Jurnal Biologi Tropis

Original Research Paper

External Auditory Canal Microbial Flora Profiles in Swimmers and Non-Swimmers in Lombok

Ivana Putri Fayola[1*], Eustachius Hagni Wardoyo[2], Didit Yudhanto[3]

[1]Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

[2]Departemen Mikrobiologi Klinik, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

[3]Bagian THT, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History
Received : September 27th, 2026
Revised : October 15th, 2026
Accepted : October 19th, 2026

*Corresponding Author: **Ivana Putri Fayola**, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;
Email: ivanafayola@gmail.com

Abstract: The external auditory canal is normally dominated by commensal Gram-positive bacteria, but repeated water exposure may be associated with changes in its microbial profile. This study compared external auditory canal microbial flora between swimmers and non-swimmers in Lombok. This cross-sectional observational study included 60 participants (30 swimmers and 30 non-swimmers) selected by purposive sampling. Swimmers were aged ≥18 years and swam at least twice weekly for ≥30 minutes per session for at least three months at Wira Bhakti Swimming Pool. Right external auditory canal samples were collected using sterile Dacron swabs and cultured on Mueller-Hinton Agar, Mannitol Salt Agar, and Eosin Methylene Blue Agar. Presumptive identification was based on colony morphology and Gram staining. Gram-positive flora predominated (44/60; 73.3%), followed by mixed flora (9/60; 15.0%) and Gram-negative flora (2/60; 3.3%); *Staphylococcus epidermidis* was the predominant Gram-positive organism. Mixed flora was detected only among swimmers (9/29; 31.0%), whereas all non-swimmer samples showed monomicrobial growth (26/26), with a significant difference between groups (Fisher's exact test, n=55, p=0.002). However, the distribution of Gram-positive and Gram-negative flora among monomicrobial samples did not differ significantly (p=0.498). Swimming status was associated with culture growth patterns, particularly the presence of mixed flora, but causality cannot be established.

Keywords: External auditory canal; Ear flora; Swimmers; Mixed flora.

Pendahuluan

Saluran telinga luar berfungsi menyalurkan gelombang suara menuju membran timpani dan dilapisi kulit yang mengandung kelenjar sebasea serta seruminosa penghasil serumen. Serumen memiliki sifat antimikroba yang membantu mempertahankan keseimbangan flora normal dan mencegah kolonisasi mikroorganisme patogen (Jackman, 2020). Flora normal saluran telinga luar umumnya didominasi bakteri komensal, terutama *Staphylococcus* spp. (Brook, 2018; Sjövall *et al*., 2021). Keseimbangan mikroba tersebut dapat berubah seiring dengan kondisi lingkungan dan kebiasaan yang memengaruhi kelembapan serta integritas kulit saluran telinga.

Paparan air berulang selama berenang dapat meningkatkan kelembapan saluran telinga dan berpotensi mengubah kondisi mikro lingkungannya. Kondisi tersebut dapat berkaitan dengan perubahan komposisi flora dan peluang kolonisasi bakteri oportunistik, seperti *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus* (Lipska *et al*., 2024). Aktivitas berenang juga dilaporkan berhubungan dengan peningkatan risiko otitis eksterna (Wiegand *et al*., 2019). Selain paparan air, kebiasaan menjaga

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

© 2026 The Author(s). This article is open access

kebersihan dan merawat telinga dapat berkaitan dengan kondisi saluran telinga. Penggunaan *ear plug* dapat membatasi masuknya air, tetapi berpotensi mempertahankan kelembapan apabila kebersihannya tidak terjaga (Moore *et al*., 2022). Sementara itu, penggunaan *cotton bud* dan teknik pengeringan telinga yang kurang tepat dapat menyebabkan iritasi atau cedera pada kulit saluran telinga (Michaudet & Malaty, 2018; Hauk, 2017).

Perubahan flora mikroba akibat paparan air telah menjadi perhatian dalam penelitian mengenai lingkungan kulit (Nielsen & Jiang, 2019). Meskipun demikian, keberadaan desinfektan pada air kolam tidak selalu menjamin hilangnya seluruh bakteri oportunistik. *P. aeruginosa*, misalnya, dapat bertahan dalam kondisi tertentu, termasuk pada biofilm yang terbentuk di lingkungan kolam renang (Hassanein *et al*., 2023). Lombok memiliki aktivitas wisata air dan penggunaan kolam renang oleh masyarakat, sehingga kajian mengenai profil mikroba saluran telinga luar pada perenang relevan untuk dilakukan. Namun, informasi mengenai perbedaan pola pertumbuhan kultur dan profil bakteri saluran telinga luar antara perenang dan non-perenang di Lombok masih terbatas. Data lokal diperlukan untuk memberikan gambaran awal mengenai karakteristik flora mikroba pada kedua kelompok tersebut.

