

TELAAH PUSTAKA

TELAAH PUSTAKA: PERAN AG-PTFE (PELAPIS KATETER URINE) UNTUK MENCEGAH CATHETER ASSOCIATED URINARY TRACT INFECTION (CAUTI) (LITERATURE REVIEW: THE ROLE OF AG-PTFE (URINARY CATHETER COATING) IN PREVENTING CATHETER ASSOCIATED URINARY TRACTUS INFECTION (CAUTI))

Satria Addienul Haq¹, Wani Devita Gunardi², Donna Mesina Rosadini Pasaribu², Erma Mexcorry Sumbayak³

¹Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, Indonesia

²Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, Indonesia

³Departemen Histopatologi Anatomi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Krida Wacana, Jakarta, Indonesia

Email Korespondensi: wani.gunardi@ukrida.ac.id

ABSTRAK

Biofilm pada kateter merupakan salah satu penyebab terjadinya *Catheter Associated Urinary Tract Infection (CAUTI)*. Telaah pustaka ini bertujuan mengetahui manfaat dan efektivitas pelapisan antibiofilm pada kateter urine dalam mencegah *CAUTI*. Pustaka yang dihimpun dalam telaah ini diperoleh melalui *database electronic* seperti *Proquest* dan *PubMed* menggunakan beberapa kata kunci yaitu, antibiofilm, biofilm, *catheter*, dan *CAUTI*. Semua jurnal yang diperoleh diseleksi menggunakan kriteria yang telah ditentukan, seperti artikel penelitian eksperimental, tahun publikasi kurang dari 10 tahun, dan penelitian menggunakan lapisan antibakteri pada permukaan kateter. Delapan jurnal hasil seleksi digunakan sebagai acuan utama pada telaah pustaka ini. Efektivitas yang baik dalam mencegah terbentuknya biofilm ditunjukkan oleh beberapa antibiofilm berikut, yakni, *Amino Selulosa-nanosphere (ACNS)*, *Chlorhexidine-nanosphere (CHX-NS)*, *Ag/Poli-p-xylylenen hydrophilic (Ag/PPX-N)*, *Perak-polytetrafluoroethylene (AG-PTFE)*, *Perak-nanopartikel (Ag-NPs)*, *Sodium selenite*, dan *Octenidine Dihydrochloride (OH)*. Bakteriuria dapat dihambat dalam waktu lama (> 30 hari) oleh antibiofilm *Perak-polytetrafluoroethylene (AG-PTFE)*. Hal tersebut menunjukkan bahwa pelapisan kateter menggunakan antibiofilm memiliki potensi dalam mencegah terjadinya bakteriuria dan terbentuknya biofilm penyebab *CAUTI*.

Kata Kunci: antibiofilm, *CAUTI*, kateter

ABSTRACT

Biofilm on the urinary catheter is one of the causes of Catheter Associated Urinary Tract Infection (CAUTI). Therefore, the aim of this literature review is to find out the activity and the

benefits of anti-biofilm coating on urinary catheters in preventing CAUTI. The literature compiled in this study was carried out by an electronic database using Proquest and PubMed with several keywords, namely, anti-biofilm, CAUTI, Biofilm, and Catheter. All journals obtained were then selected with several predetermined criteria, such as an experimental research journal, the year of publication is less than 10 years, and research using an antibacterial coating on the surface of the urinary catheter. Eight journals were selected and used as the main references in this literature review. The materials that act as anti-biofilms are Amino Cellulose-nanosphere (ACNS), Chlorhexidine-nanosphere (CHX-NS), Ag/Poly-p-xylylenen hydrophilic (Ag/PPX-N), Silver-polytetrafluoroethylene (AG-PTFE), Silver-nanoparticles (Ag-NPs), Sodium selenite, and Octenidine Dihydrochloride (OH). In fact, bacteriuria might be inhibited for a long time (> 30 days) by using Silver-polytetrafluoroethylene (AG-PTFE) antibiofilm. This shows that the coating of catheters using anti-biofilm could prevent the possibility of the bacteriuria and the formation of the biofilm that caused CAUTI.

