

University of Groningen

Bacterial transmission

Gusnaniar

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2017

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Gusnaniar (2017). *Bacterial transmission*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. Rijksuniversiteit Groningen.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Ringkasan



Adhesi bakteri (*bacterial adhesion*) merupakan pokok permasalahan di berbagai bidang misalnya di biomedis, domestik dan industri karena adhesi bakteri merupakan cikal bakal terbentuknya biofilm dipermukaan material. Biofilm merupakan kumpulan bakteri yang terselimuti oleh matriks polimer ekstra seluler (EPS). Transmisi bakteri dari satu permukaan ke permukaan yang lain adalah penyebab terjadinya kontaminasi bakteri diberbagai bidang. Proses transmisi ini melibatkan dua hal yaitu adhesi bakteri di permukaan resipien sesaat setelah pelepasan bakteri dari permukaan donor material. Sebagaimana diketahui bahwa bakteri cenderung tumbuh sebagai biofilm yang bersifat merugikan, sehingga penelitian tentang mekanisme transmisi bakteri dan biofilm serta mekanisme pencegahan proses tersebut sangat diperlukan di era sekarang ini.

Bab 1 menguraikan tentang mekanisme transmisi bakteri dan penjelasan tentang pentingnya proses tersebut. Oleh karena itu, tujuan tesis ini adalah mempelajari efek dari berbagai faktor ekstrinsik dan faktor intrinsik yang mempengaruhi transmisi bakteri dari permukaan donor yang dilapisi oleh biofilm. Faktor ekstrinsik yang diteliti adalah permukaan resipien yang memiliki nanostruktur material, serta efek gaya tekan dan gaya geser yang diaplikasikan selama proses transmisi berlangsung. Sedangkan faktor intrinsik yang diteliti adalah strain bakteri, terutama peran sifat viskoelastis EPS bakteri pada proses transmisi bakteri.

Bab 2 menjelaskan tentang perbedaan transmisi biofilm *Staphylococcus epidermidis* yang memproduksi EPS dan *S. epidermidis* yang tidak memproduksi EPS ketika gaya tekan yang tinggi dan gaya tekan rendah diaplikasikan pada proses transmisi bakteri pada bahan *stainless steel*. Ketebalan biofilm donor dan biofilm resipien diukur sebelum dan sesudah proses transmisi. Setelah pengukuran ketebalan biofilm

menggunakan *optical coherence tomography* dilakukan, biofilm donor dan resipien masing-masing dicampur bersama larutan penyangga (*buffer*). Proses ini dilakukan untuk enumerasi bakteri yang ada pada biofilm donor dan biofilm resipien dengan menggunakan Bürker-Türk bilik hitung. *Confocal laser scanning microscopy* (mikroskop pemindai berteknologi laser konfokal) serta *two photon laser scanning microscopy* (mikroskop pemindai berteknologi dua laser konfokal) juga digunakan untuk melihat lapisan biofilm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa setelah proses transmisi, permukaan donor material masih dilapisi oleh biofilm yang lebih tipis dibandingkan sebelum transmisi. Ini menunjukkan bahwa mekanisme transmisi biofilm terjadi karena fraktur kohesif pada biofilm. Ketika ketebalan biofilm donor dan resipien dijumlahkan setelah proses transmisi, hasilnya tidak mencapai nilai ketebalan donor biofilm sebelum proses transmisi. Pola yang sama juga ditemukan dengan enumerasi bakteri yang ada di dalam biofilm sebelum dan setelah proses transmisi. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa biofilm menjadi lebih kompak setelah proses transmisi, khususnya untuk strain yang tidak menghasilkan EPS. Ketika gaya tekan tinggi diaplikasikan di proses transmisi, perpaduan antara ketebalan biofilm dan jumlah bakteri yang ada didalam biofilm per unit substrata menunjukkan bahwa terjadi peningkatan densitas volume bakteri antara $0.20 \mu\text{m}^{-3}$ sampai $0.52 \mu\text{m}^{-3}$ untuk transmisi bakteri yang tidak menghasilkan EPS. Sedangkan untuk bakteri yang menghasilkan EPS, kisaran densitas volume yang dihasilkan adalah $0.17 \mu\text{m}^{-3}$, yang nilainya hampir sama dengan kondisi sebelum dan setelah proses transmisi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 3 tahap dalam transmisi biofilm yaitu: 1) gaya tekan mengakibatkan kompaksi biofilm; 2) pemisahan biofilm dari donor ke resipien; 3) lapisan biofilm

mengalami relaksasi karena viskoelasitas EPS. Kondisi ini menyebabkan densitas volume biofilm kembali menyerupai kondisi pre-transmisi.

Sebagaimana diketahui bahwa terdapat 2 jenis gaya yang dapat mempengaruhi transmisi bakteri, yaitu gaya tekan (*compressive stress*) dan gaya geser (*shear stress*).