Penelitian ini bertujuan membandingkan profil flora mikroba saluran telinga luar antara perenang dan non-perenang di Kolam Renang Wira Bhakti, Lombok, dengan fokus utama pada pola pertumbuhan kultur dan karakteristik Gram bakteri yang teridentifikasi. Secara eksploratif, penelitian ini juga menelaah keterkaitan kebiasaan higiene dan perawatan telinga dengan profil kultur yang ditemukan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi data awal bagi kajian mikrobiologi saluran telinga luar pada populasi dengan kebiasaan berenang.

Bahan dan Metode

Desain dan lokasi penelitian

Penelitian ini merupakan studi observasional analitik dengan desain potong lintang (*cross-sectional*) yang bertujuan menilai asosiasi antara status berenang dan profil flora mikroba saluran telinga luar, tanpa menyimpulkan hubungan sebab-akibat (Sastroasmoro & Ismael, 2016; Dahlan, 2024). Penelitian dilaksanakan pada Februari–Desember 2025. Kelompok perenang direkrut dari pengunjung Kolam Renang Wira Bhakti, Mataram, sedangkan pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Mataram. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram (No. 083/UN18.F8/ETIK/2025). Seluruh subjek memberikan persetujuan tertulis melalui *informed consent* sebelum berpartisipasi.

Subjek penelitian

Subjek dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, dengan jumlah 30 orang pada kelompok perenang dan 30 orang pada kelompok non-perenang, sehingga total sampel adalah 60 orang. Penetapan jumlah sampel didasarkan pada pertimbangan kelayakan penelitian eksploratif. Apabila perhitungan daya statistik formal tidak dilakukan, penelitian ini tidak mengklaim bahwa jumlah sampel tersebut menjamin kemampuan mendeteksi perbedaan proporsi tertentu.

Perenang didefinisikan sebagai warga negara Indonesia berusia ≥18 tahun yang berenang di Kolam Renang Wira Bhakti minimal dua kali per minggu, selama ≥30 menit per sesi, dalam tiga bulan terakhir. Non-perenang adalah individu berusia ≥18 tahun yang tidak melakukan aktivitas berenang selama tiga bulan terakhir. Sumber rekrutmen kelompok non-perenang perlu dijelaskan secara spesifik untuk memperjelas kesetaraan karakteristik populasi pembanding. Apabila data tersedia, paparan aktivitas air lain, seperti berenang di laut atau aktivitas rekreasi air, juga perlu diperhitungkan dalam klasifikasi kelompok. Subjek dieksklusi apabila mengalami impaksi serumen atau kelainan yang menghalangi pengambilan swab, sedang menjalani pengobatan untuk infeksi telinga aktif, atau memiliki riwayat operasi telinga.

Pengumpulan data dan kultur mikroba

Karakteristik subjek, aktivitas berenang, kebiasaan higiene telinga, dan riwayat kesehatan dikumpulkan menggunakan kuesioner. Sampel diambil dari saluran telinga kanan oleh tenaga

medis terlatih menggunakan *Dacron swab* steril yang dibasahi NaCl 0,9%. Swab dimasukkan sekitar 1 cm ke bagian sepertiga luar saluran telinga, kemudian diputar 360°. Swab dimasukkan ke dalam 1 mL *phosphate-buffered saline* (PBS) dan dikirim ke laboratorium dalam waktu ≤2 jam setelah pengambilan.

Sampel diinokulasikan pada Mueller–Hinton Agar (MHA), Mannitol Salt Agar (MSA), dan Eosin Methylene Blue Agar (EMB), kemudian diinkubasi pada suhu sekitar 37 °C selama 18–24 jam. Identifikasi dilakukan secara presumtif berdasarkan morfologi koloni dan pewarnaan Gram (Forbes *et al*., 2017). Pada MSA, fermentasi manitol ditandai dengan perubahan warna media menjadi kuning, sedangkan koloni yang tidak memfermentasi manitol umumnya tidak menyebabkan perubahan tersebut. Pada EMB, karakteristik pertumbuhan dan fermentasi laktosa digunakan untuk membantu membedakan bakteri Gram-negatif. Hasil kultur dikategorikan menjadi flora Gram-positif, flora Gram-negatif, dan *mixed flora*, yang didefinisikan sebagai pertumbuhan dua atau lebih jenis bakteri dalam satu sampel berdasarkan kriteria identifikasi yang digunakan.

Kualitas air kolam diperiksa pada tiga waktu pengambilan sampel, meliputi pH, sisa klorin, dan total *coliform*. Waktu pengambilan swab relatif terhadap aktivitas berenang perlu dicantumkan apabila tercatat, karena interval tersebut dapat berkaitan dengan hasil kultur.