Keywords: antibiofilm, catheter, CAUTI

PENDAHULUAN

Jenis infeksi paling sering terjadi di rumah sakit pada pasien rawat inap yang memakai kateter adalah *Catheter Associated Urinary Tract Infection (CAUTI)*. *National Healthcare Safety Network* melaporkan angka kejadian CAUTI mencapai 3,1-7,5% infeksi per 1.000 kateter per hari.^{1,2} CAUTI terjadi karena adanya mikroorganisme seperti *Eschericia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus*, dan *Streptococcus agalactiae* yang saling berkolonisasi pada kantong atau saluran kateter.³⁻⁵

Kolonisasi mikroorganisme pada material non-organik (kateter urine), membentuk suatu matriks polimer tertutup yang melekat secara *ireversibel* disebut sebagai biofilm dan mikroorganisme dalam

biofilm ini menunjukkan perubahan sampai tingkat gen dibandingkan sel planktonik.⁶

Matriks biofilm mampu menimbulkan derajat infeksi yang lebih berat dan berulang karena memiliki tingkat ketahanan yang lebih tinggi atau resistan terhadap antibiotik daripada bentuk planktoniknya. Beberapa kasus bahkan berujung pada kematian karena tidak efektifnya pengobatan.⁷ Meski demikian, permasalahan biofilm dapat diatasi, salah satu caranya yaitu dengan menggunakan antibiofilm.^{8,9} Telaah pustaka ini bertujuan untuk membahas berbagai macam antibiofilm yang memiliki kemampuan dalam mencegah dan menghambat pembentukan biofilm pada kateter urine sehingga mencegah terjadinya CAUTI pada pasien pengguna kateter urine.

BAHAN DAN METODE

Metode telaah pustaka ini dilakukan dengan *database electronic* menggunakan *Proquest* dan *PubMed* dengan kata kunci *anti biofilm and CAUTI and Urinary catheter and prevention*. Proses pengumpulan data dilaksanakan mulai bulan Maret 2021 sampai April 2021. Pendekatan dengan strategi PICO(S) digunakan dalam menghimpun data dan diseleksi menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan.

Kriteria inklusi yang ditetapkan, yaitu: Kateter urine sebagai populasi sampel yang diteliti (*Population*); terdapat intervensi pemberian lapisan antibiofilm pada kateter (*Intervention*); terdapat sampel pembandingan yakni kateter yang tidak dilapisi lapisan antibiofilm atau dilapisi antibiofilm lain (*Comparison*); terdapat hasil atau persentase hambatan (*Outcomes*), visualisasi menggunakan mikroskop SEM, variabel waktu penggunaan kateter; desain studi eksperimen (*Study design*), Rancangan Acak Lengkap (RAL); dan tahun publikasi jurnal antara tahun 2016–2021.

Kriteria eksklusi sebagai berikut: jurnal tidak dapat diakses secara lengkap, dan menggunakan semua bahasa kecuali bahasa Inggris dan bahasa Indonesia.

Berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, diperoleh delapan artikel yang menjadi acuan utama dan dianalisis

mengenai kesesuaian topik, metode penelitian yang digunakan, ukuran sampel, dan hasil dari setiap artikel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejumlah artikel yang telah diperoleh melalui *Pubmed* dan *Proquest* menggunakan kata kunci yang ditentukan, diseleksi dengan kriteria PICOS, kriteria inklusi dan eksklusi sehingga diperoleh delapan artikel yang siap direview.

Berdasarkan artikel yang telah direview, bahan *coating* yang digunakan antara lain *amino selulosa-nanosphere* (ACNS), *Chlorhexidine-nanosphere* (CHX-NS), Perak/*Poly-p-xylylene hydrophilic* (Ag/PPX-N), Perak-*polytetrafluoroethylene* (AG-PTFE), *Sodium selenite* (Se), *Octenidine dihydrochloride* (OH) dan Perak-*nanopartikel* (Ag-NPs). Bahan *coating* tersebut menunjukkan sifat dan mekanisme yang berbeda dalam perannya sebagai anti-biofilm (Tabel 1).

