putih</p>	Berbentuk bulat, tepi utuh, permukaan datar	 <p>Basil, Gram negatif</p>
Total	100%				

Escherichia coli g dapat memfermentasi laktosa sehingga pada media MCA berwarna merah atau merah muda dan pada media EMB berwarna hijau metalik.¹⁶ Pada pemeriksaan makroskopik koloni berbentuk bulat, tepi utuh, permukaan cembung dan hasil mikroskopik dengan perbesaran 100x menunjukkan bakteri Gram negatif berwarna merah dan berbentuk basil. Hasil uji TSIA (lereng berwarna kuning (*acid*), dasar berwarna kuning (*acid*), negatif H₂S, positif gas) serta menunjukkan hasil positif (+) uji indol, uji *Methyl Red* (MR), uji semi solid, dan uji fermentasi karbohidrat atau gula-gula (glukosa, sukrosa, laktosa, manosa, dan maltosa), sedangkan hasil negatif (-) pada uji Voges-Proskauer (VP), dan uji simon sitrat. Berdasarkan hasil uji-uji tersebut dapat disimpulkan sampel urin mengandung bakteri *Escherichia coli*. Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif memiliki sifat motil, memfermentasi semua jenis karbohidrat

atau gula, pada media TSIA mampu memfermentasi glukosa, laktosa, dan sukrosa sehingga terjadi perubahan warna *phenol red* menjadi kuning yang bersifat asam, positif menghasilkan indol dengan menghidrolisis triptofan menjadi indol, positif uji MR, negatif uji VP, dan negatif uji sitrat dengan tidak dapat menggunakan sitrat sebagai sumber karbon.¹⁷

Enterobacter aerogenes pada media MCA berwarna merah muda dan pada media EMB berwarna merah muda hingga tidak berwarna.¹⁸ Pada pemeriksaan makroskopik koloni berbentuk bulat, tepi utuh, dan permukaan cembung berlendir sedangkan pemeriksaan mikroskopik perbesaran 100x menunjukkan bakteri Gram negatif berwarna merah berbentuk basil. Hasil uji TSIA (lereng berwarna kuning (*acid*), dasar berwarna kuning (*acid*), negatif H₂S, positif gas). Hasil positif (+) uji VP, uji semi solid, simon sitrat dan uji fermentasi karbohidrat atau gula-gula (glukosa, sukrosa, laktosa, manosa, dan maltosa), dan hasil negatif (-) uji indol dan uji MR. Berdasarkan hasil uji-uji tersebut dapat disimpulkan sampel urin mengandung bakteri *Enterobacter aerogenes*. Bakteri *Enterobacter aerogenes* merupakan bakteri Gram negatif, berbentuk batang, mampu memfermentasi sitrat sebagai sumber karbon dan energi, bersifat motil, memfermentasi semua jenis karbohidrat, pada media TSIA mampu memfermentasi glukosa, laktosa, dan sukrosa sehingga terjadi perubahan warna *phenol red* menjadi kuning yang bersifat asam, positif uji VP, negatif indol, dan negatif uji MR.^{19,20}

Pseudomonas aeruginosa dapat merubah media MCA dari berwarna merah menjadi kuning dan pada media EMB berbentuk bulat tidak berwarna, transparan, dan sedikit kekuningan.^{21,22} Pada pemeriksaan makroskopik koloni berbentuk bulat, tepi utuh, permukaan datar dan hasil mikroskopik dengan perbesaran 100x menunjukkan bakteri Gram negatif berwarna merah dan berbentuk basil. Hasil uji TSIA (lereng berwarna merah (*alkali*), dasar berwarna merah (*alkali*), negatif H₂S, negatif gas. Bakteri ini tidak mampu memfermentasi glukosa, laktosa, dan sukrosa dalam TSIA dan tidak dapat memproduksi hidrogen sulfida (H₂S).²³ Hasil positif (+) uji simon sitrat dan uji semi solid serta hasil negatif (-) uji indol, uji VP, uji MR, dan uji fermentasi karbohidrat atau gula (glukosa, sukrosa, laktosa, manosa, dan maltosa). Berdasarkan hasil uji-uji tersebut dapat disimpulkan sampel urin mengandung bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.