Analisis data

Data dianalisis menggunakan Jamovi versi 2.7.30. Data kategorik disajikan sebagai frekuensi dan persentase, sedangkan data numerik disajikan sebagai median dan rentang minimum–maksimum setelah pemeriksaan distribusi menggunakan uji Shapiro–Wilk. Perbedaan usia antara kelompok perenang dan non-perenang dianalisis menggunakan uji Mann–Whitney. Perbedaan distribusi hasil kultur antarkelompok dianalisis menggunakan uji chi-square atau Fisher's exact test apabila asumsi frekuensi harapan tidak terpenuhi, dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

Analisis pola pertumbuhan kultur, yaitu monomikrobial dibandingkan dengan *mixed flora*, dilakukan pada 55 sampel yang menunjukkan pertumbuhan kultur. Analisis distribusi Gram-positif dan Gram-negatif dilakukan pada 46 sampel monomikrobial dengan hasil identifikasi Gram yang jelas. Sampel tanpa pertumbuhan tidak dimasukkan dalam kedua analisis tersebut, sedangkan sampel *mixed flora* tidak dimasukkan dalam analisis distribusi Gram pada sampel monomikrobial.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik subjek

Penelitian ini melibatkan 60 subjek, terdiri atas 30 perenang dan 30 non-perenang. Distribusi usia tidak normal berdasarkan uji Shapiro–Wilk ($W = 0,762$; $p < 0,001$) dan berbeda bermakna antarkelompok berdasarkan uji Mann–Whitney ($p = 0,018$). Kelompok perenang memiliki rentang usia yang lebih luas (18–46 tahun) dibandingkan kelompok non-perenang (18–22 tahun) (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik dan faktor risiko subjek penelitian

Variabel	Non-perenang (n = 30)	Perenang (n = 30)	*P-value*
Usia (tahun), median (rentang)	19,0 (18–22)	20,5 (18–46)	0,018[a]
Laki-laki	18 (60,0)	19 (63,3)	
Mengeringkan telinga setelah aktivitas air	0 (0,0)	18 (60,0)	
Penggunaan *ear plug*	0 (0,0)	2 (6,7)	
Penggunaan *cotton bud*	27 (90,0)	26 (86,7)	
Penggunaan earphone	5 (16,7)	12 (40,0)	
Serumen berlebih	27 (90,0)	24 (80,0)	
Riwayat infeksi kulit	9 (30,0)	3 (10,0)	
Riwayat otitis eksterna	3 (10,0)	16 (53,3)	
Antibiotik dalam 3 bulan terakhir	1 (3,3)	9 (30,0)	

Data disajikan sebagai n (%), kecuali usia.

Perbedaan tersebut kemungkinan berkaitan dengan sumber rekrutmen, yaitu

komunitas kolam renang pada kelompok perenang dan mahasiswa pada kelompok non-perenang. Oleh karena itu, usia perlu dipertimbangkan sebagai potensi faktor perancu. Proporsi laki-laki relatif sebanding pada kedua kelompok. Seluruh perenang melakukan aktivitas berenang di kolam renang; separuhnya berenang 3–4 kali per minggu dan 70,0% berenang lebih dari 60 menit per sesi. Karakteristik ini menunjukkan adanya paparan berenang yang cukup intensif pada kelompok perenang yang diteliti.

Riwayat otitis eksterna dan penggunaan antibiotik dalam tiga bulan terakhir lebih banyak ditemukan pada kelompok perenang dibandingkan non-perenang. Perbedaan tersebut relevan karena riwayat infeksi dan penggunaan antibiotik berpotensi berkaitan dengan profil mikroba saluran telinga (Pantazidou et al., 2022; Michaudet & Malaty, 2018). Namun, data penelitian ini tidak dapat memastikan bahwa perbedaan tersebut disebabkan oleh aktivitas berenang. Kedua variabel juga berpotensi menjadi faktor perancu dalam hubungan antara status berenang dan hasil kultur.

Kebiasaan mengeringkan telinga setelah aktivitas air dilaporkan oleh 60,0% perenang, sedangkan penggunaan *ear plug* hanya ditemukan pada 6,7% perenang. Secara teoretis, *ear plug* dapat membatasi masuknya air, tetapi manfaatnya terhadap profil mikroba bergantung pada penggunaan dan kebersihannya (Moore *et al*., 2022; Lipska *et al.,* 2024). Penggunaan *cotton bud* relatif tinggi pada kedua kelompok. Penggunaan yang tidak tepat dapat mengiritasi atau merusak epitel saluran telinga dan mengganggu fungsi perlindungan serumen (Michaudet & Malaty, 2018; Hauk, 2017). Meskipun demikian, penelitian ini belum dapat memastikan hubungan kausal antara kebiasaan higiene tersebut dan hasil kultur.