ISK merupakan *healthcare associated infections* (HAI's) yang paling umum terjadi di rumah sakit. Hampir keseluruhan kejadian ISK, dipicu oleh pemakaian kateter yang tidak tepat dan dalam waktu lama.¹⁷ Beberapa tahun terakhir telah dilakukan penelitian untuk mencari solusi dan upaya dalam mencegah terbentuknya biofilm pada selang kateter urine dengan menggunakan lapisan

antibiofilm.¹⁸

Meskipun lapisan antibiofilm dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembentuk biofilm, tetapi ketebalan dan kehalusan lapisan dapat menentukan sifat antibiofilm pada permukaan kateter. Lapisan yang terlalu tebal atau tipis dapat menyebabkan biokompatibilitas antara sel bakteri dan kateter, sehingga menimbulkan sifat ketahanan terhadap antibiofilmnya. Oleh karena itu karakteristik lapisan menjadi hal yang krusial dan harus menjadi titik utama perhatian dalam menyinergikan sifat antibakteri dan biokompatibilitas.¹⁹

Francesco (2016) melakukan penelitian dengan merancang pelapisan kateter urine menggunakan silikon yang mengandung *polycationic nanosphere* dan dapat melepaskan molekul tersebut saat dibutuhkan. Antibiofilm yang digunakan pada penelitian ini adalah kombinasi antara amino *cellulose nanospheres (ACNSs)* dengan 5 lapisan *hyaluronic acid (HA)* *polyanion* untuk melawan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, bakteri Gram negatif pembentuk biofilm yang sering sebagai penyebab ISK.^{9,17} Penelitian tersebut melaporkan bahwa lapisan antibiofilm tersebut efektif menghambat pembentukan biofilm *Pseudomonas aeruginosa* hingga 70% pada percobaan kateterisasi dalam 7 hari. Hal ini dikarenakan ACNSs adalah agen antibakteri yang mampu menghasilkan

muatan positif yang kuat sehingga menghasilkan kemampuan merusak membran bakteri yang lebih kuat dan menimbulkan efek bakterisida pada bakteri planktonik.⁹

Wang, *et al* (2019) melaporkan penelitian menggunakan pelapis dari bahan *silver-polytetrafluoroethylene (Ag-PTFE)* *nanocomposite* dalam pembuatan kateter urine dengan bakteri uji *Escherichia coli* dan *Proteus mirabilis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembentukan kerak pada kateter kontrol terjadi pada 30 jam sedangkan pada AG-PTFE menghambat hingga 90 jam, menggunakan bakteri berjumlah 10^2 . AG-PTFE juga mampu menghambat bakteriuria hingga 41 hari, yang umumnya dalam waktu 6 hari sudah terjadi bakteriuria. Berdasarkan hal tersebut disimpulkan bahwa kateter berlapis Ag-PTFE secara signifikan menghambat migrasi bakteri dan pembentukan biofilm pada permukaan kateter urine melalui mekanisme anti-adhesi. Hal ini menyebabkan *E. coli* tidak dapat melekat pada kateter, sehingga pembentukan kerak dan biofilm tidak terjadi. Berbanding terbalik dengan kateter urine konvensional, yang rawan terjadi pembentukan kerak terutama pada bagian buli. Kerak tersebut dapat menjadi lokasi yang ideal untuk pertumbuhan bakteri. Selain itu, lapisan Ag-PTFE memiliki sifat anti lengket, sehingga pengendapan

kalsium dan magnesium fosfat dari urine yang bertemu protease bakteri pada lumen kateter dapat dicegah.¹²

Penelitian sebelumnya juga menggunakan pelapis dengan bahan utama perak. Penelitian tersebut bertujuan merancang lapisan *coating* dari bahan *silver/hydrophilic poly(p-xylene) (PPX-N)* untuk mencegah pertumbuhan bakteri dan pembentukan biofilm pada kateter urine. Bakteri uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *E. coli* dan *Staphylococcus cohnii*. Setelah memaparkan kateter ke *oversaturated urine* selama 24 jam, penelitian tersebut mendapati bahwa kateter dengan lapisan PPX-N hidrofilik lebih baik dalam mencegah pembentukan biofilm kristal (yang ditunjukkan dengan konsentrasi Ca^{2+} dan Mg^{2+}) daripada kateter dengan lapisan PPX-N sederhana. Lapisan PPX-N hidrofilik yang melepaskan ion perak akan menghambat pertumbuhan bakteri secara langsung, sehingga pembentukan biofilm pun akan berkurang.¹¹