Tabel 3 memperlihatkan jumlah rerata bakteri urin pada perlakuan segera (0 jam) sebanyak $3,4 \times 10^4$ CFU/ml; perlakuan 2,5 jam di suhu ruang (20-25°C) sebanyak $4,6 \times 10^4$ CFU/ml; perlakuan 5 jam di suhu ruang (20-25°C) sebanyak $5,3 \times 10^4$ CFU/ml; perlakuan 2,5 jam di suhu dingin (2-8°C) sebanyak $3,6 \times 10^4$ CFU/ml; dan perlakuan 5 jam di suhu dingin (2-8°C) sebanyak $3,7 \times 10^4$ CFU/ml.

Tabel 3. Rerata jumlah bakteri urin

Parameter	Lama penyimpanan (Jam)	Rerata jumlah koloni bakteri (CFU/ml) ± SD
Suhu ruang (20-25°C)	0	$3,4 \times 10^4 \pm 21,42$
	2,5	$4,6 \times 10^4 \pm 23,86$
	5	$5,3 \times 10^4 \pm 24,20$
Suhu dingin (2-8°C)	0	$3,4 \times 10^4 \pm 21,42$
	2,5	$3,6 \times 10^4 \pm 21,64$
	5	$3,7 \times 10^4 \pm 20,77$

BAHASAN

Pada penelitian ini sampel pasien terdiagnosis suspek ISK dikategorikan sesuai dengan jenis kelamin dan usia, dan didapatkan pasien jenis kelamin perempuan lebih banyak daripada laki-laki (67% vs 33%). Hal ini didukung oleh penelitian Sumolang et al²⁴ yang mendapatkan bahwa perempuan lebih banyak menderita ISK dibandingkan laki-laki (60% vs 40%). Penelitian yang dilakukan Mantu et al²⁵ mendapatkan kategori jenis kelamin perempuan sebanyak 78,7% sedangkan laki-laki sebanyak 21,3%. Hal tersebut juga sejalan dengan penelitian Yashir dan Apriani¹ yaitu pasien ISK terbanyak didapatkan pada perempuan dibandingkan laki-laki (52% vs

48%). Jenis kelamin perempuan lebih banyak menderita ISK disebabkan karena perbedaan struktur anatomi saluran kemih, yaitu saluran kemih memiliki jarak uretra lebih dekat dengan anus dan ukuran uretra lebih pendek sehingga mempermudah bakteri kontaminan masuk ke dalam saluran kemih sedangkan laki-laki memiliki ukuran uretra lebih panjang dengan cairan prostat bersifat bakterisidal sebagai pelindung infeksi dari bakteri.¹

Karakteristik kategori usia didominasi oleh lansia akhir (56-65 tahun) sebanyak 50%. Hal ini disebabkan pada usia di atas 55 tahun terjadi penurunan daya imun ditandai dengan terjadinya penurunan fungsi/atrofi sel-sel timus yang menyebabkan jumlah maupun kualitas respon sel T semakin berkurang akibat involusi sel timus.²⁶ Selain itu, fase *menopause* atau *postmenopause* yang terjadi pada perempuan berhubungan dengan kadar hormon estrogen, dimana kadar hormon estrogen mengalami penurunan disertai menipisnya dinding saluran urinarius dan melemahnya membran mukosa yang berakibat menurunnya kemampuan menahan bakteri.²⁷

Identifikasi jenis bakteri berdasarkan hasil penelitian ditemukan tiga jenis bakteri yakni *Escherichia coli* sebanyak 67%, *Enterobacter aerogenes* sebanyak 17% dan *Pseudomonas aeruginosa* sebanyak 17%. Bakteri *Escherichia coli* memiliki beberapa cara untuk masuk ke dalam saluran kemih yakni *ascending* dari daerah perianal menuju saluran kemih, hematogen, limfogen, atau melalui penularan secara langsung oleh organ-organ yang terinfeksi.²⁸ Bakteri ini dapat tumbuh pada suhu pertumbuhan minimum 7-8°C dan maksimum 44°C dengan suhu optimum sekitar 37°C.²⁹

