

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Trakeostomi merupakan suatu prosedur *life saving* yang dilakukan pada pasien dengan kondisi kritis baik karena obstruksi jalan napas atau pada pasien yang membutuhkan bantuan ventilasi mekanis jangka panjang yang disebabkan karena gagal napas.^{1,2} Trakeostomi didefinisikan sebagai tindakan pembukaan dinding anterior leher guna mencapai trakea sebagai jalan pintas untuk bernafas.^{3,4}

Trakeostomi merupakan salah satu prosedur bedah tertua yang tercatat sejak 3000 tahun sebelum Masehi (SM) di Mesir.⁵ Tindakan trakeostomi modern diperkenalkan pada awal abad ke-20 oleh Chevalier Jackson dimana ia meletakkan dasar-dasar operasi trakeostomi dan masih tetap dipedomani hingga saat ini.^{2,6} Secara global, jumlah trakeostomi yang dilakukan meningkat karena kecenderungan peningkatan penyakit seperti karsinoma laring, karsinoma nasofaring, atau paralisis plika vokalis yang dapat menyebabkan obstruksi jalan napas bagian atas.⁷

Trakeostomi dilakukan lebih dari 12.000 kasus setiap tahun di Inggris, baik sebagai prosedur yang elektif maupun darurat.⁸ Di Amerika Serikat trakeostomi dilakukan lebih dari 110.000 kasus setiap tahunnya.⁹ Trakeostomi diperkirakan dilakukan sebanyak 150 sampai dengan 300 kali per 100.000 pasien rawat inap di Amerika Serikat.⁷ Tindakan trakeostomi merupakan prosedur yang aman dan angka kematian kurang dari 5%.⁷ Didapatkan data di Subdivisi Laring Faring THT-KL RSUP Dr M Djamil Padang jumlah pasien yang dilakukan trakeostomi pada periode Januari 2023 sampai dengan Desember 2023 sebanyak 239 pasien.*

Trakeostomi diindikasikan pada keadaan sumbatan jalan napas atas, seperti adanya tumor pada saluran pernafasan atas, paralisis plika vokalis, pasien dengan kelainan neurologi, trauma pada saluran pernapasan atas, menjaga patensi jalan napas untuk mencegah terjadinya aspirasi ke saluran pernapasan bawah pada pasien dengan penurunan kesadaran, mengurangi *dead space area*, *prolong* intubasi, dan mempermudah pengisapan sekret.^{3,6,8}

Komplikasi dari tindakan trakeostomi antara lain perdarahan, infeksi, pneumotoraks, stenosis jalan napas akibat jaringan granulasi, trakeomalasia,

emfisema subkutis, dekanulasi aksidental dan fistula trakeoesofageal.^{3,10,11} Trakeostomi memiliki komplikasi serius yang perlu ditangani mulai dari infeksi saluran pernapasan bawah berulang hingga sepsis yang mengancam nyawa.⁵ *The Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)* memperkirakan lebih dari 65% infeksi kronis bakteri pada manusia berkaitan dengan biofilm dan menurut *National Institutes of Health* angka tersebut bahkan hampir mencapai 80%.¹² Penelitian menunjukkan bahwa lebih dari 60% infeksi yang didapat di rumah sakit disebabkan oleh bakteri pembentuk biofilm pada peralatan medis.¹³ Penelitian menunjukkan biofilm terdapat pada peralatan medis yang terpasang pada pasien dengan persentase lebih dari 60%. Beberapa penelitian mendapatkan angka 73%, 90% dan 95% terdapatnya pembentukan biofilm pada prosthesis medis.¹ Adanya biofilm pada perangkat biomedis yang terpasang pada pasien seperti prosthesis ortopedi, kateter urin, kateter intravaskular, dan implan gigi, telah dikenal selama dekade terakhir. Pembentukan biofilm pada kanul trakeostomi belum diteliti dengan baik.¹⁴

