

Pengaruh Probiotik Dan Metabolit *Lactiplantibacillus plantarum* Dad-13 Terhadap Pertumbuhan dan Pembentukan Biofilm *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591

Effect of Probiotics and Metabolites Lactiplantibacillusplantarum Dad-13 on Growth and Biofilm Formation of E. coli ATCC 8739 and S. aureus ATCC 33591

Rini Purbowati^{1*}, Agusniar Furkani Listyawati², Masfufatun Masfufatun³, Lusiani Tjandra⁴, Noer Kumala Indahsari³

¹Departemen Biomedik, Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

²Departemen Mikrobiologi dan Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

³Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

⁴Departemen Farmakologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

*Korespondensi Penulis:

Rini Purbowati, rini.purbowati@uwks.ac.id

Abstrak

Latar belakang: Infeksi bakteri banyak terjadi di negara-negara berkembang, dengan angka kesakitan dan kematian yang meningkat. *E. coli* dan *S. aureus* merupakan bakteri penyebab infeksi serius pada berbagai penyakit yang terdapat di masyarakat serta di rumah sakit. Penggunaan antimikroba yang tidak tepat untuk mengobati infeksi bakteri telah menjadi penyebab utama timbulnya resistensi antibiotik pada banyak patogen. Probiotik dan juga postbiotik dapat digunakan sebagai alternatif pengganti antibiotik. **Tujuan:** untuk mengetahui pengaruh probiotik dan postbiotic *Lactiplantibacillus plantarum* Dad-13 terhadap pertumbuhan dan pembentukan biofilm *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591. **Metode:** penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratories. Uji aktivitas antibakteri dan antibiofilm dari probiotik dan postbiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 terhadap *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591 dilakukan dengan konsentrasi 25, 50, 75 dan 100 %. Analisis terhadap perubahan pertumbuhan dan biofilm yang terbentuk diukur melalui serapan OD pada panjang gelombang 490 nm menggunakan *microplates reader* **Hasil:** Uji aktivitas antibakteri probiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 hanya sedikit menunjukkan penurunan pertumbuhan atau OD, kecuali pada konsentrasi 25 % terhadap *E. coli* ATCC 8739. Uji aktivitas antibiofilm probiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 menunjukkan penurunan biofilm yang nyata baik terhadap *E. coli* ATCC 8739 maupun *S. aureus* ATCC 33591. Uji aktivitas antibakteri postbiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 menunjukkan hanya sedikit penurunan pertumbuhan atau OD, terhadap *E. coli* ATCC 8739 maupun *S. aureus* ATCC 33591. Uji aktivitas antibiofilm postbiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 juga hanya sedikit menunjukkan penurunan biofilm baik terhadap *E. coli* ATCC 8739 maupun *S. aureus* ATCC 33591 **Kesimpulan:** Probiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 menunjukkan pengaruh sebagai antibakteri yang lemah, namun menunjukkan antibiofilm yang kuat terhadap terhadap *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591. Postbiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 menunjukkan pengaruh sebagai antibakteri yang lemah dan juga antibiofilm terhadap *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591.

Kata kunci: *E. coli* ATCC 8739, *S. aureus* ATCC 33591, biofilm, *L. plantarum* DAD 13

Abstract

Background: Bacterial infections often occur in developing countries, with increasing morbidity and mortality rates. *E. coli* and *S. aureus* cause serious infections in the community and hospitals. The inappropriate use of antimicrobials to treat bacterial infections has been a significant cause of the emergence of antibiotic resistance in many pathogens. Probiotics and postbiotics can be used as an alternative to antibiotics. **Objective:** to determine the effect of probiotics and postbiotics *Lactiplantibacillus plantarum* Dad-13 on *E. coli* ATCC 8739 and *S. aureus* ATCC 33591 growth and biofilm formation. **Methods:** This research is a laboratory experiment to test the antibacterial and antibiofilm activity of probiotic and postbiotic *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 against *E. coli* ATCC 8739 and *S. aureus* ATCC 33591 was carried out in 96-well microtiter plates with 25, 50, 75 and 100% concentrations. Analysis of growth and biofilm formation changes was measured through OD absorption at a wavelength of 490 nm using a microplate reader. **Results:** The antibacterial activity test of probiotic *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 showed a slight decrease in growth or OD, except at 25% concentration against *E. coli* ATCC 8739. The antibiofilm activity test of probiotic *L. plantarum* subsp. *plantarum*