Bakteri *Enterobacter* sp. terutama *Enterobacter cloacae* dan *Enterobacter aerogenes* merupakan bakteri patogen penyebab infeksi nosokomial dan bertanggung jawab terhadap berbagai infeksi, antara lain infeksi saluran pernafasan, saluran kemih, sepsis, intraabdominal, saluran kulit dan jaringan lunak, mata dan saluran pencernaan.²¹ Bakteri *Enterobacter aerogenes* termasuk patogen oportunistik, pasien dengan daya tubuh tidak adekuat terutama pada bayi dan lanjut usia, penyakit stadium akhir, immunosupresi, atau dengan kateterisasi vena atau uretra yang terpasang lama dapat terjadi infeksi, dan bakteri dapat memasuki aliran darah dan menyebabkan sepsis.²² Bakteri *Enterobacter aerogenes* merupakan bakteri *Enterobacteriaceae* yang dapat tumbuh pada rentang 10-45°C.³⁰

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* ialah bakteri Gram negatif aerob, berbentuk batang dan bergerak menggunakan alat gerak/flagel monotrik yang terletak di ujung tubuhnya. Bakteri ini mampu memanfaatkan berbagai sumber karbon dan energi, namun tidak membentuk spora dan tidak mampu memfermentasi karbohidrat serta mengeluarkan bau khas seperti anggur. Di antara bakteri oportunistik yang paling umum secara medis, *Pseudomonas aeruginosa* merupakan penyebab utama infeksi nosokomial seperti pneumonia terkait ventilator, infeksi saluran kemih terkait kateter dan lainnya. Bakteri ini dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25-35°C, suhu minimum 4°C, dan suhu maksimum 42°C.³¹

Pemeriksaan bakteri dalam urin harus segera dilaksanakan sejak sampel urin diterima untuk menghindari adanya kesalahan dalam menegakkan diagnosis suatu penyakit terutama terkait jumlah bakteri di urin pasien ISK. Penundaan kultur urin sering terjadi di beberapa laboratorium mikrobiologi karena kurangnya komunikasi antara keluarga pasien dengan perawat ketika pasien telah selesai berkemih sehingga terjadi keterlambatan pengiriman sampel dari ruang rawat inap ke laboratorium mikrobiologi. Selain itu, terjadinya penundaan pemeriksaan kultur urin dapat disebabkan oleh faktor perjalanan sampel urin dari laboratorium tersebut ke laboratorium rujukan mikrobiologi.¹⁰

Jumlah rerata bakteri di urin pada perlakuan segera (0 jam) sebanyak $3,4 \times 10^4$ CFU/ml; perlakuan 2,5 jam di suhu ruang (20-25°C) sebanyak $4,6 \times 10^4$ CFU/ml; perlakuan 5 jam di suhu ruang (20-25°C) sebanyak $5,3 \times 10^4$ CFU/ml; perlakuan 2,5 jam di suhu dingin (2-8°C) sebanyak $3,6 \times 10^4$ CFU/ml; dan perlakuan 5 jam di suhu dingin (2-8°C) sebanyak $3,7 \times 10^4$ CFU/ml. Rerata jumlah bakteri di urin pada suhu ruang (20-25°C) meningkat lebih cepat dibandingkan dengan rerata jumlah bakteri di urin pada suhu dingin (2-8°C). Peningkatan jumlah bakteri di urin dipengaruhi oleh kecepatan aktivitas metabolisme bakteri yang bergantung pada suhu dalam masa

pertumbuhannya. Suhu yang meningkat dapat meningkatkan kecepatan metabolisme bakteri sehingga pertumbuhan bakteri menjadi lebih cepat sedangkan suhu yang menurun akan menurunkan kecepatan metabolisme bakteri sehingga pertumbuhan diperlambat.³²

Bakteri memiliki suhu minimum, optimum, dan maksimum. Bakteri akan mempercepat aktivitas metabolisme bila berada di suhu optimum dalam pertumbuhannya. Bakteri yang terdapat di urin pasien suspek ISK pada penelitian ini termasuk bakteri enterik kelompok mesofil yang memiliki suhu optimum 20-40°C dan minimum 4-10°C. Suhu dingin (lemari es) yang berkisar antara 2-8°C berada pada kisaran suhu minimum bakteri sehingga pertumbuhan bakteri lebih sedikit daripada suhu ruang. Hal ini disebabkan suhu pendinginan normal 0-8°C dapat menghambat pertumbuhan, tetapi tidak dapat menginaktivasi.²⁹ Selaras dengan penelitian oleh Sulaimah et al³² mengenai pemeriksaan urin segera <1 jam dibandingkan dengan penundaan urin yang disimpan dalam wadah *Bio Poster* selama 3 jam pada suhu 2-4°C yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna karena suhu rendah menyebabkan sel-sel tidak dapat bekerja untuk melanjutkan kehidupan namun suhu tersebut belum optimal dalam menghentikan proses metabolisme bakteri secara total.