Penelitian lain yang menggunakan bahan utama perak juga dilakukan oleh Yassin (2019). Penelitian tersebut menggunakan pelapis dari bahan *self-polymerized polydopamine* yang berperan sebagai tempat terbentuknya *silver nanoparticle (AgNPs) in situ*. Bakteri uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

untuk mewakili bakteri dari kelompok gram negatif dan gram positif. Penelitian tersebut mendapati bahwa kateter berlapis *AgNP* mencegah menempelnya sel bakteri dan pembentukan biofilm pada permukaannya serta memiliki potensi untuk mencegah terbentuknya bau busuk, terutama terhadap bakteri Gram positif. Pelarutan *AgNP* karena proses oksidasi menghasilkan pelepasan ion Ag^+ di lingkungan sekitar bakteri. Ion-ion ini berinteraksi dan terakumulasi pada membran sel bakteri yang menyebabkan lisisnya membran sel dan kebocoran komponen sitosol. Lisis membran diikuti dengan fragmentasi sel bakteri karena kontak langsung dengan *AgNPs*.¹³

Penelitian lainnya dilakukan oleh Narayanan (2016). Penelitian tersebut merancang lapisan *coating* dari bahan *octenidine dihydrochloride (OH)* untuk mencegah pertumbuhan bakteri dan pembentukan biofilm pada kateter urine. Bakteri uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *Acinetobacter baumannii*. Hasil penelitian dengan konsentrasi OH 0,3% (5 mM), 0,6% (10 mM), dan 0,9% (15 mM) efektif dalam menonaktifkan biofilm *A. baumannii* secara signifikan pada permukaan kateter urine ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa OH sama efektifnya dalam menonaktifkan biofilm dari isolat multidrug resistant *A. baumannii*. Efek antibiofilm OH pada *A. baumannii* terjadi

karena molekul OH yang memiliki afinitas tinggi dan selektif terhadap kardiolipin, suatu lipid yang menonjol pada membran sel dan kapsul sel bakteri, sehingga mengganggu fungsi vital membran sel dan membunuh sel bakteri tersebut tetapi tidak mempengaruhi sel eukariotik.¹⁵

Narayanan (2018) melakukan penelitian menggunakan sodium selenite dengan menggunakan bakteri uji *Uropathogenic Escherichia coli* (UPEC).¹⁴ Bakteri *uropathogenic* memiliki gen virulensi yang memudahkan timbulnya ISK seperti P fimbriae (papC), type 1 fimbriae (fimA), *afimbrial adhesin* (afaI), hemolisin

(hlyA), *cytotoxic necrotizing factor* (cnf 1), *aerobactin* (aer), S fimbriae (sfaS).²⁰ Kateter urine dipaparkan dengan bakteri UPEC selama 5 hari pada suhu 37°C pada konsentrasi 35 mM. Terlihat lapisan selenium efektif mencegah pembentukan biofilm UPEC pada kateter ($p < 0,05$). Hal ini muncul akibat turunnya produksi eksopolisakarida dan ekspresi gen UPEC (fimH, fimA, sfaS, papG, dan focA). Lebih lanjut, dengan konsentrasi selenium yang lebih tinggi, lapisan ini efektif dalam menonaktifkan biofilm yang telah terbentuk sebelumnya.¹⁴

Tabel 1 Antibiofilm dan karakteristiknya

No	Jenis Antibiofilm	Mekanisme Antibiofilm	Mikroorganisme Uji	Hasil
1	<i>Aminoselulosa-nanosphere</i> (ACNS) ⁹	Merusak membran bakteri saat berbentuk planktonik sehingga memperlambat pembentukan biofilm	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Sifat bakteriostatik lapisan ACNS mencapai % dengan waktu kateringasi 7 hari
2	<i>Clorohexidine-nanosphere</i> (CHX-NS) ¹⁰	Menghambat interaksi kelompok fungsional bermuatan positif dan daerah bermuatan negatif di membran sitoplasma mikroorganisme	<i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	Lapisan CHX-NS dapat menghambat hingga 50% mikroorganisme dengan MIC pada bakteri 1,2 µg/ml dan MIC jamur 2,2 µg/ml. Dalam waktu 14 hari.
3	<i>Ag/Poli-p-xylylenen hydrophilic</i> (Ag/PPX-N) ¹¹	Mengganggu siklus mikroba dengan cara merusak membran mikroba dan mendenaturasi ribosom.	<i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus cohnii</i>	Lapisan PPX-N dapat menghambat pertumbuhan <i>E. Coli</i> dan <i>S. Chonii</i> pada MIC 30 g/l dalam waktu 22 hari.
4	<i>Perak-polytetrafluoroe</i>	Mencegah pembentukan kerak	<i>Escherichia coli</i>	Pada konsentrasi bakteri 10 ² lapisan