Dad-13 showed a significant decrease in biofilm against *E. coli* ATCC 8739 and *S. aureus* ATCC 33591. Postbiotic antibacterial activity test of *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 showed a slight decrease in growth or OD against *E. coli* ATCC 8739 and *S. aureus* ATCC 33591. The antibiofilm activity test of postbiotic *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 also showed little reduction in biofilm against either *E. coli* ATCC 8739 or *S. aureus* ATCC 33591 **Conclusion:** Probiotic *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 showed weak antibacterial activity but strong antibiofilm against *E. coli* ATCC 8739 and *S. aureus* ATCC 33591. Postbiotic *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 showed weak antibacterial activity and antibiofilm against *E. coli* ATCC 8739 and *S. aureus* ATCC 33591.

Key words: *E. coli* ATCC 8739, *S. aureus* ATCC 33591, biofilm, *L. plantarum* DAD 13

Pendahuluan

Infeksi bakteri banyak terjadi di negara-negara berkembang, dengan angka kesakitan dan kematian yang meningkat.¹ *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri penyebab infeksi serius berbagai penyakit yang terdapat di masyarakat serta di rumah sakit. *E. coli* merupakan bakteri basil Gram negatif sebagai penyebab banyak penyakit diare, disentri, sistitis, dan juga penyakit ekstraintestinal lainnya.² *S. aureus* sebagai patogen utama penyebab infeksi pada aliran darah, kulit dan jaringan lunak, saluran pernapasan bagian bawah, osteomyelitis, endokarditis dan infeksi yang berkaitan dengan instrumentasi medis.³ *E. coli* dan *S. aureus* diketahui mampu membentuk biofilm ketika berada pada lingkungan yang menguntungkan dan dapat melakukan pertukaran faktor penentu resistensi.⁴ Pembentukan biofilm terjadi karena serangkaian peristiwa perkembangan termasuk adhesi bakteri, agregasi, pematangan biofilm, dan dispersi, yang dikendalikan oleh berbagai sistem pengaturan.⁵

Secara umum, antibiotik merupakan cara paling populer untuk mencegah dan mengobati infeksi bakteri. Namun, penggunaan antimikroba ini telah menjadi penyebab utama timbulnya resistensi antibiotik pada banyak patogen.⁶ Resistensi antibiotik dapat mempersulit pencegahan dan pengobatan efektif terhadap semakin banyaknya infeksi yang disebabkan oleh bakteri¹ sehingga diperlukan senyawa antimikroba baru. Probiotik digunakan sebagai suplemen makanan sebagai alternatif pengganti antibiotik.⁷ Probiotik dapat memproduksi zat; asam lemak rantai pendek (SCFA), asam organik, hidrogen peroksida dan bakteriosin sehingga menurunkan bakteri patogen.⁸ Strain probiotik harus melewati saluran pencernaan dan bertahan hidup agar dapat menjalankan fungsi fisiologisnya.⁹ Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, ditawarkan alternatif lain yaitu melalui suatu zat bermanfaat yang dihasilkan oleh probiotik, yang disebut “postbiotik”, yang lebih aman dibandingkan probiotik hidup pada kelompok rentan, seperti neonatus, dan berpotensi berperan

dalam pengobatan penyakit gastrointestinal serta gangguan kekebalan tubuh.⁷ Metabolit postbiotik yang dihasilkan oleh *Lactobacillus spp.* mencakup berbagai zat bioaktif seperti asam organik, hidrogen peroksida, bakteriosin, asam lemak rantai pendek, fenol, eksopolisakarida, peptida antimikroba, diacetyl, kofaktor, zat pemberi sinyal kekebalan, enzim, vitamin, dan biosurfaktan yang disekresikan¹⁰ yang juga berperan menurunkan bakteri patogen. Oleh karena itu, banyak peneliti yang fokus penelitiannya beralih dari bakteri probiotik yang dapat hidup ke postbiotik bakteri.¹¹