Kanul trakeostomi digunakan untuk memfasilitasi pemberian ventilasi tekanan positif, menyediakan jalan napas yang paten pada pasien obstruksi jalan napas bagian atas dan untuk menyediakan akses ke saluran pernapasan bagian bawah untuk memudahkan pembersihan jalan napas.¹⁵ Kanul trakeostomi sering menampung mikroorganisme yang dapat menyebabkan infeksi pada stoma dan pembentukan jaringan granulasi.⁵ Di lingkungan yang sarat akan bakteri seperti di saluran nafas bagian atas, kanul trakeostomi dengan cepat mengakumulasi sekresi dari pernapasan dan biofilm. Biofilm ini dapat meningkatkan risiko infeksi.¹⁶ Menurut penelitian yang dilakukan oleh Raveendra dkk,¹ didapatkan 57% sampel dari kanul trakeostomi pasien memproduksi biofilm. Kanul yang berada di stoma trakeostomi, merupakan suatu prosthesis yang berpotensi untuk pertumbuhan bakteri pada permukaan kanul sehingga dapat menimbulkan pertumbuhan biofilm pada kanul trakeostomi. Transmisi biofilm ke saluran napas bagian bawah menyebabkan komplikasi berat seperti pneumonia atau sepsis.^{1,16} Penggunaan kanul trakeostomi jangka panjang dapat meningkatkan risiko komplikasi.⁷

Kanul selalu terkena cairan dari stoma dan trakea yang kaya akan bakteri yang menyebabkan perubahan signifikan pada biomaterial. Perubahan permukaan

kanul menyebabkan adhesi bakteri menjadi lebih mudah, sehingga perlekatan bakteri akan ireversibel. Perubahan biomaterial dalam kanul menyebabkan efek substratum yang dapat meningkatkan perlekatan bakteri ke permukaan yang lebih kasar.^{17,18} Kanul trakeostomi yang digunakan terkena cairan dari mukosa trakea yang mengandung beberapa enzim, antioksidan, dan bakteri, yang dapat dengan cepat berkumpul dan membentuk biofilm yang menutupi permukaan kanul. Seiring dengan perjalanan waktu, lingkungan bakteriologis yang kompleks dari trakea dapat mempengaruhi integritas struktur dari kanul trakeostomi.¹⁹

Degradasi kanul trakeostomi merupakan hasil dari interaksi yang kompleks antara polimer pada kanul dan faktor lingkungan. Degradasi ini dapat diperburuk oleh kontaminan pada permukaan kanul seperti biofilm.¹⁶ Menurut Backman dkk yang dikutip oleh Baki dkk,²⁰ pembentukan biofilm pada kanul trakeostomi dapat menyebabkan kerusakan kanul. Kanul trakeostomi bagian luar secara rutin diganti karena sejumlah alasan. Penggantian kanul trakeostomi secara teratur membantu dalam pencegahan pembentukan jaringan granulasi pada stoma, penyumbatan pada kanul, penggantian kanul terutama dilakukan untuk mengurangi tingkat kemungkinan infeksi. Dalam kasus yang darurat, penggantian kanul kadang dilakukan ketika kanul tersumbat atau terlepas. Pembentukan biofilm adalah alasan untuk penggantian kanul trakeostomi reguler karena diyakini biofilm menyebabkan kerusakan pada permukaan kanul. Kanul bagian dalam trakeostomi diganti setiap hari atau lebih sering untuk mencegah terjadinya penumpukan sekret.^{19,21}

Kanul trakeostomi dapat terbuat dari metal / logam (*silver* atau *stainless steel*) atau plastik (*polyvinyl chloride* atau *silicone*), kanul dengan atau tanpa *cuff*, *unfenestrated* atau *fenestrated*. Pemilihan kanul tergantung pada usia, kondisi anatomis pasien dan kebutuhan medis pasien. Diameter luar dari kanul tidak melebihi 2/3 sampai dengan 3/4 dari diameter lumen trakea, hal ini dapat menghindari kontak kanul dengan dinding trakea yang dapat menyebabkan kerusakan pada dinding trakea.³ Kanul yang terbuat dari logam terbuat dari perak atau *stainless steel*. Bahan tersebut tidak digunakan secara umum karena biaya yang lebih tinggi, bentuk yang kaku, tidak adanya *cuff* dan tidak ada konektor untuk dihubungkan ke mesin ventilator.¹⁵ Kanul trakeostomi yang paling umum digunakan saat ini terbuat dari polivinil klorida (*PVC*) atau silikon. *PVC*

menyesuaikan pada suhu tubuh, sesuai dengan anatomi pasien sehingga kanul berada terpusat di trakea. Silikon merupakan bahan yang lunak dan tidak terpengaruh oleh suhu, tahan terhadap kolonisasi dan pembentukan biofilm.¹⁵