Suhu ruang yang berkisar antara 20 sampai 25°C masih berada pada kisaran suhu optimum bakteri enterik kelompok mesofil sehingga jumlah bakteri yang dihasilkan terus meningkat. Selain itu, suhu urin normal yang berkisar 32-38°C mendukung metabolisme bakteri.⁸ Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Fitri et al⁵ yang melaporkan bahwa pada penundaan kultur urin di suhu ruang terjadi peningkatan pertumbuhan bakteri selama 4 jam. Pada penelitian oleh Dewanti et al³³ diungkapkan bahwa terdapat pengaruh antara penundaan pemeriksaan urin pada pasien ISK selama 3 jam terhadap jumlah leukosit. Hal ini disebabkan pertumbuhan bakteri di dalam urin memecahkan urea menjadi amonia dan karbondioksida. Amonia mengubah pH urin menjadi basa sehingga memiliki kemampuan untuk melisis leukosit di urin. Semakin banyak bakteri berkembang biak di urin maka semakin menurun jumlah leukosit urin.³⁴ Sejalan dengan penelitian Apriyani dan Melani³⁵ mengenai penyimpanan urin pasien hiperglikemia di suhu 25°C dengan variasi lama waktu 1-6 jam yang berpengaruh pada penurunan rerata jumlah leukosit. Hal ini disebabkan oleh faktor suhu yakni suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat bakteri tumbuh dan meningkatkan kerja enzim di dalam urin sehingga enzim lebih cepat mengalami katalisasi yang dapat merusak sel leukosit.³⁴

Berdasarkan lama waktu penyimpanan urin (0, 2,5, dan 5 jam) pada suhu ruang (20-25°C) maupun pada suhu dingin (2-8°C) terjadi peningkatan jumlah bakteri, namun peningkatan jumlah bakteri lebih tinggi pada suhu ruang (20-25°C) yakni pada lama penyimpanan 5 jam sebesar $5,3 \times 10^4$ CFU/ml. Hal ini disebabkan karena lama penyimpanan terhadap jumlah bakteri dipengaruhi oleh kurva pertumbuhan bakteri yang terdiri dari empat fase yaitu fase lag (*lag phase*), fase log (eksponensial), fase stasioner, dan fase kematian bakteri.⁷

Fase lag merupakan penyesuaian bakteri terhadap lingkungan yang dipengaruhi oleh komposisi media, pH, suhu, jumlah sel, dan sifat fisiologi mikroorganisme pada media sebelumnya.⁸ Fase kedua, fase log (eksponensial) merupakan fase perubahan bentuk, bakteri membelah dengan cepat dan jumlahnya meningkat secara maksimum yang dipengaruhi oleh kandungan sumber nutrisi sebagai bahan makan bagi bakteri.⁷ Urin memiliki kandungan nutrisi yang dapat menjadi sumber bahan makanan atau energi bagi bakteri untuk tumbuh dan berkembang biak. Kandungan urin tersebut meliputi zat buangan nitrogen urea berasal dari hasil deaminasi asam amino oleh hati dan ginjal, zat buangan nitrogen amonia berasal dari hasil deaminasi oleh hati dan ginjal, serta hasil nutrisi dan metabolisme yang terdiri dari karbohidrat, keton, lemak, dan asam amino.³⁶

Fase ketiga, fase stasioner merupakan fase bakteri mulai kekurangan nutrisi yang berakibat beberapa bakteri mengalami kematian sedangkan bakteri yang memiliki cadangan nutrisi mampu bertahan hidup dan berkembang biak sehingga jumlah bakteri menjadi tetap.³⁷ Fase ini menjadi batas waktu penyimpanan sampel kultur urin karena jika dibiarkan terlalu lama maka bakteri di urin akan mengalami kematian. Fase keempat, fase kematian merupakan keadaan lisisnya sel enzim autolisis atau efek dari metabolik toksik sehingga energi seluler mengalami penurunan dan