Lactiplantibacillus plantarum merupakan salah satu Bakteri Asam Laktat (BAL) yang biasa ditemukan pada makanan dan minuman fermentasi dan secara umum diakui aman oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan AS (FDA). *L. plantarum* telah mendapat perhatian karena memiliki potensi untuk digunakan dalam pengembangan produk antimikroba baru, makanan fungsional, dan probiotik generasi mendatang¹² Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa BAL memiliki aktivitas antibakteri terhadap beberapa patogen, seperti *Clostridium difficile*, *E. coli*, *Shigella spp.*, *Streptococcus mutan*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus*, *S. pyogenes*, dan juga melawan patogen

gastrointestinal dan urogenital⁶ Anggota penting dari genus *Lactobacillus* adalah spesies *Lactiplantibacillus plantarum* (sebelumnya *Lactobacillus plantarum*).¹⁰ Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh probiotik dan postbiotic *Lactiplantibacillus plantarum* Dad-13 terhadap pertumbuhan dan pembentukan biofilm *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591.

Metode

Peremajaan isolat dan pembuatan suspensi bakteri uji

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Gastroenteritis dan Salmonellosis, Institute of Tropical Disease (ITD), Universitas Airlangga. Isolat bakteri *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591 merupakan koleksi dari laboratorium Gastroenteritis dan Salmonellosis ITD Unair Surabaya. Isolat bakteri probiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 (*Food and Nutrition Culture Collection* (FNCC) No. 0461, Indonesia) di dapatkan dari Pusat Studi Pangan dan Gizi UGM. Peremajaan isolat pada media NA miring yang baru dan untuk inokulum kultur dengan menanam pada media MRS *broth* diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Kultur kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 5 menit. Supernatan dibuang dan pellet yang terbentuk diresuspensikan dengan air fisiologis

hingga mencapai *Optical Density* (OD) = 0,5 pada panjang gelombang 490 nm dengan spektrofotometer.

Pembuatan metabolit *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 (Postbiotik) dengan berbagai konsentrasi (25, 50, 75 dan 100 %)

Media MRS *broth* sebanyak 25 mL disiapkan untuk pertumbuhan bakteri probiotik. Sebanyak 2 ose bakteri probiotik diinokulasi pada media MRS cair dan diinkubasi selama 48 jam di dalam inkubator pada suhu 37°C. Kultur cair probiotik disentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm selama 5 menit untuk memisahkan sel bakteri dan media *broth* yang mengandung metabolit dari bakteri probiotik. Sebanyak 25, 50, 75 dan 100 % postbiotik dimasukkan ke tabung vial ukuran 2,5 ml untuk ditentukan konsentrasinya dengan spektrofotometer.

Pembuatan kultur bakteri probiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 (Probiotik) dengan berbagai konsentrasi (25, 50, 75 dan 100 %)

Sebanyak 2 ose bakteri probiotik diinokulasi pada 25 mL media MRS cair dan diinkubasi selama 48 jam dalam inkubator pada suhu 37°C. Setelah itu, konsentrasi diukur spektrofotometer.

Uji antibakteri kultur probiotik dan postbiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 pada bakteri *E. coli*

ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591

Uji aktivitas antibakteri dilakukan pada *96-well microplates* yang tiap sumurnya berisi 50 µL inokulum bakteri uji, 50 µL media MRS cair, dan 50 µL larutan bahan uji probiotik dan postbiotik dengan konsentrasi bervariasi (25, 50, 75 dan 100 %). *Microplates* kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dalam kondisi aerobik. Setelah inkubasi, serapan diukur OD pada panjang gelombang 490 nm menggunakan *microplates reader* merk Bio-Rad. Amoksisilin (50 ppm) digunakan sebagai kontrol positif dan aquabidestilasi steril sebagai kontrol negatif. Setiap perlakuan dilakukan 3 kali replikasi.