Menurut Kumarasinghe dkk,²¹ kanul trakeostomi bagian luar pasien dewasa secara rutin dinilai dan diganti biasanya dalam waktu 4 minggu setelah trakeostomi dan kemudian diganti setiap 4 minggu hingga waktu 3 bulan setelahnya, tergantung pada penilaian klinis. Menurut Saravanam dkk,⁵ waktu ideal untuk mengganti kanul trakeostomi dalam rentang waktu 1 bulan. Namun, ada variasi antara masing-masing institusi mengenai jangka waktu tertentu kanul trakeostomi dewasa harus di *follow up* atau diganti. Pedoman dan protokol dari berbagai rumah sakit di *National Health Service* Amerika Serikat, Kanada, Eropa dan Australia serta *Global Tracheostomy Collaborative* menunjukkan tidak ada kesatuan dalam rekomendasi untuk perubahan kanul trakeostomi dan belum ada konsensus mengenai frekuensi penggantian kanul trakeostomi pada stoma yang sudah terbentuk.^{21,22}

Biofilm merupakan struktur tiga dimensi yang kompleks terdiri dari bakteri yang hidup dalam matriks ekstraseluler yang terbuat dari polisakarida, asam nukleat dan protein.¹ Matriks ekstraselular inilah yang membedakan biofilm dengan kolonisasi bakteri lainnya.¹² Kolonisasi bakteri yang berada dalam matriks polimer ekstraseluler biofilm dapat melekat pada permukaan hidup atau pada permukaan abiotik. Perilaku dari kolonisasi bakteri dengan membentuk biofilm muncul sebagai strategi adaptasi untuk bertahan hidup di lingkungan yang tidak menguntungkan.²³ Di dalam biofilm bakteri berinteraksi satu sama lain dengan memproduksi partikel kemotaksis atau *pheromones* atau feromon yang disebut dengan *Quorum Sensing* (QS). Mikroorganisme yang tumbuh dalam biofilm lebih tahan terhadap agen antimikroba daripada saat mikroorganisme dalam bentuk sel planktonik.^{1,24}

Infeksi yang disebabkan oleh biofilm sulit untuk diatasi karena zat polimer yang diekskresikan dalam biofilm dapat meningkatkan resistensi bakteri terhadap antibiotik hingga 10-1000 kali lipat dan mencegah antibiotik mencapai bakteri tersebut.^{12,25} Beberapa faktor yang memungkinkan hal tersebut terjadi adalah karena adanya struktur *Biofilm-Typical Exopolysaccharide (EPS)* yang menurunkan kemampuan penetrasi antibiotik pada sel target, lambatnya pertumbuhan dan metabolisme biofilm dan heterogenitas pada sel biofilm.¹²

Bakteri-bakteri yang memiliki kemampuan untuk membentuk biofilm antara lain *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus viridans*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis* dan *Pseudomonas aeruginosa*.²⁴ Penelitian menunjukkan spesies *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Acinetobacter* sebagai organisme yang umumnya membentuk biofilm pada kanul trakeostomi.¹ Menurut penelitian yang dilakukan oleh Cader dkk,²⁶ *Pseudomonas aeruginosa* (36%) adalah mikroorganisme yang paling umum didapatkan pada kanul trakeostomi, diikuti *Acinetobacter baumannii* (26%), *Klebsiella pneumoniae* (9,2%), *Proteus mirabilis* (2,7%), *Staphylococcus aureus* (2,7%), *Escherichia coli* (1,8%), *Enterobacter* (1,8%).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hutaeruk dkk,²⁵ *Pseudomonas aeruginosa* (23,3%) adalah mikroorganisme yang paling umum memproduksi biofilm pada kanul trakeostomi kelompok studi mereka, diikuti *Klebsiella pneumoniae* (16,7%), *Proteus mirabilis* (13,3%), *Acinetobacter baumannii* (10%), dan *Escherichia coli* (10%). Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Raveendra dkk,¹ *Acinetobacter baumannii* (45%) merupakan bakteri penghasil biofilm yang paling umum diisolasi pada kanul trakeostomi, diikuti oleh *Klebsiella pneumoniae* (20%), *Staphylococcus aureus* (15%), *Pseudomonas aeruginosa* (10%), dan *Escherichia coli* (10%). Organisme seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococci* dan *Escherichia coli* berhubungan dengan infeksi yang disebabkan oleh bahan dari benda asing, seperti kontaminasi dari implan, kateter, lensa kontak dan prosthesis.¹³

