


## IDENTIFIKASI BAKTERI *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* PADA *FLUSH TOILET* DI KAMPUS A POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN KALIMANTAN TIMUR

Zerlina Aathifah<sup>1</sup> , Sresta Azahra<sup>2</sup> , Fitri Nur Rica<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Kalimantan Timur

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Article history</b></p> <p>Submitted : 2023-01-29 Revised : 2023-09-23 Accepted : 2024-10-28</p> <p><b>Keywords:</b></p> <p><i>Toilet flush button; Staphylococcus aureus; Contamination; Identification of S.aureus</i></p> <p><b>Kata Kunci:</b></p> <p><i>Tombol flush toilet; Staphylococcus aureus; Kontaminasi; Identifikasi S.aureus</i></p> <p><i>This is an open access article under the <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/">CC BY-SA</a> license:</i></p> 	<p>Sanitation facility that has undergone many modifications is the toilet. These modifications are influenced by rapid population growth, which leads to limited clean water sources. To anticipate these changes, the use of toilet flush buttons can adjust the amount of water released to save clean water. Hands touching the surface of the toilet flush button play an important role in the transmission of <i>Staphylococcus aureus</i> bacteria from one user to another. The purpose of this study was to determine the contamination of <i>S.aureus</i> bacteria on the toilet flush button in Campus A of the East Kalimantan Health Polytechnic. This research is descriptive with consecutive sampling technique. The sample calculation using the Slovin formula resulted in a sample size of 18. The toilet flush button swab samples were taken at 16.00 WITA after the end of the academic community activities. The identification results showed that of the 18 samples of toilet flush button swabs there was <i>S.aureus</i> with a percentage of 78.8%, while 22.2% did not have <i>S.aureus</i>. With the high contamination of <i>S.aureus</i> on the toilet flush button, it is expected that toilet users maintain cleanliness and wash their hands before and after using the toilet.</p> <p><b>ABSTRAK</b></p> <p>Fasilitas sanitasi yang mengalami banyak modifikasi ialah toilet. Modifikasi ini dipengaruhi oleh pesatnya pertumbuhan penduduk, yang menyebabkan terbatasnya sumber air bersih. Untuk mengantisipasi perubahan tersebut, penggunaan tombol flush toilet dapat menyesuaikan jumlah air yang dilepaskan untuk penghematan air bersih. Tangan yang menyentuh permukaan tombol flush toilet berperan penting dalam transmisi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dari satu pengguna ke pengguna lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cemaran bakteri <i>S.aureus</i> pada tombol flush toilet di lingkungan Kampus A Politeknik Kesehatan Kalimantan Timur. Penelitian ini bersifat deskriptif dengan teknik pengambilan sampel consecutive sampling. Perhitungan sampel menggunakan rumus Slovin menghasilkan jumlah sampel sebanyak 18. Sampel usap tombol flush toilet diambil pada pukul 16.00 WITA setelah berakhirnya kegiatan civitas akademika. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa dari 18 sampel usapan tombol flush toilet terdapat <i>S.aureus</i> dengan persentase 78,8%, sedangkan 22,2% tidak terdapat <i>S.aureus</i>. Dengan tingginya kontaminasi <i>S.aureus</i> pada tombol flush toilet, diharapkan pengguna toilet menjaga kebersihan dan mencuci tangan sebelum dan sesudah menggunakan toilet.</p>
<p>✉ <b>Corresponding Author:</b></p> <p>Zerlina Aathifah1 081333780001 Email: <a href="mailto:Izer1351@gmail.com">Izer1351@gmail.com</a></p>	

### PENDAHULUAN

*Staphylococcus aureus* adalah bakteri gram-positif yang umumnya ditemukan pada kulit dan selaput lendir manusia, seperti di dalam hidung. Meskipun bakteri ini sering tidak menyebabkan masalah pada individu sehat, ia dapat menjadi patogen berbahaya ketika memasuki tubuh melalui luka atau sistem imun yang lemah. Bakteri ini dikenal sebagai penyebab infeksi kulit seperti bisul, hingga infeksi serius seperti pneumonia, sepsis, dan infeksi tulang (osteomyelitis). *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) (Nizet and Bradley, 2010). Resistensi *Staphylococcus aureus* terhadap antibiotik semakin menjadi perhatian serius dalam dunia kesehatan, terutama dengan meningkatnya prevalensi Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). MRSA tidak hanya resisten terhadap antibiotik berbasis penisilin, tetapi juga terhadap antibiotik lini terakhir seperti vancomycin dan daptomycin. Hal ini sangat mengkhawatirkan karena strain yang lebih resisten mulai muncul, yang dikenal sebagai Vancomycin-

Intermediate *S. aureus* (VISA) dan Vancomycin-Resistant *S. aureus* (VRSA), memperumit opsi pengobatan bagi pasien yang terinfeksi. Perkembangan resistensi ini diakibatkan oleh penyalahgunaan antibiotik baik di lingkungan medis maupun pada hewan, dan kini membutuhkan pendekatan terapi baru termasuk terapi adjuvant dan penggunaan agen anti-virulensi (Gherardi, 2023).