Uji antibiofilm probiotik dan postbiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 pada bakteri *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591

Uji aktivitas antibiofilm dilakukan pada *96-well microplates* berisi 50 µL inokulum bakteri uji, 50 µL media MRS cair, dan 50 µL larutan bahan uji probiotik dan postbiotik dengan konsentrasi yang berbeda (25, 50, 75 dan 100 %). Sampel diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dalam kondisi aerobik. Setelah inkubasi, *96-well microplates* dicuci tiga kali dengan PBS (pH 7,4) sampai sel planktonik hilang dan kemudian dikeringkan pada suhu ruang. Selanjutnya, 1 mL larutan kristal violet

0,4% (b/v) ditambahkan dan didiamkan selama 2 menit. Pewarna kristal violet kemudian dihilangkan dengan cara dicuci dengan akuades steril dan kemudian dikeringanginkan pada suhu ruang. Sebanyak 1 mL etanol absolut ditambahkan ke masing-masing sumur sebelum dibaca serapan diukur ODnya pada panjang gelombang 490 nm menggunakan *microplates reader* merk

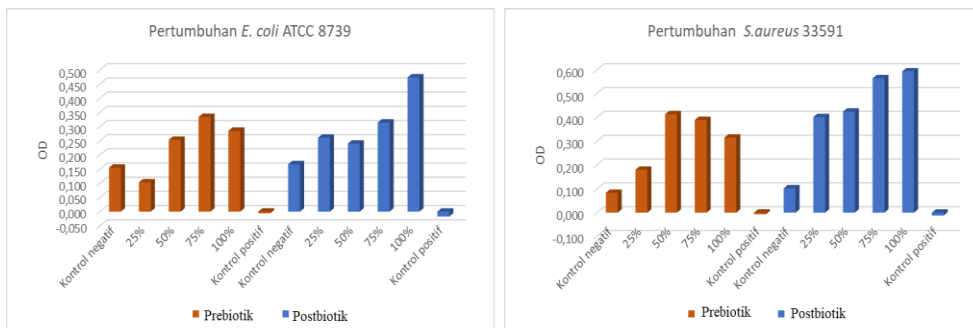
Bio-Rad. Amoksisilin (50 ppm) digunakan sebagai kontrol positif. Semua pengujian dilakukan sebanyak 3 kali replikasi untuk setiap perlakuan.

Hasil

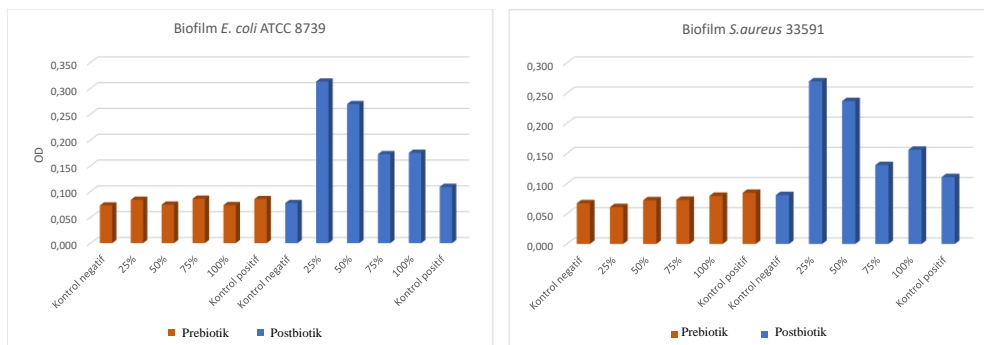
Uji antibakteri (A) dan antibiofilm (B) probiotik dan postbiotik pada bakteri *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil uji antibakteri (A) dan antibiofilm (B) probiotik dan postbiotik pada bakteri *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591; KN (kontrol negatif) dan KP (kontrol positif)



Gambar 2. Aktivitas antibakteri probiotik dan postbiotik terhadap pertumbuhan *E. coli* ATCC 8739 (A) dan *S. aureus* ATCC 33591



Gambar 3. Aktivitas antibiofilm probiotik dan postbiotik terhadap pertumbuhan *E. coli* ATCC 8739 (A)

Uji antibakteri probiotik dan postbiotik pada bakteri *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode mikrodilusi. Pengukuran pertumbuhan bakteri uji menunjukkan bahwa probiotik dan postbiotik pada berbagai konsentrasi tidak dapat menghambat pertumbuhan *E. coli* ATCC 8739 (Gambar 2A). Hal ini ditunjukkan dengan semakin meningkatnya nilai OD seiring dengan penambahan konsentrasi probiotik dan postbiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13. Hal yang sama juga terlihat pada Gambar 2B, dimana penambahan probiotik dan postbiotik pada berbagai konsentrasi tidak dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus* ATCC 33591 yang ditunjukkan pula dengan semakin meningkatnya nilai OD seiring dengan penambahan konsentrasi probiotik dan postbiotik. Secara umum, peningkatan OD atau peningkatan pertumbuhan bakteri *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591 lebih rendah pada penambahan probiotik jika dibandingkan dengan penambahan postbiotik.