No	Jenis Antibiofilm	Mekanisme Antibiofilm	Mikroorganisme Uji	Hasil
	<i>thylane</i> (AG-PTFE) ¹²	dan penempelan bakteri karena memiliki mekanisme anti adhesi, dan sifat anti kerak.	<i>Proteus mirabilis</i>	AG-PTFE dapat menghambat pertumbuhan bakteri hingga 41 hari tapi dengan konsentrasi bakteri lebih tinggi (10 ⁶), bakteriuria terjadi setelah 6 hari. Efektivitas lapisan ini sebagai bakteriostatik sebesar 90%
5	<i>Perak-nanopartikel</i> (Ag-NPs) ¹³	Menurunkan produksi EPS (eksopolisakarida) bakteri sehingga tidak membentuk biofilm	<i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	Lapisan Ag-NPs bersifat bakteriostatik sampai 7 hari pada MIC 2-4 µg/ml.
6	<i>Sodium selenite</i> (Se) ¹⁴	Bersifat antifouling, memasuki biofilm dan mendisrupsi sehingga biofilm rusak	<i>Escherichia coli</i> (UPEC)	Sodium selenite bersifat bakteriostatik terhadap <i>Escherichia coli</i> . 75% pertumbuhan <i>E.coli</i> dengan konsentrasi yang rendah (SIC) dapat dihambat selama 5 hari.
7	<i>Octenidine Dihydrochloride</i> (OH) ¹⁵	Membuat disrupsi membrane, pada level seluler, octenidine mendepolarisasi dan mengubah kestabilan dari membrane sel.	<i>Acinetobacter baumannii</i>	OH mampu mendegradasi biofilm pada kateter urine dengan konsentrasi 0.6% maupun 0.9%. Terlebih lagi, biofilm malah mengalami penurunan sebesar 3 log CFU pada OH 0.9%.
8	3-acrylamidopropyl trimethylammonium chloride (AMPTMA), quaternized polyethylenimine methacrylate (Q-PEI-MA), dan polyethylene glycol dimethacrylate (PEGDMA) ¹⁶	Mengganggu interaksi antar bakteri dengan cara mengubah sifat membran bakteri dari hidrofobik menjadi hidrofilik.	<i>Methicillin Resistant Staphylococcus aureus</i> (MRSA) <i>Vancomycin-resistant Enterococcus faecalis</i> (VRE)	Koloni MRSA berkurang sampai 2,21 log (99,38%) pada uji in vitro dan 1,95 log (98,88%) in vivo. Koloni VRE mengalami penurunan sampai 1,50 log (96,84%) pada uji in vitro dan mencapai 1,26 log (94,51%) pada uji in vivo

Penelitian oleh Srisang (2018) merancang pelapis dari bahan *chlorhexidine-loaded poly (ϵ -caprolactone) nanospheres* (CHX-NS) untuk mencegah perkembangbiakan bakteri dan pembentukan biofilm pada kateter. *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Candida albicans* merupakan mikroorganisme uji yang digunakan pada penelitian ini. Penelitian tersebut mendapati bahwa lapisan CHX-NS dapat menghambat pertumbuhan patogen hingga 50% dalam waktu 14 hari dengan MIC pada bakteri 1,2 $\mu\text{g/ml}$ dan MIC jamur 2,2 $\mu\text{g/ml}$.¹⁰

Penelitian yang dilakukan oleh Zhou (2017), dengan desain eksperimental bertujuan merancang lapisan coating dari bahan campuran 3-*acrylamidopropyl trimethylammonium chloride* (AMPTMA), *quaternized polyethyleneimine methacrylate* (Q-PEI-MA), dan *polyethylene glycol dimethacrylate* (PEGDMA) menggunakan teknik *supplemental activator and reducing agent surface-initiated atom-transfer radical polymerization* (SARA SI-ATRP). Bakteri uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *vancomycin-resistant Enterococcus faecalis* (VRE). Penelitian tersebut mendapati bahwa lapisan *coating* AMPTMA/PEGDMA menunjukkan efek anti-biofilm dan antimikroba yang baik terhadap MRSA. Pengurangan koloni