Kualitas air kolam renang

Nilai pH air Kolam Renang Wira Bhakti berkisar antara 7,52 dan 7,73, sedangkan sisa klorin berkisar antara 1,07 dan 2,33 mg/L. Nilai tersebut berada dalam rentang pH 7,2–7,8 dan di atas batas minimal sisa klorin 1,0 mg/L yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini (Tabel 2). Total *coliform* dilaporkan berkisar antara 0 dan 4 pada tiga waktu pengambilan sampel.

Tabel 2. Kualitas air Kolam Renang Wira Bhakti

Parameter	Satuan	Kisaran
pH	–	7,52–7,73
Sisa klorin	mg/L	1,07–2,33
Total coliform	CFU/100 mL*	0–4*

Kisaran dari tiga waktu pengambilan sampel.

Sisa klorin mengalami penurunan lebih dari separuh antara pengambilan pertama dan kedua, bersamaan dengan ditemukannya total *coliform*. Secara teoritis, peningkatan beban organik akibat aktivitas pengguna dapat meningkatkan kebutuhan klorin dan mengurangi klorin bebas yang tersedia untuk proses disinfeksi (Hassanein et al., 2023). Konsentrasi klorin yang mendekati batas minimal juga perlu diperhatikan dalam pengelolaan kualitas air, karena efektivitas disinfeksi dapat dipengaruhi oleh kondisi air dan karakteristik mikroorganisme (Hlavsa et al., 2014).

Meskipun demikian, pengukuran ini hanya menggambarkan kondisi air pada tiga waktu pengambilan. Selain itu, tidak dilakukan pencocokan antara mikroorganisme dalam air kolam dan isolat dari saluran telinga masing-masing subjek. Dengan demikian, hasil pemeriksaan air tidak dapat digunakan untuk memastikan sumber mikroorganisme yang ditemukan pada sampel telinga. Satuan total *coliform* juga perlu diperjelas sesuai metode pemeriksaan yang digunakan agar hasilnya dapat ditafsirkan secara tepat.

Profil flora saluran telinga luar

Hasil kultur menunjukkan bahwa *S. epidermidis* merupakan bakteri yang paling banyak ditemukan pada kelompok non-perenang (46,7%) maupun perenang (40,0%), diikuti oleh *S. aureus*, masing-masing sebesar 33,3% dan 26,7%. Kultur campuran ditemukan pada kelompok perenang, meliputi kombinasi *S. aureus* dengan Pseudomonas aeruginosa, *S. aureus* dengan bakteri Gram negatif yang tidak teridentifikasi hingga tingkat spesies, Staphylococcus sp. dengan bakteri Gram negatif, serta kombinasi *S. aureus* dan *S. epidermidis*. Pada kelompok non-perenang, terdapat tiga sampel tanpa pertumbuhan bakteri dan satu sampel dengan pertumbuhan bakteri yang tidak teridentifikasi. Temuan deskriptif ini menggambarkan variasi pola kultur

antarkelompok, tetapi identifikasi presumtif berdasarkan morfologi koloni dan pewarnaan Gram belum cukup untuk memastikan identitas seluruh isolat hingga tingkat spesies. Dominasi bakteri Gram positif, khususnya genus Staphylococcus, sejalan dengan laporan mengenai flora normal saluran telinga luar (Sjövall et al., 2021; Ghanpur *et al*., 2017; Brook, 2018).

Tabel 3. Distribusi hasil kultur saluran telinga luar berdasarkan kelompok

Hasil kultur	Non-perenang n (%)	Perenang n (%)
Staphylococcus epidermidis	14 (46,7)	12 (40,0)
Staphylococcus aureus	10 (33,3)	8 (26,7)
Serratia marcescens	2 (6,7)	0 (0,0)
S. aureus + *Pseudomonas aeruginosa*	0 (0,0)	4 (13,3)
S. aureus + bakteri Gram negatif (tidak teridentifikasi hingga spesies)	0 (0,0)	3 (10,0)
Staphylococcus sp. + bakteri Gram negatif	0 (0,0)	1 (3,3)
S. aureus + *S. epidermidis*	0 (0,0)	1 (3,3)
Bakteri tumbuh, tetapi tidak teridentifikasi	1 (3,3)	1 (3,3)
Tidak ada pertumbuhan bakteri	3 (10,0)	0 (0,0)
Total	**30 (100)**	**30 (100)**

Keterangan: Identifikasi bakteri bersifat presumtif berdasarkan morfologi koloni dan pewarnaan Gram. Kategori "Bakteri tumbuh, tetapi tidak teridentifikasi" digunakan sebagai pengganti kategori Non-Staphylococcus/tidak teridentifikasi dengan syarat kedua sampel tersebut memang menunjukkan pertumbuhan bakteri. Jika status pertumbuhannya tidak dapat dipastikan, gunakan kategori "Hasil kultur tidak dapat diklasifikasikan" sampai data laboratorium diverifikasi.