laju kematian meningkat secara eksponensial.³⁷

Penelitian sebelumnya oleh Kadarsih¹⁰ mengenai sampel urin yang disimpan pada suhu lemari es (2-8°C) selama 24 jam menunjukkan penurunan jumlah bakteri dibandingkan dengan sampel urin yang disimpan <1 jam pada suhu ruang. Perbedaan hasil tersebut dapat terjadi karena penyimpanan sampel urin yang terlalu lama sesuai dengan kurva pertumbuhan berada pada fase stasioner bakteri mulai kekurangan nutrisi. Pada penelitian ini perlakuan lama penyimpanan selama 2,5 jam dan 5 jam dimana nutrisi di dalam sampel urin masih tersedia dan memungkinkan bakteri berkembang biak. Selain itu hasil uji Friedman mendapatkan nilai signifikansi $p=0,001$ ($<0,05$) yang menunjukkan terdapat pengaruh bermakna antara suhu dan lama penyimpanan urin pasien ISK terhadap jumlah bakteri.

SIMPULAN

Suhu dan lama penyimpanan urin pada pasien infeksi saluran kemih berpengaruh secara nyata terhadap jumlah bakteri. Pada suhu ruang (20-25°C) jumlah bakteri meningkat lebih cepat dibandingkan dengan jumlah bakteri pada suhu dingin (2-8°C), dan peningkatan jumlah bakteri tertinggi di suhu ruang (20-25°C) yakni dengan lama penyimpanan 5 jam.

Konflik Kepentingan

Tidak terdapat konflik kepentingan dalam studi ini.

Ucapan terima kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Rumah Sakit Umum Sidoarjo, Laboratorium Mikrobiologi Rumah Sakit Umum Sidoarjo, Laboratorium Mikrobiologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, serta pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Yashir M, Apriani A. Variasi bakteri pada penderita infeksi saluran kemih (ISK). *Jurnal Media Kesehatan*. 2019;12(2):102–9. Doi:10.33088/jmk.v12i2.441
2. Sirajudin A, Rahmanisa S. Nanopartikel perak sebagai penatalaksanaan penyakit infeksi saluran kemih silver. *Majority*. 2016;5(4):1–5. Available from: <https://www.scribd.com/document/643491617/Nanopartikel-Perak>
3. Sulistiani AA, Artati, Djasang S, Mursalim. Korelasi hasil bakterial pada urin rutin dengan kultur urin terhadap pasien diagnosa infeksi saluran kemih. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*. 2021;12(2):56–65. Doi: <https://doi.org/10.32382/mak.v12i2.2461>
4. Rahayu DR, Mangkoedihardjo S. Kajian bioaugmentasi untuk menurunkan konsentrasi logam berat di wilayah perairan menggunakan bakteri (Studi Kasus: Pencemaran Merkuri di Sungai Krueng Sabee, Aceh Jaya). *Jurnal Teknik ITS*. 2022;11(1):15–22. Doi: 10.12962/j23373539.v11i1.82791
5. Fitri I, Rizki Aziz ZM, Widyawati DI. Effect of check delay time difference on enumerating bacteria in patients with urinary tract infection. *Jurnal Biologi Tropis*. 2021;21(3):720–5. Doi: 10.29303/jbt.v21i3.2860
6. Amaliyah N. *Penyehatan Makanan dan Minuman - A (1st ed)*. Gunawan AT, editor. Yogyakarta: Deepublish; 2017. p. 30–1.
7. Rini CS, Rochmah J. *Buku Ajar Mata Kuliah Bakteriologi Dasar*. Sidoarjo: Umsida Press; 2021.
8. Fitri I, Imasari T, Nadia D. Pengaruh variasi lama penundaan pemeriksaan terhadap enumerasi bakteri pada urin penderita infeksi saluran kemih (ISK). *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)*. 2019;6(2):12–4. Doi: <https://doi.org/10.29407/jbp.v6i2.14793>
9. Alimsardjono L, Purwono PB, Endraswati PD, Kusumaningrum D, Mertaniasih NM. *Pemeriksaan Mikrobiologi pada Penyakit Infeksi*. Jakarta: Sagung Seto; 2015.
10. Kadarsih A. Hitung jumlah bakteri urin tersangka infeksi saluran kemih pada penyimpanan suhu ruang dan lemari es. *Jurnal Analisis Biologi (JAB)*. 2017;01(2):19–24. Available from: <https://jurnal.yayasanbaktiasih-bdg.co.id/index.php/jab/article/view/132>
11. Tandjungbulu YF, Herman H, Nurdin N, Virgiawan AR, Askar M, Nurfadillah B. Variasi hasil pemeriksaan sedimen urin pada pasien suspek infeksi saluran kemih. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*. 2023;14(1):32–42. Doi: <https://doi.org/10.32382/mak.v14i1.3263>
12. Grabe MB, Johansen TEB, Botto H, Wullt B, Cek M, Naber K. Guidelines on urological infections. In: *European*