Uji antibiofilm kultur probiotik dan postbiotik pada bakteri *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591

Uji aktivitas antibiofilm dengan pewarnaan kristal violet dilakukan untuk mengetahui kuantitas biofilm yang dapat dibentuk oleh bakteri uji akibat pengaruh

penambahan probiotik dan postbiotik. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3A, penambahan probiotik pada berbagai konsentrasi dapat menghambat pembentukan biofilm *E. coli* ATCC 8739 yang ditunjukkan dengan semakin menurunnya nilai OD. Namun sebaliknya, penambahan postbiotik pada berbagai konsentrasi tidak dapat menghambat pembentukan biofilm *E. coli* ATCC 8739 yang ditunjukkan dengan semakin meningkatnya nilai OD.

Hal yang sama juga ditunjukkan pada Gambar 3B, dimana penambahan probiotik pada berbagai konsentrasi dapat menghambat pembentukan biofilm *S. aureus* ATCC 33591 yang ditunjukkan dengan semakin menurunnya nilai OD. Namun sebaliknya, penambahan postbiotik pada berbagai konsentrasi tidak dapat menghambat pembentukan biofilm *S. aureus* ATCC 33591 yang ditunjukkan dengan semakin meningkatnya nilai OD.

Pembahasan

Probiotik merupakan mikro-organisme hidup yang memberikan manfaat kesehatan⁶ seperti melindungi saluran pencernaan dari patogen, mengatur sistem kekebalan tubuh, meringankan diare, dan mengurangi kolesterol, dan banyak aktivitas lainnya¹³ bila diberikan dalam jumlah yang cukup.

L. plantarum dikenal sebagai antimikroba dengan menghasilkan beragam metabolit bermanfaat seperti bakteriosin serta *Ribosomally synthesized and Post-translationally modified Peptides* (RiPP).¹⁴ Sedangkan postbiotik merupakan metabolit, atau produk bakteri non-*viabile*, berasal dari probiotik. Postbiotik menunjukkan efektivitas yang sama dengan probiotik dan dapat digunakan sebagai alternatif dalam membatasi penggunaan sel hidup dalam produk.¹⁰ Postbiotik *L. plantarum* yang digunakan dalam penelitian ini mengandung berbagai asam organik bermanfaat, termasuk *Short Chain Fatty Acid* (SCFA), senyawa pirol, senyawa perantara, dan bakteriosin, yang menunjukkan aktivitas antimikroba dan antioksidan.¹⁵ Postbiotik lebih menguntungkan dari probiotik karena umur simpan lebih lama, keamanan struktural, kemudahan penggunaan dan penyimpanan, stabilitas di berbagai macam pH dan suhu, dan antimikroba spektrum luas aktivitas melawan bakteri dan jamur.¹⁶

Beberapa penelitian sebelumnya yang terkait probiotik dan postbiotik *L. plantarum* menunjukkan hasilnya. Strain laktobasilus dapat menghambat dan mengendalikan infeksi yang disebabkan oleh patogen Gram-negatif dan Gram-positif seperti *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa*.¹⁷

Penggunaan mikroorganisme probiotik seperti *L. plantarum* atau *L. fermentum* mengurangi kolonisasi patogen resisten seperti *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* atau *Candida albicans*.¹⁸ *Cell free supernatant* (CFS) dari strain *Lactocaseibacillus rhamnosus* berhasil menghambat dan memberantas pembentukan biofilm *L. monocytogenes*, dengan tingkat efektivitas masing-masing 44 % dan 38%.¹⁹ Postbiotik yang didapatkan dari *L. plantarum* NRRL B-4496 efektif mengurangi populasi *S. Typhimurium* dan *L. monocytogenes* sebesar 3,74 log CFU/g dan 2,3 log CFU/masing-masing selama 14 hari dalam penyimpanan suhu dingin.²⁰ Strain *L. plantarum* HJZW08 dan postbiotiknya menunjukkan kemampuan antibakteri yang kuat dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella sp.* tetapi efektivitasnya secara *in vivo* dan mekanisme molekulernya masih belum jelas.²¹

Penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda dimana probiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 tidak menunjukkan aktivitas antibakteri namun menunjukkan aktivitas antibiofilm yang nyata terhadap *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591. Implikasi medis dari aktivitas antibiofilm tersebut adalah mencegah infeksi persisten, menurunkan resistensi antibiotik, dan mencegah terjadinya infeksi berulang.²²

Sedangkan postbiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 tidak menunjukkan aktivitas antibakteri dan antibiofilm terhadap *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591. Hasil yang bervariasi yang didapatkan penelitian, kemungkinan dipengaruhi oleh faktor seperti variasi antar strain konsentrasi asam laktat, bakteriosin, dan metabolit aktif lainnya yang dihasilkan.²³ Banyak faktor yang mempengaruhi hasil penelitian probiotik diantaranya pemilihan strain dan dosis probiotik yang tepat, durasi perlakuan, kualitas probiotik serta proses produksi probiotik.²⁴ Efek probiotik dapat bervariasi tergantung pada banyak faktor, termasuk strain probiotik spesifik, dosis dan durasi perlakuan, keberadaan nutrisi atau komponen lain dalam media, dan perbedaan bakteri uji.²⁵ Aktivitas antimikroba postbiotik bervariasi tergantung pada jenis BAL, kondisi kultur (termasuk media, suhu, dan waktu), serta jenis dan konsentrasi substrat antimikroba.²⁶ Faktor-faktor tersebut perlu diperhatikan agar hasil aktivitas antibakteri dan antibiotik dari probiotik dan postbiotik dapat dilihat secara optimal baik secara *in vitro* maupun *in vivo*.

Beberapa penelitian telah mengungkapkan mekanisme antibakteri dan antibiofilm dari probiotik dan postbiotic. Probiotik dapat menghambat

bakteri patogen yang menempel pada sel epitel usus, mengatur fungsi kekebalan usus, meningkatkan fungsi sawar usus, dan menjaga keseimbangan flora usus.²⁷ *L. plantarum* menghasilkan β -glikosidase yang mampu menghancurkan β -polisakarida yang merupakan komponen utama EPS *P. aeruginosa*.²⁸ Peptida antimikroba menggunakan mekanisme pleiotropik, seperti menghambat sintesis makromolekul dan mendegradasi membran mikroba, untuk menghilangkan bakteri patogen secara efektif. Membran sel adalah target utama dari beberapa peptida, sebagaimana telah ditetapkan, sedangkan sitoplasma dan struktur bakteri yang sensitif adalah target utama dari peptida lainnya.²⁹ Postbiotik telah menarik perhatian karena memiliki aktivitas anti-biofilm dan antibakteri. Mekanisme utama postbiotik untuk memerangi biofilm meliputi penekanan motilitas kedutan, penginderaan kuorum yang mengganggu (QS), dan pengurangan faktor virulensi.³⁰ Mekanisme utama pengendalian patogen pembentuk biofilm dan lingkungan inang melalui postbiotik dari LAB. (a): Membunuh bakteri planktonik secara langsung dan mencegahnya mengenali dan menempel pada inangnya. (b): Menghambat pematangan dengan mempengaruhi transmisi sinyal dan stabilitas biofilm. (c): Asam organik

dan peptida molekul kecil dalam postbiotik mencegah kolonisasi bakteri patogen di saluran usus.³¹

Kesimpulan

Probiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 menunjukkan pengaruh sebagai antibakteri yang lemah, namun menunjukkan antibiofilm yang kuat terhadap terhadap *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591. Postbiotik *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 menunjukkan pengaruh sebagai antibakteri yang lemah dan juga antibiofilm terhadap *E. coli* ATCC 8739 dan *S. aureus* ATCC 33591.

Saran

Penelitian selanjutnya perlu dilakukan analisis terkait kurva pertumbuhan *L. plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 agar didapatkan aktivitas antibakteri dan antibiofilm yang optimal.

Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Wijaya Kusuma yang telah memberikan dana penelitian melalui program Enimas tahun 2024

Daftar Pustaka

1. Fongang H, Mbaveng AT, Kuete V. Chapter One - Global burden of

bacterial infections and drug resistance. In: Kuete V, editor. *Advances in Botanical Research* [Internet]. Academic Press; 2023 [cited 2024 Oct 11]. p. 1–20. (African Flora to Fight Bacterial Resistance, Part I: Standards for the Activity of Plant-Derived Products; vol. 106). Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065229622000994>

2. Mueller M, Tainter CR. *Escherichia coli* Infection. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cited 2024 Sep 3]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564298/>
3. Gherardi G. *Staphylococcus aureus* Infection: Pathogenesis and Antimicrobial Resistance. *Int J Mol Sci.* 2023;24(9):8182.
4. Laconi A, Tolosi R, Apostolakos I, Piccirillo A. Biofilm Formation Ability of ESBL/pAmpC-Producing *Escherichia coli* Isolated from the Broiler Production Pyramid. *Antibiotics* (Basel). 2023;12(1):155.
5. Wu X, Wang H, Xiong J, Yang GX, Hu JF, Zhu Q, et al. *Staphylococcus aureus* biofilm: Formulation, regulatory, and emerging natural products-derived therapeutics. *Biofilm.* 2024;7:100175.

6. Rather IA, Wani MY, Kamli MR, Sabir JSM, Hakeem KR, Firoz A, et al. Lactiplantibacillus plantarum KAU007 Extract Modulates Critical Virulence Attributes and Biofilm Formation in Sinusitis Causing Streptococcus pyogenes. *Pharmaceutics*. 2022;14(12):2702.
7. Ali MdS, Lee EB, Hsu WH, Suk K, Sayem SAJ, Ullah HMA, et al. Probiotics and Postbiotics as an Alternative to Antibiotics: An Emphasis on Pigs. *Pathogens*. 2023;12(7):874.
8. Latif A, Shehzad A, Niazi S, Zahid A, Ashraf W, Iqbal MW, et al. Probiotics: mechanism of action, health benefits and their application in food industries. *Frontiers in Microbiology*. 2023;14:1216674.
9. Zhang Z, Mu X, Cao Q, Shi Y, Hu X, Zheng H. Honeybee gut Lactobacillus modulates host learning and memory behaviors via regulating tryptophan metabolism. *Nat Commun*. 2022;13(1):2037.
10. Butrungrod W, Chaiyasut C, Makhmrueng N, Peerajan S, Chaiyana W, Sirilun S. Postbiotic Metabolite of Lactiplantibacillus plantarum PD18 against Periodontal Pathogens and Their Virulence Markers in Biofilm Formation. *Pharmaceutics*. 2023;15(5):1419.
11. Nataraj BH, Ali S, Behare P, Yadav H. Postbiotics-parabiotics: The new horizons in microbial biotherapy and functional foods. *Microbial Cell Factories*. 2020;19.
12. Huidrom S, Ngashangva N, Khumlianlal J, Sharma KC, Mukherjee PK, Devi SI. Genomic insights from Lactiplantibacillus plantarum BRD3A isolated from Atingba, a traditional fermented rice-based beverage and analysis of its potential for probiotic and antimicrobial activity against Methicillin-resistant Staphylococcus aureus. *Front Microbiol* [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 3];15. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2024.1357818/full>
13. Zhang Q, Pan Y, Wang M, Sun L, Xi Y, Li M, et al. In vitro evaluation of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from the vagina of yak (Bos grunniens). *PeerJ*. 2022;10:e13177.
14. Huang S, Jiang S, Huo D, Allaband C, Estaki M, Cantu V, et al. Candidate probiotic Lactiplantibacillus plantarum HNU082 rapidly and convergently evolves within human, mice, and zebrafish gut but differentially