Pseudomonas aeruginosa merupakan bakteri aerob yang dapat bertahan hidup di perangkat medis dengan menggunakan faktor pengikat seperti flagela, pili, dan biofilm. Bakteri ini membuat adhesi, kolonisasi dan membentuk biofilm. *P. aeruginosa* merupakan patogen oportunistik penghasil biofilm yang sering menyebabkan infeksi saluran pernapasan bagian bawah. Bakteri ini menjadi penyebab penting infeksi nosokomial dan resistensi antibiotik.^{14,25,27}

Pembentukan biofilm dari *Pseudomonas aeruginosa* adalah salah satu penentu virulensi yang paling penting. *P. aeruginosa* membuat koloni pada permukaan bahan medis dan membentuk biofilm yang menyebabkan infeksi kronis

karena meningkatnya resistensi terhadap antibiotik, desinfektan, dan sistem kekebalan tubuh. Biofilm bertanggung jawab atas berbagai penyakit menular, misalnya pneumonia yang disebabkan oleh *P. aeruginosa*.^{14,27} Infeksi yang paling umum dilaporkan pada pasien dengan trakeostomi adalah infeksi saluran pernapasan dengan insidensi antara 4 hingga 28%.²⁶ Menurut Acharya dkk,²⁸ insidensi pneumonia sebagai komplikasi dari trakeostomi adalah 10%. Didapatkan data di instalasi rekam medis RSUP Dr M Djamil Padang, insidensi pasien pneumonia pada pasien rawat inap pada tahun 2023 adalah sebesar 4,6%.** *P. aeruginosa* dan *S. aureus* ditemukan sebagai organisme yang paling umum terdapat pada hasil kultur dan terkait dengan infeksi saluran pernapasan. Kultur swab positif tidak selalu mengindikasikan infeksi aktif. Namun, hal ini menunjukkan adanya kolonisasi, yang merupakan faktor risiko yang cukup besar untuk terjadinya infeksi aktif.²¹

Menurut data yang terdapat dalam literatur saat ini, *Klebsiella pneumoniae* menjadi salah satu patogen bakteri yang paling sering dilaporkan dari semua mikroorganisme gram negatif yang mampu membentuk biofilm pada biomaterial. *K. pneumoniae* merupakan bakteri yang dominan didapatkan dari pasien trakeostomi. *K. pneumoniae* adalah patogen oportunistik yang bertanggung jawab atas infeksi yang didapat di rumah sakit dan didapat di masyarakat, seperti pneumonia, infeksi saluran kemih (ISK) dan abses hepar piogenik. Bakteri ini mampu membentuk biofilm, yaitu, agregat sel bakteri yang tertanam dalam matriks yang diproduksi oleh bakteri itu sendiri yang terdiri dari *extracellular polymeric substance (EPS)* / zat polimer ekstraseluler dan yang menempel satu sama lain dan atau ke permukaan. EPS adalah struktur kompleks yang terdiri dari polisakarida, protein dan DNA. Faktor virulensi penting yang berkontribusi terhadap pembentukan biofilm pada *K. pneumoniae* adalah polisakarida kapsuler.²⁹ Menurut penelitian yang dilakukan oleh Scibik dkk,³⁰ *K. pneumoniae* terdapat sebanyak 23,8% pada kanul trakeostomi pasien.

Staphylococcus aureus adalah organisme oportunistik yang merupakan patogen utama pada manusia yang menyebabkan banyak infeksi klinis. Patogen ini dapat menyebabkan bakteremia, infeksi kulit dan jaringan lunak, radang dan infeksi paru-paru. Infeksi *S. aureus* terkait biomaterial / *biomaterial-associated infections*

(BAI) yang dihasilkan dari perangkat medis yang umum digunakan, termasuk kanul trakeostomi. BAI adalah konsekuensi dari kolonisasi berbagai mikroorganisme pada biomaterial.^{31,32} BAI merupakan penyebab sekitar 65-80% infeksi pada manusia.³⁰ Perawatan pasien yang tidak tepat dan penggantian kanul trakeostomi yang terlalu jarang dapat menyebabkan kolonisasi lalu terjadi translokasi mikroorganisme ke saluran pernafasan bagian bawah yang menginisiasi proses inflamasi. *S. aureus* merupakan bakteri yang umum membuat koloni pada kanul trakeostomi dan merupakan agen etiologi dalam patogenesis infeksi saluran pernapasan pada pasien yang menjalani operasi trakeostomi. Kemampuan *S. aureus* untuk membentuk biofilm pada permukaan biomaterial dianggap sebagai salah satu faktor utama virulensi.³¹ Menurut penelitian yang dilakukan oleh Scibik dkk,³⁰ *S. aureus* terdapat sebanyak 35,5% pada kanul trakeostomi pasien.