- Association of Urology [Internet]. Europa; 2013. Available from: https://uroweb.org/wp-content/uploads/19-Urological-infections_LR2.pdf
13. Naid T, Mangerangi F, Almahdaly H. Pengaruh penundaan waktu terhadap hasil urinalisis sedimen urin. *Jurnal Ilmiah As-Syifaa*. 2014;6(2):212–9. Doi: <https://doi.org/10.56711/jifa.v6i2.51>
 14. Gandasoebtrata R. *Penuntun Laboratorium Klinis*. Jakarta: Dian Rakyat; 2013.
 15. Pardede SO, Tambunan T, Alatas H, Trihono PP, Hidayati EL. *Konsensus Infeksi Saluran Kemih pada Anak*. Jakarta: Badan Penerbit Ikatan Dokter Anak Indonesia; 2011.
 16. Mengal H, Sarwar PG, Ramzan S, Aziz S, Ahmad F, Nisar S, et al. Antimicrobial susceptibility of *E. coli* isolates from urinary tract infections in Quetta, Pakistan. *Pak-Euro Journal of Medical and Life Sciences*. 2022;5(2):513–8. Doi: <https://doi.org/10.31580/pjmls.v5i2.2471>
 17. Rachmawati R, Muzajjanah, Rustam Y. Deteksi bakteri *Escherichia coli* dalam air minum isi ulang yang disterilisasi ultraviolet di wilayah Kecamatan Jagakarsa. *Bioma*. 2016;12(1):73-8. Doi: [https://doi.org/10.21009/Bioma11\(1\).8](https://doi.org/10.21009/Bioma11(1).8)
 18. Trisno K, Tono KP, Suarjana IGK. Isolasi dan indentifikasi bakteri *Escherichia Coli* dari udara pada rumah potong unggas swasta di Kota Denpasar. *Indonesia Medicus Veterinus*. 2019;8(5):685–94. Available from: ojs.unud.ac.id/index.php/imv/article/view/57014
 19. Novelni R, Ifmaily, Hanafiah A. Identifikasi dan uji resistensi bakteri dari swab (usap) tenggorokan penyebab pneumonia pada pasien yang di Rawat Inap Bangsal Paru RSUP DR. M Djamil Padang. *Jurnal Akademi Farmasi Prayoga*. 2020;5(2):50–61. Doi: <https://doi.org/10.56350/jafp.v5i2.55>
 20. Utamy G, Hasbi M, Purwanto E. Isolasi dan identifikasi bakteri penghasil biosurfaktan pada air kolam anaerob IPAL Industri Minyak Kelapa Sawit. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*. 2021;2(1):231–40. Available from: <https://jsla.ejournal.unri.ac.id/index.php/ojs/article/view/38>
 21. Riga PN, Buntuan V, Rares F. Isolasi dan identifikasi bakteri aerob yang dapat menyebabkan infeksi nosokomial di Ruangan Instalasi Gizi BLU RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *eBiomedik*. 2015;3(1):227-35. Doi: <https://doi.org/10.35790/ebm.v3i1.6644>
 22. Jawetz, Melnick, Adelberg. *Mikrobiologi Kedokteran* (23rd ed). Jakarta: EGC; 2007.
 23. Milanda T, Dewi LK, Kusuma SAF. Detection of chloramphenicol resistance genes (*cat*) in clinical isolates of *Pseudomonas aeruginosa* with Polymerase Chain Reaction Method. *Indonesian Journal of Clinical Pharmacy*. 2014;3(4):141–50. Doi:10.15416/ijcp.2014.3.4.141
 24. Sumolang SAC, Porotu'o J, Soeliongan S. Pola bakteri pada penderita infeksi saluran kemih di BLU RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *eBiomedik*. 2013;1(1):597–601. Doi: <https://doi.org/10.35790/ebm.v1i1.4605>
 25. Mantu FNK, Goenawi LR, Bodhi W. Evaluasi penggunaan antibiotik pada pasien infeksi saluran kemih di Instalasi Rawat Inap RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado periode Juli 2013 - Juni 2014. *Pharmacoon*. 2015;4(4):196–202. Doi: <https://doi.org/10.35799/pha.4.2015.10208>