- influences the resident microbiome. *Microbiome*. 2021 J;9(1):151.
15. Chang HM, Loh TC, Foo HL, Lim ETC. Lactiplantibacillus plantarum Postbiotics: Alternative of Antibiotic Growth Promoter to Ameliorate Gut Health in Broiler Chickens. *Front Vet Sci* [Internet]. 2022 [cited 2024 Sep 3];9. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2022.883324/full>
 16. Moradi M, Kousheh SA, Almasi H, Alizadeh A, Guimarães JT, Yilmaz N, et al. Postbiotics produced by lactic acid bacteria: The next frontier in food safety. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2020;19(6):3390–415.
 17. Karimi F, Montazeri-Najafabady N, Mohammadi F, Azadi A, Koohepyma F, Gholami A. A potential therapeutic strategy of an innovative probiotic formulation toward topical treatment of diabetic ulcer: an in vivo study. *Nutr Diabetes*. 2024;14(1):1–12.
 18. Romario-Silva D, Sakaguchi OAS, Silva ACB da, Sardi JO, Carvalho RP de, Roque SM, et al. Probiotics as Potential Antimicrobials for the Treatment of Infections: Current Reality or Remote Future? In: *Prebiotics and Probiotics - From Food to Health* [Internet]. IntechOpen; 2021 [cited 2024 Oct 11]. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/77667>
 19. Echresh S, Alizadeh Behbahani B, Falah F, Noshad M, Ibrahim SA. Assessment of the probiotic, anti-bacterial, and anti-biofilm characteristics of *Lactocaseibacillus rhamnosus* CWKu-12, along with its potential impact on the expression of virulence genes in *Listeria monocytogenes* ATCC 19115. *LWT*. 2024;203:116391.
 20. Khakpour M, Mohsenzadeh M, Salari A. Feasibility of lactiplantibacillus plantarum postbiotics production in challenging media by different techniques. *AMB Express*. 2024;14:47.
 21. Wu PH, Guo HR, Liu YA, Wu CH, Huang CC, Lin JA, et al. Development of Blood Sugar Regulatory Products from *Momordica cochinchinensis* via Probiotic Fermentation. *Fermentation*. 2023;9:578.
 22. Abdelhamid AG, Yousef AE. Combating Bacterial Biofilms: Current and Emerging Antibiofilm Strategies for Treating Persistent Infections. *Antibiotics*. 2023;12(6):1005.
 23. Jaffar N, Zamry NAI. Antibiofilm Activity of Probiotic Strains against *Aggregatibacter*

- actinomycetemcomitans. *Asian Journal of Medicine and Biomedicine*. 2023;242–52.
24. Fijan S. Probiotics and Their Antimicrobial Effect. *Microorganisms*. 2023;11(2):528.
25. Varvara RA, Vodnar DC. Probiotic-driven advancement: Exploring the intricacies of mineral absorption in the human body. *Food Chemistry: X*. 2024;21:101067.
26. Kim HJ, Youn HY, Moon JS, Kim H, Seo KH. Comparative anti-microbial and anti-biofilm activities of postbiotics derived from kefir and normal raw milk lactic acid bacteria against bovine mastitis pathogens. *LWT*. 2024;191:115699.
27. Li J, Mu G, Tuo Y. Phenotypic Traits and Probiotic Functions of *Lactiplantibacillus plantarum* Y42 in Planktonic and Biofilm Forms. *Foods*. 2023;12(7):1516.
28. Batoni G, Catelli E, Kaya E, Pompilio A, Bianchi M, Ghelardi E, et al. Antibacterial and Antibiofilm Effects of Lactobacilli Strains against Clinical Isolates of *Pseudomonas aeruginosa* under Conditions Relevant to Cystic Fibrosis. *Antibiotics*. 2023;12(7):1158.
29. Prajapati N, Patel J, Singh S, Yadav VK, Joshi C, Patani A, et al. Postbiotic production: harnessing the power of microbial metabolites for health applications. *Front Microbiol*. 2023 D;14:1306192.
30. N K, R AS, S C, Bp M, Pg M, Ah R. Postbiotics as candidates in biofilm inhibition in food industries. *Letters in applied microbiology* [Internet]. 2024 [cited 2024 Oct 11];77(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37309029/>
31. Che J, Shi J, Fang C, Zeng X, Wu Z, Du Q, et al. Elimination of Pathogen Biofilms via Postbiotics from Lactic Acid Bacteria: A Promising Method in Food and Biomedicine. *Microorganisms*. 2024;12(4):704.