Transmisi bakteri umumnya terjadi karena adanya gaya tekan (*compressive stress*), seperti yang telah dijelaskan di **bab 2**. Transmisi bakteri karena adanya gaya geser (*shear stress*) seharusnya juga dipertimbangkan memiliki peran yang sama dengan gaya tekan pada proses transmisi bakteri, mengingat banyaknya proses yang melibatkan jenis gaya ini seperti proses pemotongan daging yang menggunakan mesin modern, pemasangan kateter vena sentral, pemasangan kateter urin yang dapat menarik bakteri yang berada di area periuretra berpindah ke permukaan kateter. Oleh sebab itu, di **bab 3** mengemukakan tentang alat yang diciptakan untuk mempelajari transmisi biofilm yang dipengaruhi oleh gaya geser. Proses ini membandingkan transmisi antara bakteri jenis stafilocokus yang memproduksi EPS dan yang tidak memproduksi EPS. Transmisi biofilm dilakukan dari pipa stainless steel ke potongan karet silikon yang berbentuk tabung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transmisi biofilm dari permukaan donor ke permukaan resipien tidak melibatkan keseluruhan lapisan biofilm, menunjukkan bahwa transmisi biofilm terjadi karena adanya fraktur kohesif pada biofilm, dan tidak disebabkan oleh fraktur adhesif biofilm yang berada pada permukaan lapisan donor. Transmisi biofilm berlangsung secara gradual di sepanjang permukaan resipien. Transmisi pada umumnya terjadi pada 50 cm pertama di permukaan resipien material. Ketika kecepatan geser (*shearing velocity*) ditingkatkan, transmisi bakteri yang tidak menghasilkan EPS menurun tidak secara linear di sepanjang 50cm kedua, yang disebabkan oleh

menipisnya lapisan biofilm. Sedangkan untuk bakteri penghasil EPS, transmisi bakteri di sepanjang 50 cm-kedua tidak dipengaruhi oleh meningkatnya kecepatan geser. Hal ini disebabkan adanya lubrikasi EPS dan relaksasi dari EPS yang menyebabkan donor terus menerus memiliki kontak dengan permukaan material resipien. Transmisi bakteri dengan pola yang tidak linear yang dipengaruhi oleh kecepatan geser yang tinggi adalah hal yang baru ditemukan dan relevan dengan aplikasi yang ada disekitar seperti pada alat pemotong makanan yang berkecepatan tinggi dan pada industri kemasan makanan.

Rumah sakit dan pelayanan kesehatan yang dilakukan di rumah memiliki resiko infeksi nosokomial yang tinggi. Oleh karena itu, riset tentang modifikasi permukaan material yang digunakan untuk mencegah resiko infeksi noskomial menarik perhatian para peneliti. Sejalan dengan hal tersebut, kami menguraikan tentang transmisi biofilm bakteri penghasil EPS dan yang tidak menghasilkan EPS di **bab 4** yang mana transmisi berlangsung antara silika yang permukaannya halus sebagai donor dan silika yang memiliki nano-pilar di permukannya sebagai resipien. Sebelum transmisi berlangsung, permukaan material donor diselimuti oleh biofilm stafilocokus. Setelah transmisi, hanya sebagian permukaan donor dan permukaan resipien yang diselimuti oleh biofilm, yang mengindikasikan bahwa terjadi fraktur adhesi antara biofilm dan permukaan donor serta fraktur kohesif didalam biofilm tersebut. Sebelum transmisi, strain stafilocokus penghasil EPS memiliki jumlah bakteri dua kali lebih sedikit dibandingkan strain stafilocokus yang tidak menghasilkan EPS per unit volume. Setelah transmisi, perbedaan jumlah bakteri yang tertinggal di permukaan donor material antara kedua strain tersebut semakin besar. Hal ini disebabkan karena densitas strain yang tidak menghasilkan EPS meningkat. Ini menunjukkan bahwa terjadi kompresi

(*compression*) pada biofilm strain yang tidak menghasilkan EPS setelah transmisi. Disisi lain, EPS dihasilkan lebih banyak oleh strain penghasil EPS selama proses transmisi berlangsung dan struktur biofilm strain tersebut bisa kembali ke bentuk semula karena sifat viskoelastis dari EPS yang dihasilkan.

Adhesi bakteri sering dijelaskan menggunakan termodinamika permukaan dan analisis gaya adhesi. Akan tetapi, transmisi bakteri tetap saja berbeda secara mekanis dengan proses adhesi. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa transmisi melibatkan pelepasan bakteri dari permukaan donor diikuti dengan adhesi bakteri di permukaan resipien. Olehnya itu, pada bab pembahasan (**bab 5**), pendekatan menggunakan termodinamika permukaan yang dibandingkan dengan analisis gaya adhesi yang digunakan pada mikroskop gaya atom (*Atomic force microscopy*) serta probabilitas transmisi berdasarkan analisis adhesi bakteri yang menggunakan analisis Weibull dengan menggunakan pendekatan yang sesuai untuk menjelaskan proses transmisi. Analisis termodinamika permukaan yang dibandingkan dengan analisis gaya adhesi akan membedakan antara transmisi bakteri monolayer dan biofilm. Dengan membandingkan adhesi dan transmisi, pemahaman terhadap transmisi akan lebih baik sehingga mendorong peneliti untuk lebih mempertimbangkan apakah model adhesi atau model transmisi yang paling sesuai untuk diaplikasikan pada bidang tertentu, dan tidak hanya bergantung pada model analisis adhesi semata.