 26. Jaya HA, Kumala I, Triswanti N, Hidayat. Hubungan antara perawatan indwelling kateter dengan kejadian infeksi saluran kemih (ISK) Pada pasien yang terpasang kateter di Ruang Rawat Inap Penyakit Dalam RSUD DR. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung. *Jurnal Medika Malahayati*. 2021;5(4):209-19. Doi: <https://doi.org/10.33024/jmm.v5i4.6186>
 27. Pontoan J, Meila O, Fariza NA. Pola persepsian antibiotik pada pasien infeksi saluran kemih di RSPAD Gatot Soebroto Jakarta. *Social Clinical Pharmacy Indonesia Journal (SCPIJ)*. 2017;2(1):75–82. Doi: <https://doi.org/10.52447/scpij.v2i1.904>
 28. Widianingsih M, De Jesus AM. Isolasi *Escherichia coli* dari urine pasien infeksi saluran kemih di Rumah Sakit Bhayangkara Kediri Isolation of *Escherichia Coli* from urine of patients of urinary tract infection in Bhayangkara Kediri Hospital. *Journal of Biology*. 2018;11(2):99–108. Doi: <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v11i2.5899>
 29. Arlita Y. Identifikasi bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella Sp.* pada makanan jajanan bakso tusuk di Kota Manado. *eBiomedik*. 2014;2(1):9–14. Doi: <https://doi.org/10.35790/ebm.v2i1.4387>
 30. Rengkuan W, Waworuntu OA, Soeliongan S. Isolasi dan identifikasi bakteri aerob yang berpotensi menyebabkan infeksi nosokomial di Irina D RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *eBiomedik*. 2016;4(2):1-7. Doi: [10.35790/ebm.v4i2.2016.14658](https://doi.org/10.35790/ebm.v4i2.2016.14658)
 31. Scania AE, Ningsih I. *Pseudomonas aeruginosa*: permasalahan, resistensi antibiotik dan pemeriksaan mikrobiologi. *Pratista Patologi*. 2023;8(3):139–47. Available from: <https://majalahpratistapatologi.com/p/index.php/journal/article/view/131>
 32. Sulaimah R, Renshaleksamana E, Zaetun S, Jiwintarum Y, Rohmi. Viabilitas bakteri pada spesimen klinis penderita infeksi saluran kemih menggunakan bio-porter sebagai wadah transport. *Journal of Indonesias Laboratory Technology of Student (JILTS)*. 2022;1(1):22–31. Doi: <https://doi.org/10.32807/jilts.v1i1.7>
 33. Sarihati IGAD, Dewanti B, Burhannuddin. Pengaruh penundaan pemeriksaan urin terhadap jumlah leukosit pada penderita infeksi saluran kemih. *Meditory*. 2019;7(1):7–12. Doi: <https://doi.org/10.33992/m.v7i1.646>

34. Kustiningsih Y, Cahyono JA, Rahmiati N. Pengaruh lama penyimpanan urine pada suhu kamar terhadap jumlah leukosit studi pada penderita diabetes melitus. *Medical Laboratory Technology Journal*. 2016;2(1):11–7. Doi: <https://doi.org/10.31964/mltj.v2i1.25>
35. Apriyani RK, Melani MSE. Hiperglikemia dari sampel urine dengan variasi. *Jurnal Kesehatan Tambusai*. 2023;4(3):3238–45. Doi: <https://doi.org/10.31004/jkt.v4i3.17568>
36. Tarwoto W. *Kebutuhan Dasar Manusia dan Proses Keperawatan* (6th ed). Jakarta Selatan: Penerbit Salemba Medika; 2023.
37. Suryani Y. *Fisiologi Mikroorganisme*. Bandung: Gunung Djati Publishing; 2022.