S. epidermidis merupakan komensal kulit yang dapat berperan dalam menjaga keseimbangan mikrobiota melalui interaksi dan kompetisi dengan mikroorganisme lain (Sjövall *et al.,* 2021; Aleandri *et al.,* 2019). Tinjauan Severn dan Horswill (2023) juga menjelaskan bahwa bakteri ini berperan dalam mempertahankan homeostasis kulit dan menghambat kolonisasi patogen tertentu, meskipun potensi patogeniknya dapat berbeda menurut karakteristik galur dan kondisi inang. Sebaliknya, *S. aureus* dapat ditemukan sebagai kolonisasi tanpa gejala, tetapi juga berpotensi menjadi patogen oportunistik ketika kondisi lingkungan setempat atau pertahanan epitel mendukung terjadinya infeksi (Wiegand *et al.,* 2019; Guss & Ruckenstein, 2010). Kedua bakteri ditemukan pada kelompok perenang dan non-perenang sehingga keberadaannya saja tidak dapat digunakan untuk membedakan status berenang.

Serratia marcescens hanya ditemukan pada dua sampel non-perenang. Mengingat jumlah temuan yang terbatas dan karakteristiknya sebagai bakteri oportunistik lingkungan (Gorbach *et al.,* 2017), hasil tersebut belum cukup untuk menunjukkan pola distribusi yang berkaitan dengan status berenang. Perbedaan yang lebih menonjol terlihat pada pola pertumbuhan beberapa jenis bakteri dalam satu sampel. Sembilan sampel perenang menunjukkan mixed flora, terutama kombinasi *S. aureus* dengan *P. aeruginosa* atau bakteri Gram negatif lainnya, sedangkan tidak ada sampel non-perenang yang dikategorikan sebagai mixed flora dalam analisis. Temuan ini sejalan dengan pentingnya memperhatikan komposisi komunitas mikroba, bukan hanya keberadaan satu spesies. Duan *et al.* (2024), melalui analisis berbasis sekuensing 16S rRNA, melaporkan adanya perbedaan struktur dan keragaman komunitas bakteri saluran telinga antara individu sehat dan pasien dengan otitis eksterna bakterial kronis. Namun, penelitian tersebut membandingkan kondisi klinis yang berbeda dan tidak secara langsung menilai status berenang, sehingga hasilnya menjadi konteks pendukung, bukan bukti bahwa pola mixed flora pada penelitian ini menunjukkan penyakit.

Keberadaan *P. aeruginosa* pada sebagian kultur campuran juga relevan untuk diperhatikan karena bakteri ini dilaporkan pada sampel telinga dan lingkungan perairan dalam penelitian terhadap penyelam serta lingkungan laut dan kolam renang (Maclean *et al*., 2022). Selain itu, penelitian di Queensland melaporkan *P.*

aeruginosa sebagai patogen yang paling sering dikultur dari spesimen telinga luar, sedangkan *S. aureus* lebih dominan di wilayah pedalaman (Wijesekera *et al.,* 2024). Perbedaan tersebut memperlihatkan bahwa distribusi bakteri pada saluran telinga dapat bervariasi menurut konteks populasi dan lingkungan. Meskipun demikian, keberadaan *P. aeruginosa* pada kultur telinga perenang dalam penelitian ini tidak membuktikan bahwa bakteri tersebut berasal dari air kolam karena tidak dilakukan pencocokan isolat antara sampel telinga dan sampel air.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa *S. epidermidis* dan *S. aureus* ditemukan pada kedua kelompok, sedangkan mixed flora hanya ditemukan pada kelompok perenang yang dianalisis. Temuan tersebut mendukung adanya asosiasi antara status berenang dan pola pertumbuhan kultur, tetapi tidak membuktikan hubungan sebab-akibat. Interpretasi juga perlu mempertimbangkan perbedaan usia, riwayat otitis eksterna, penggunaan antibiotik, serta keterbatasan identifikasi presumtif dan metode kultur yang digunakan.

Perbedaan pola pertumbuhan kultur antara perenang dan non-perenang

Pola pertumbuhan kultur berbeda bermakna antara kelompok perenang dan non-perenang berdasarkan Fisher's exact test (p = 0,002; n = 55). Pada kelompok non-perenang, seluruh 26 sampel yang dapat dianalisis menunjukkan pertumbuhan monomikrobial. Pada kelompok perenang, 20 dari 29 sampel (69,0%) menunjukkan pertumbuhan monomikrobial dan sembilan sampel (31,0%) menunjukkan *mixed flora* (Tabel 4). Fisher's exact test digunakan sebagai dasar interpretasi karena terdapat sel dengan frekuensi nol.