Acinetobacter baumannii merupakan patogen penting yang menyebabkan berbagai infeksi nosokomial seperti infeksi kulit dan jaringan lunak, infeksi pada luka, infeksi saluran kemih dan pneumonia. Tingkat keparahan infeksi *A. baumannii* mulai dari ringan hingga mengancam jiwa dengan tingkat kematian berkisar antara 8% hingga 35%. *A. baumannii* merupakan patogen yang menghasilkan biofilm pada permukaan seperti kanul trakeostomi.^{1,33} Menurut penelitian yang dilakukan oleh Onnebrink dkk,³³ *A. baumannii* terdapat sebanyak 19,2% pada pasien yang menjalani operasi trakeostomi.

Pemeriksaan kultur bakteri menjadi *gold standard* untuk mengidentifikasi bakteri, identifikasi bakteri berpegang pada metode kultur bakteri, mikroskopik maupun dengan reaksi biokimia.^{34,35} Metode pemeriksaan untuk mendeteksi pembentukan biofilm antara lain dengan metode *Tissue Culture Plate (TCP) / Plate* kultur jaringan, metode *Tube (TM) / tabung* dan metode *Congo Red Agar (CRA)*. Pemeriksaan ini memiliki keuntungan dan kekurangan serta memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang berbeda.^{12,36} Metode *Tissue Culture Plate (TCP) / plate* kultur jaringan merupakan metode pemeriksaan kuantitatif yang handal dan paling banyak digunakan untuk mendeteksi pembentukan biofilm serta direkomendasikan sebagai metode skrining untuk mendeteksi bakteri penghasil biofilm di laboratorium dibandingkan dengan metode *Tube Method (TM)* dan metode *Congo Red Agar (CRA)*.^{24,36} Biofilm yang diperiksa dinilai sebagai negatif, positif lemah, positif

sedang, dan positif kuat berdasarkan nilai *Optical Density (OD)* / kerapatan optik dengan menggunakan metode ELISA.³⁶ Metode *TCP* dilakukan sesuai pedoman Christensen dkk, dianggap sebagai metode *gold-standard* / standar emas untuk deteksi biofilm.³⁷

Berdasarkan uraian di atas dan belum adanya penelitian mengenai biofilm bakteri dengan metode *plate* kultur jaringan pada usapan kanul trakeostomi pasien minggu keempat. Hal ini menyebabkan pemahaman tentang biofilm pada kanul trakeostomi belum dapat dipahami sepenuhnya dan belum adanya data mengenai biofilm pada kanul trakeostomi yang terpasang pada pasien di RSUP Dr. M. Djamil Padang dengan menggunakan teknik pemeriksaan *gold standard plate* kultur jaringan sehingga peneliti berkeinginan melakukan penelitian deteksi biofilm bakteri pada usapan kanul trakeostomi pasien dengan metode *plate* kultur jaringan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian singkat pada latar belakang di atas, dapat dirumuskan bahwa masalah pada penelitian ini apakah terdapat biofilm bakteri pada usapan kanul trakeostomi pasien minggu keempat.

1.3 Hipotesis Penelitian

Terdapat biofilm bakteri pada usapan kanul trakeostomi pasien minggu keempat.

1.4 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui adanya biofilm bakteri pada usapan kanul trakeostomi pasien.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui jenis bakteri pada usapan kanul trakeostomi pasien minggu keempat dengan metode kultur bakteri
2. Mengetahui biofilm bakteri pada usapan kanul trakeostomi pasien minggu keempat dengan metode *plate* kultur jaringan

1.5.1 Manfaat Penelitian

1.5.1 Bidang Akademik

Penelitian ini diharapkan memberikan pengetahuan mengenai biofilm bakteri pada usapan kanul trakeostomi pasien dengan metode *gold standard plate* kultur jaringan.

1.5.2 Bidang Pelayanan

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk pencegahan infeksi respiratorik pada pasien terpasang kanul trakeostomi, meningkatkan trakeostomi *care*, edukasi mengenai perawatan kanul pada pasien dan keluarga yang merawat pasien serta sebagai saran pertimbangan waktu untuk penggantian kanul trakeostomi.

1.5.1 Bidang Penelitian

Deteksi biofilm bakteri dengan metode *gold standard plate* kultur jaringan pada pasien terpasang kanul trakeostomi minggu keempat dan menjadi landasan untuk penelitian klinis lebih lanjut.

