

AKTIVITAS ANTIBIOFILM LACTIPLANTIBACILLUS PLANTARUM ASAL KOPI LUWAK SIDIKALANG TERHADAP PSEUDOMONAS AERUGINOSA: KETERLIBATAN QUORUM SENSING DAN GEN PEMBENTUK MATRIKS BIOFILM

Febri Sembiring^{1*}, Astrid Siska Pratiwi²

¹ Jurusan Teknologi Laboratorium Medik, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan

² Jurusan Teknologi Laboratorium Medik, Poltekkes Kemenkes Aceh

Article Info	ABSTRAK
Article History: Received 21/08/2026 Revised - Accepted 02/09/2026 Keywords: <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Anti-biofilm Quorum sensing Molecular docking	Pembentukan biofilm oleh <i>Pseudomonas aeruginosa</i> meningkatkan resistensi antibiotik dan presistensi infeksi, khususnya individu dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah. Bakteri Asam Laktat (BAL) merupakan kelompok mikroorganisme yang berpotensi menghasilkan metabolit bioaktif alami yang mengganggu komunikasi antar sel patogen hingga menghambat pembentukan matriks biofilm. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi aktivitas anti-biofilm antara koleksi BAL asal kopi luwak segar Sidikalang dan mengeksplorasi mekanisme molekuler yang mendasarinya. Empat koleksi BAL dengan kode L1P2F201, L1P2F202, L1P2F205, dan L1P2F208, diuji terhadap biofilm <i>P. aeruginosa</i> dan divisualisasi menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM). Analisis qRT-PCR dilakukan terhadap gen pembentuk biofilm dari <i>P. aeruginosa</i>, yaitu <i>lasI</i>, <i>lasR</i>, <i>algD</i>, dan <i>pslD</i>. Profil metabolit dianalisis dengan GS-MC dan dievaluasi secara in-silico melalui Molecular Docking terhadap protein <i>lasI</i>, <i>lasR</i>, <i>algD</i>, dan <i>pslD</i>. Dari keempat koleksi BAL, L1P2F205 menunjukkan penghambatan biofilm paling tinggi (94,68%) dan teridentifikasi sebagai <i>Lactiplantibacillus plantarum</i>. Visualisasi SEM juga memperlihatkan penurunan agregasi sel dan integrasi struktur biofilm setelah perlakuan isolat L1P2F205. Sejalan dengan temuan morfologis tersebut, ekspresi gen <i>lasI</i>, <i>lasR</i>, <i>algD</i>, dan <i>pslD</i> dari <i>P. aeruginosa</i> turun signifikan diatas 60% ($p < 0.05$). Penurunan tertinggi terjadi pada gen <i>lasI</i> (83,5%; $\log_2FC -2,599$) dan <i>lasR</i> (85,5%; $\log_2FC -2,790$) dengan perlakuan isolat L1P2F205. Hasil GC-MS menunjukkan bahwa isolat L1P2F205 memproduksi senyawa 3,7,11,15-Tetramethylhexadec-2-en-1-yl acetate dan 1-n-Hexadecylindan. Secara in-silico, senyawa tersebut menunjukkan interaksi inhibisi kuat potensial dengan protein <i>lasR</i> (-9.1 kcal/mol dan -8.9 kcal/mol). Dengan demikian, isolat L1P2F205 asal kopi luwak Sidikalang menunjukkan potensi tertinggi sebagai agen anti-biofilm <i>P. aeruginosa</i>. Temuan fenotipik dan molekuler menjelaskan bahwa aktivitas tersebut berkaitan dengan inhibisi ekspresi gen yang berhubungan dengan pembentukan matriks biofilm. Sementara protein <i>lasR</i> menjadi target inhibisi molekuler potensial dari isolat BAL. Studi dengan pendekatan terintegrasi ini memberikan dasar untuk pengembangan BAL lokal sebagai kandidat anti-biofilm dan membuka peluang pemanfaatannya sebagai strategi pendamping dalam pengendalian infeksi <i>P. aeruginosa</i> dengan resistensi antibiotik yang luas.

ABSTRACT

Biofilm formation by *Pseudomonas aeruginosa* promotes antimicrobial tolerance and persistent infection, particularly in immunocompromised individuals. Lactic acid bacteria (LAB) produce bioactive metabolites with potential to interfere with bacterial communication and biofilm formation. This study evaluated the anti-biofilm activity of LAB isolated from fresh Sidikalang civet coffee and explored its underlying molecular mechanisms. Four LAB isolates (L1P2F201, L1P2F202, L1P2F205, and L1P2F208) were tested against *P. aeruginosa* biofilms, followed by visualization using scanning electron microscopy (SEM). Expression of the quorum-sensing genes *lasI* and *lasR* and biofilm matrix-associated genes *algD* and *pslD* was analyzed by qRT-PCR. Metabolites were profiled using GC-MS and evaluated in silico by molecular docking against biofilm-associated proteins. L1P2F205 exhibited the highest biofilm inhibition (94.68%) and was identified as *Lactiplantibacillus plantarum*. SEM revealed reduced cell aggregation and biofilm structural integrity following L1P2F205 treatment. Expression of all four target genes decreased by more than 60% ($p < 0.05$), with the greatest reductions observed for *lasI* (83.5%; $\log_2FC -2.599$) and *lasR* (85.5%; $\log_2FC -2.790$). GC-MS identified 3,7,11,15-tetramethylhexadec-2-en-1-yl acetate and 1-n-hexadecylindan among the metabolites produced by L1P2F205. Molecular docking showed predicted binding affinities of -8.9 and -9.1 kcal/mol, respectively, toward LasR. These integrated phenotypic, morphological, molecular, and computational findings suggest that the anti-biofilm activity of L1P2F205 involves interference with quorum sensing and biofilm matrix-associated pathways, with LasR emerging as a potential molecular target. *L. plantarum* L1P2F205 therefore represents a promising source of anti-biofilm agents for further development against persistent *P. aeruginosa* infections.

*Corresponding Author: febrisembiring.kemenkes@gmail.com