Tabel 4. Perbandingan pola pertumbuhan kultur dan karakteristik Gram antara perenang dan non-perenang

Variabel	Non-perenang n (%)	Perenang n (%)	p
Pola pertumbuhan (n = 55)			
Monomikrobial	26 (100)	20 (69,0)	0,002
Mixed flora	0 (0,0)	9 (31,0)	
Karakteristik Gram pada isolat monomikrobial (n = 46)			
Gram positif	24 (92,3)	20 (100)	0,498
Gram negatif	2 (7,7)	0 (0,0)	

Nilai p dari Fisher's exact test. Lima sampel tidak tumbuh atau tidak teridentifikasi (4 non-perenang, 1 perenang) dikeluarkan dari analisis pola pertumbuhan (n = 55); analisis karakteristik Gram (n = 46) juga mengeluarkan 9 sampel mixed flora.

Pada sampel monomikrobial dengan identifikasi Gram yang jelas (n = 46), proporsi Gram-positif dan Gram-negatif tidak berbeda bermakna antarkelompok (*Fisher's exact test*, p = 0,498). Sebanyak 24 dari 26 sampel non-perenang menunjukkan pertumbuhan Gram-positif, sedangkan dua sampel menunjukkan pertumbuhan Gram-negatif. Seluruh 20 sampel monomikrobial pada kelompok perenang menunjukkan pertumbuhan Gram-positif. Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan yang teramati terutama berkaitan dengan keberadaan *mixed flora*, bukan pergeseran yang terbukti secara statistik menuju pertumbuhan Gram-negatif monomikrobial.

Paparan air berulang secara teoritis dapat berkaitan dengan perubahan kelembapan dan kondisi mikro lingkungan saluran telinga (Nielsen & Jiang, 2019). Kelembapan yang persisten berpotensi memengaruhi mekanisme pertahanan alami, termasuk migrasi epitel dan lingkungan asam yang berkaitan dengan aktivitas mikrobiota lokal (Ghanpur *et al.,* 2017; Rosenfeld & Shin, 2015). Perubahan kondisi tersebut mungkin menyediakan lingkungan yang lebih mendukung pertumbuhan beberapa mikroorganisme sekaligus. Namun, penelitian ini tidak mengukur kelembapan, pH saluran telinga, atau mekanisme pertahanan tersebut secara langsung. Oleh karena itu, penjelasan ini merupakan interpretasi biologis berdasarkan literatur, bukan mekanisme yang telah dibuktikan oleh hasil penelitian.

Bakteri Gram-negatif seperti *P. aeruginosa* ditemukan sebagai bagian dari

beberapa kombinasi *mixed flora* pada kelompok perenang. Bakteri ini dapat bertahan dalam kondisi lingkungan tertentu, termasuk dalam bentuk biofilm, meskipun terdapat proses klorinasi (Hassanein et al., 2023). Akan tetapi, keberadaan total *coliform* pada salah satu waktu pengambilan air tidak membuktikan bahwa bakteri dalam sampel telinga berasal dari kolam. Penelitian ini tidak melakukan pencocokan isolat dari air dan telinga sehingga kemungkinan tersebut tidak dapat dipastikan. Temuan ini juga tidak dengan sendirinya menunjukkan adanya infeksi atau otitis eksterna. Meskipun demikian, pola hasil kultur tersebut dapat dibahas dalam konteks laporan sebelumnya mengenai hubungan frekuensi berenang dengan kejadian otitis eksterna (Pantazidou et al., 2022; Wiegand et al., 2019), dengan catatan bahwa penelitian ini menilai profil kultur dan bukan kejadian penyakit.

Analisis eksploratif terhadap penggunaan *ear plug* dan *cotton bud* tidak menunjukkan perbedaan distribusi hasil kultur yang bermakna, dengan Fisher's exact test masing-masing menghasilkan p = 0,466 dan p = 1,000. Hasil ini perlu ditafsirkan secara hati-hati karena jumlah sampel relatif kecil dan hanya dua perenang melaporkan penggunaan *ear plug*. Dengan demikian, tidak ditemukannya signifikansi statistik tidak dapat diartikan sebagai bukti bahwa kebiasaan higiene tersebut tidak berkaitan dengan profil mikroba.

Keterbatasan penelitian

Hasil penelitian perlu diinterpretasikan dengan mempertimbangkan beberapa keterbatasan. Pertama, usia berbeda bermakna antara kelompok perenang dan non-perenang, sedangkan riwayat otitis eksterna dan penggunaan antibiotik juga tidak seimbang. Faktor-faktor tersebut tidak dikendalikan melalui analisis multivariat sehingga berpotensi memengaruhi hubungan yang teramati antara status berenang dan hasil kultur. Kedua, *purposive sampling* di satu kolam renang serta perekrutan kelompok pembanding dari populasi yang berbeda, yaitu mahasiswa, menimbulkan potensi bias seleksi dan membatasi generalisasi hasil. Ukuran sampel yang relatif kecil juga membatasi ketepatan estimasi dan kemampuan mendeteksi asosiasi, terutama pada analisis eksploratif faktor higiene.