MRSA mencapai 2,21 log (99,38%) pada uji *in vitro* dan 1,95 log (98,88%) pada uji *in vivo*. Sementara, lapisan *coating* AMPTMA/PEGDMA/Q-PEI-MA memiliki efikasi signifikan terhadap VRE, karena mampu mengurangi pertumbuhan koloni sampai 1,50 log (96,84%) pada uji *in vitro* dan 1,26 log (94,51%) pada uji *in vivo*. Semua lapisan pada kateter menunjukkan reaksi hemolisis yang rendah dan viabilitas sel yang tinggi, sehingga aman digunakan sebagai bahan biomedis.¹⁶

Berdasarkan uraian di atas, terlihat bahwa terdapat beberapa bahan (ACNS-HA, Ag-PTFE, PPX-N, *self-polymerized polydopamine*, OH, *selenium selenite*, CHX-NS, dan AMPTMA/PEGDMA/Q-PEI-MA) yang dapat digunakan sebagai *coating* kateter urine dan efektif sebagai anti-biofilm karena mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan mencegah pembentukan biofilm.

Meski demikian, semua agen pelapis ini memiliki tingkat efektivitas yang berbeda dalam menghambat pertumbuhan dan pembentukan biofilm meskipun dilakukan pada bakteri uji yang sama (*E.coli*). Pelapis dari Ag/PPX-N menghambat pertumbuhan *E. coli* dengan cara melepaskan ion perak yang akan masuk ke dalam sel bakteri lalu terjadi denaturasi ribosom sehingga siklus bakteri terganggu. Akibatnya, hal tersebut menghambat pertumbuhan bakteri sampai

22 hari dengan konsentrasi MIC 30g/l.¹¹ AgNP memiliki mekanisme pelepasan ion perak yang nantinya akan berinteraksi dan membuat sel bakteri lisis, AgNP dapat menghambat *E. coli* hingga 7 hari dengan konsentrasi MIC 2-4 µg/ml.¹³ Ag-PTFE dapat menghambat bakteriuria hingga 41 hari dengan tingkat bakteri 10².¹² Hal ini membuktikan Ag-PTFE dapat bertahan lebih lama dibanding pelapis lain dalam hal menghambat biofilm *E.coli*. Sodium selenite pada konsentrasi 35 mM dapat menghambat ekspresi gen *E.coli* dan menghancurkan biofilm yang telah terbentuk.¹⁴

Penelitian yang diambil pada literatur ini menggunakan urine yang sudah bakteriuria sehingga pembentukan kerak atau biofilm lebih mudah terjadi. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian lebih mendalam menggunakan kondisi urine normal atau in vivo pada pasien langsung untuk melihat waktu pembentukan kerak yang sesuai dengan kondisi normal serta melihat bahan mana yang lebih baik sebagai pelapis kateter.

KESIMPULAN

Pelapisan permukaan kateter menggunakan antibiofilm berbahan Ag-PTFE dan Selenium selenite dapat mencegah CAUTI melalui mekanisme penghambatan bakteriuria dan mengganggu ekspresi gen virulensi *UPEC*.

KONFLIK KEPENTINGAN

Dalam penulisan telaah pustaka ini tidak terdapat konflik kepentingan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada FKIK UKRIDA yang telah menyediakan sarana *e-library* bagi penulis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Centers for Disease Control. Urinary tract infection (catheter-associated urinary tract infection [CAUTI] and non-catheter-associated urinary tract infection [UTI]) and other urinary system infection [USI]) events. Device-associated Module CAUTI. 2015;1(1)
2. Tyson AF, Campbell EF, Spangler LR, Ross SW, Reinke CE, Passaretti CL, et al. Implementation of a nurse-driven protocol for catheter removal to decrease catheter-associated urinary tract infection rate in a surgical trauma ICU. *Journal of intensive care medicine*. 2020;35(8):738–44.
3. Kemenkes RI. Peraturan Menteri Kesehatan RI No 27 Tahun 2017 Tentang Pedoman Pencegahan Dan Pengendalian Infeksi Di Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor. 2017;27.
4. Ferguson A. Implementing a CAUTI Prevention Program in an Acute Care

- Hospital Setting. *Urologic Nursing*. 2018;38(6).
5. Kudinha T. The pathogenesis of *Escherichia coli* urinary tract infection. *Escherichia coli-Recent Advances on Physiology, Pathogenesis and Biotechnological Applications* London: IntechOpen. 2017;45–61.
 6. Vogeleer P, Tremblay YD, Mafu AA, Jacques M, Harel J. Life on the outside: role of biofilms in environmental persistence of Shiga-toxin producing *Escherichia coli*. *Frontiers in microbiology*. 2014;5:317.
 7. Gould D, Gaze S, Drey N, & Cooper T. Implementing clinical guidelines to prevent catheter-associated urinary tract infections and improve catheter care in nursing homes: systematic review. *American journal of infection control*. 2017;45(5):471-476.
 8. Ghezzi D, Boi M, Sassoni E, Valle F, Giusto E, Boanini E, et al. Customized biofilm device for antibiofilm and antibacterial screening of newly developed nanostructured silver and zinc coatings. *Journal of Biological Engineering*. 2023;17(1):18.
 9. Francesko A, Fernandes MM, Ivanova K, Amorim S, Reis RL, Pashkuleva I, et al. Bacteria-responsive multilayer coatings comprising polycationic nanospheres for bacteria biofilm prevention on urinary catheters. *Acta biomaterialia*. 2016;33:203–12.
 10. Srisang S, Nasongkla N. Spray coating of foley urinary catheter by chlorhexidine-loaded poly (ϵ -caprolactone) nanospheres: Effect of lyoprotectants, characteristics, and antibacterial activity evaluation. *Pharmaceutical development and technology*. 2019;24(4):402–9.
 11. Heidari Zare H, Juhart V, Vass A, Franz G, Jocham D. Efficacy of silver/hydrophilic poly (p-xylylene) on preventing bacterial growth and biofilm formation in urinary catheters. *Biointerphases*. 2017;12(1):011001.
 12. Wang L, Zhang S, Keatch R, Corner G, Nabi G, Murdoch S, et al. In-vitro antibacterial and anti-encrustation performance of silver-polytetrafluoroethylene nanocomposite coated urinary catheters. *Journal of Hospital Infection*. 2019;103(1):55–63.
 13. Yassin MA, Elkhooly TA, Elsherbiny SM, Reicha FM, Shokeir AA. Facile coating of urinary catheter with bio-inspired antibacterial coating. *Heliyon*. 2019;5(12):e02986.
 14. Narayanan A, Nair MS, Muyyarikkandy MS, Amalaradjou MA. Inhibition and inactivation of uropathogenic *Escherichia coli* biofilms on urinary catheters by sodium selenite.

- International journal of molecular sciences. 2018;19(6):1703.
15. Narayanan A, Nair MS, Karumathil DP, Baskaran SA, Venkitanarayanan K, Amalaradjou MAR. Inactivation of *Acinetobacter baumannii* biofilms on polystyrene, stainless steel, and urinary catheters by octenidine dihydrochloride. *Frontiers in Microbiology*. 2016;7:847.
 16. Zhou C, Wu Y, Thappeta KRV, Subramanian JTL, Pranantyo D, Kang ET, et al. In vivo anti-biofilm and anti-bacterial non-leachable coating thermally polymerized on cylindrical catheter. *ACS applied materials & interfaces*. 2017;9(41):36269–80.
 17. Gunardi WD, Karuniawati A, Umbas R, Bardosono S, Lydia A, Soebandrio A, et al. Biofilm-producing bacteria and risk factors (gender and duration of catheterization) characterized as catheter-associated biofilm formation. *International Journal of Microbiology*. 2021;2021(1)
 18. Didem K, Kustimur AS, SAĞIROĞLU M, KALKANCI A. Evaluation of antimicrobial durability and anti-biofilm effects in urinary catheters against *Enterococcus faecalis* clinical isolates and reference strains. *Balkan medical journal*. 2017;34(6):546–52.
 19. Illiyin Z, Prayekti E, Sumarsono T. Systematic Literature Review: Penggunaan Lapisan Antibakteri Untuk Menghambat Pertumbuhan Bakteri Pembentuk Biofilm Pada Kateter. In: National Conference for Ummah. Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya; 2020;1(1).
 20. Tarchouna M, Ferjani A, Ben-Selma W, Boukadida J. Distribution of uropathogenic virulence genes in *Escherichia coli* isolated from patients with urinary tract infection. *International journal of infectious diseases : IJID : official publication of the International Society for Infectious Diseases*. 2013 Mar 16;17.