Ketiga, identifikasi bakteri bersifat presumtif berdasarkan morfologi koloni dan pewarnaan Gram, tanpa konfirmasi biokimia atau molekuler dan tanpa kuantifikasi koloni. Kultur juga terbatas pada bakteri yang dapat tumbuh pada media yang digunakan; tidak digunakannya agar darah serta penggunaan MHA sebagai salah satu media kultur dapat membatasi pemulihan dan identifikasi mikroorganisme. Oleh karena itu, pertumbuhan monomikrobial yang teramati, khususnya pada kelompok non-perenang, belum tentu mencerminkan keseluruhan komunitas mikroba dalam saluran telinga dan dapat dipengaruhi oleh keterbatasan metode. Selain itu, sampel yang tidak tumbuh atau tidak teridentifikasi tidak dapat dipastikan mencerminkan ketiadaan mikroorganisme secara biologis.

Keempat, data aktivitas berenang dan faktor higiene diperoleh melalui kuesioner sehingga berpotensi mengalami bias ingatan. Waktu antara aktivitas berenang terakhir dan pengambilan swab juga perlu diperhatikan apabila tidak distandardisasi. Terakhir, desain potong lintang hanya memungkinkan penilaian asosiasi pada satu periode pengamatan dan tidak dapat menentukan hubungan sebab-akibat. Penelitian lanjutan dengan kelompok pembanding yang lebih sebanding, ukuran sampel yang lebih besar, pengendalian faktor perancu, serta metode identifikasi mikroba yang lebih komprehensif diperlukan untuk mengonfirmasi temuan ini.

Kesimpulan

Flora saluran telinga luar pada perenang dan non-perenang didominasi oleh bakteri Gram positif, terutama *S. epidermidis*. Perenang menunjukkan proporsi mixed flora yang lebih tinggi dibandingkan non-perenang (31,0% vs. 0%; p = 0,002), yang menunjukkan adanya asosiasi antara status berenang dan pola pertumbuhan kultur. Namun, tidak ditemukan perbedaan bermakna pada distribusi bakteri Gram positif dan Gram negatif dalam sampel monomikrobial (p = 0,498). Pada sampel ini, belum ditemukan bukti asosiasi yang bermakna antara penggunaan *ear plug* maupun *cotton bud* dan pola hasil kultur; temuan tersebut perlu ditafsirkan secara hati-hati karena jumlah pengguna *ear plug* sangat terbatas. Hasil

penelitian ini bersifat awal dan tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat. Perenang disarankan mengeringkan telinga setelah berenang dan menghindari penggunaan *cotton bud* secara berlebihan. Penggunaan *ear plug* dapat dipertimbangkan sesuai kebutuhan, sedangkan pengelola kolam renang perlu memantau kadar klorin dan indikator mikrobiologis air secara rutin. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain kohort, kelompok dengan karakteristik usia yang sebanding, pengendalian terhadap riwayat otitis eksterna dan penggunaan antibiotik, serta metode kultur standar yang dilengkapi identifikasi bakteri hingga tingkat spesies.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim penelitian payung atas dukungan teknis dan ilmiah selama penelitian, serta kepada seluruh subjek penelitian yang telah bersedia berpartisipasi.

Referensi

Aleandri, M., Ambrosi, C., Lepanto, M., Conte, A., Marazzato, M., Longhi, C., Nicoletti, M., Zagaglia, C., Goldoni, P., Bussu, F., Anzivino, R., Gallus, R., Battista, M., Conte, M. & Palamara, A. (2019). Characterization of the ear canal bacterial flora present in hearing aids (HA) wearing subjects. *Advances in Microbiology*, 9: 616–628. DOI: 10.4236/aim.2019.97038

Brook, I. (2018). The microbiology of otitis externa. *International Journal of Infectious Diseases*, 73: 8–15.

Dahlan, M. S. (2024). *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan: Deskriptif, Bivariat, dan Multivariat Dilengkapi Aplikasi Menggunakan SPSS* (Ed. ke-6). CV Metode Multiaksis Sopiyudin Dahlan. Jakarta.

Duan, T., Li, Z., Han, X., Hong, Q., Yang, Y., Yan, J. R., & Xing, C. (2024). Changes functional prediction of ear canal flora in chronic bacterial otitis externa. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology,* 14, Article 1434754. https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.14347 54

Forbes, B. A., Sahm, D. F. & Weissfeld, A. S. (2017). *Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology* (14th Ed.). Elsevier.

Ghanpur, A. D., Nayak, D. R., Chawla, K., Shashidhar, V. & Singh, R. (2017). Comparison of microbiological flora in the external auditory canal of normal ear and an ear with acute otitis externa. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11 (9): MC01–MC04. DOI: 10.7860/JCDR/2017/24983.10556

Gorbach, S. L., Bartlett, J. G. & Blacklow, N. R. (2017). *Infectious Diseases*. Lippincott Williams & Wilkins.

Guss, J. & Ruckenstein, M. J. (2010). Infections of the external ear. In: Flint, P. W. et al. (Eds.), *Cummings Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, pp: 1956–1961. Mosby Elsevier.

Hassanein, F., Masoud, I. M. & Fekry, M. M. (2023). Environmental health aspects and microbial infections of the recreational water. *BMC Public Health*, 23: 302. DOI: 10.1186/s12889-023-15183-z

Hauk, L. (2017). Cerumen impaction: an updated guideline from the AAO-HNSF. *American Family Physician*, 96 (4): 263–264.

Hlavsa, M. C., Roberts, V. A., Kahler, A. M., Hilborn, E. D., Wade, T. J., Backer, L. C., Yoder, J. S. & Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2014). Recreational water-associated disease outbreaks—United States, 2009–2010. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 63: 6–10.

Jackman, A. H. (2020). The antimicrobial properties of human cerumen. *Clinical Otolaryngology*, 45 (6): 947–953. DOI: 10.1111/coa.13524

Lipska, J., Hamerska, J., Hamerska, L., Bocianiak, B., Antczak, J., Kajka, A., Fenrych, U., Wojtczak, K., Skupińska, O. & Ruta, D. (2024). Swimmer's ear: prevention, diagnosis, treatment, and management strategies for athletes. *Quality in Sport*, 18: 53330. DOI: 10.12775/qs.2024.18.53330

Maclean, K., Njamo, F. O. J. P., Serepa-Dlamini, M. H., Kondiah, K., & Green, E. (2022). Antimicrobial susceptibility profiles among Pseudomonas aeruginosa isolated

from professional SCUBA divers with otitis externa, swimming pools and the ocean at a diving operation in South Africa. *Pathogens,* 11(1), Article 91. https://doi.org/10.3390/pathogens11010091

Michaudet, C. & Malaty, J. (2018). Cerumen impaction: diagnosis and management. *American Family Physician*, 98 (8): 525–529.

Moore, R. E., Luu, K. & Banks, J. T. (2022). Prevention strategies for swimmer's ear: a clinical review. *Journal of Otolaryngology – Head & Neck Surgery*, 51 (1): 14–25.

Nielsen, M. C. & Jiang, S. C. (2019). Alterations of the human skin microbiome after ocean water exposure. *Marine Pollution Bulletin*, 145: 595–603. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.06.047

Pantazidou, G., Dimitrakopoulou, M. E., Kotsalou, C., Velissari, J. & Vantarakis, A. (2022). Risk analysis of otitis externa (swimmer's ear) in children pool swimmers: a case study from Greece. *Water*, 14 (13): 1983. DOI: 10.3390/w14131983

Rosenfeld, R. M. & Shin, J. J. (2015). Clinical practice guideline: acute otitis externa. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 152 (1): 1–14.

Sastroasmoro, S. & Ismael, S. (2016). *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Klinis* (Ed. ke-5). Sagung Seto. Jakarta.

Severn, M. M., & Horswill, A. R. (2023). Staphylococcus epidermidis and its dual lifestyle in skin health and infection. *Nature Reviews Microbiology,* 21(2), 97–111. https://doi.org/10.1038/s41579-022-00780-3

Sjövall, A., Aho, V. T. E., Hyyrynen, T., Kinnari, T. J., Auvinen, P., Silvola, J., Aarnisalo, A. & Laulajainen-Hongisto, A. (2021). Microbiome of the healthy external auditory canal. *Otology & Neurotology*, 42 (5): e609–e614. DOI: 10.1097/MAO.0000000000003031

Wade, T. J., Sams, E. A., Beach, M. J., Collier, S. A. & Dufour, A. P. (2013). The incidence and health burden of earaches attributable to recreational swimming in natural waters: a prospective cohort study. *Environmental Health*, 12: 67. DOI: 10.1186/1476-069X-12-67

Wiegand, S., Berner, R., Schneider, A., Lundershausen, E. & Dietz, A. (2019). Otitis externa. *Deutsches Ärzteblatt International*, 116 (13): 224–234. DOI: 10.3238/arztebl.2019.0224

Wijesekera, A., Xu Wen, A. C., Walker, A., & Anders, C. (2024). Effects of seasonal, geographical and demographic factors on otitis externa microbiota in Queensland, Australia. *Australian Journal of General Practice*, 53(11 Suppl), S27–S32. https://doi.org/10.31128/AJGP-02-24-7152