*Flush toilet* adalah perangkat sanitasi yang dirancang untuk membersihkan limbah manusia melalui sistem perpipaan dengan menggunakan aliran air. Pada perkembangannya, toilet ini telah mengalami inovasi yang signifikan, seperti penggunaan teknologi dual-flush yang memungkinkan penghematan air hingga 60% dengan volume air yang lebih rendah untuk pembuangan limbah cair dan padat. Sistem ini tidak hanya mengurangi konsumsi air, tetapi juga meningkatkan konsentrasi nutrisi dalam limbah untuk pemulihan sumber daya seperti fosfor dan nitrogen dalam bentuk yang dapat dimanfaatkan (Todt *et al.*, 2021).

Public restroom atau toilet merupakan tempat yang berisiko untuk menularkan penyakit, seperti melalui fekal oral atau yang lainnya, oleh karena toilet digunakan oleh banyak orang (Adiwoso, 2016). Enteropatogen atau patogen yang biasa ditemukan pada kulit manusia seperti *Staphylococcus aureus*, dapat dengan mudah ditransmisikan antar individu dengan menyentuh permukaan public restroom (Flores *et al.*, 2011).

Penelitian yang dilakukan oleh Mkrtyan pada tahun 2013, terdapat beberapa jenis bakteri yang biasanya ditemukan di toilet yaitu dari Family Staphylococcaceae terdapat 103 dari 211 sampel, Bacillaceae terdapat 37 dari 211 sampel (Mkrtyan *et al.*, 2013). Penelitian lain yang dilakukan di Taif pada 20 toilet umum wanita juga menunjukkan keberadaan beberapa jenis bakteri yang biasanya ditemukan di toilet yaitu *Staphylococcus aureus* 30,1%, *Klebsiella pneumoniae* 25,7%, *E. coli* 16%, *Enterobacter* spp. 11,2%, *Citrobacter* spp. 7,1%, *Pseudomonas aeruginosa* 5,9%, dan *Proteus* spp. 4,5% (Sabra, 2013).

Isolasi bakteri adalah proses pemisahan bakteri dari sampel yang mengandung berbagai jenis mikroorganisme untuk mendapatkan kultur murni dari satu jenis bakteri. Tujuan utama dari isolasi ini adalah untuk mempelajari karakteristik morfologi, fisiologi, dan biokimia bakteri secara spesifik, serta untuk keperluan identifikasi. Metode isolasi biasanya dilakukan dengan teknik pelapisan seperti streak plate atau pour plate, di mana mikroorganisme disebar secara bertahap pada medium padat untuk mengisolasi koloni bakteri individu. Setelah isolasi, koloni yang terpisah dapat dianalisis lebih lanjut untuk tujuan penelitian, diagnosis penyakit, atau produksi industri. Media yang digunakan untuk isolasi bakteri bervariasi, termasuk media umum seperti nutrient agar, atau media selektif yang dirancang untuk pertumbuhan bakteri tertentu (Jufri, 2020).

Identifikasi bakteri adalah proses menentukan spesies atau jenis bakteri berdasarkan ciri-ciri morfologi, fisiologi, biokimia, dan genetik. Proses ini dimulai dengan pengamatan karakteristik fisik, seperti bentuk sel dan pewarnaan Gram, serta dilanjutkan dengan uji biokimia untuk melihat kemampuan bakteri dalam memetabolisme substrat tertentu. Metode molekuler seperti Polymerase Chain Reaction (PCR) atau sekuensing gen juga semakin sering digunakan untuk mengidentifikasi bakteri secara lebih akurat dan cepat melalui analisis materi genetiknya. Identifikasi yang tepat sangat penting dalam berbagai aplikasi, termasuk diagnosis penyakit dan pengendalian infeksi. Sumber daya yang lebih mendalam mengenai identifikasi bakteri bisa ditemukan di buku atau jurnal ilmiah yang membahas teknik mikrobiologi modern (Reali *et al.*, 2019).

## METODE

### Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan cross-sectional.

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kampus A Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Kalimantan Timur, tepatnya di Jalan Kurnia Makmur, Samarinda Seberang. Pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium Bakteriologi Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan

Kementerian Kesehatan Kalimantan Timur. Penelitian berlangsung dari bulan Desember 2021 hingga Juli 2022.

### Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini terdiri dari 72 toilet yang ada di lingkungan Kampus A Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Kalimantan Timur. Sampel yang diambil berjumlah 18 swab tombol flush toilet yang memenuhi kriteria inklusi penelitian. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah consecutive sampling.

### Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil swab dari tombol flush toilet pada pukul 16.00 WITA setelah berakhirnya aktivitas civitas akademika. Swab tersebut kemudian dianalisis di Laboratorium Bakteriologi untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri *Staphylococcus aureus*.

### Pengolahan dan Analisis Data

Setelah mendapatkan data primer yang diperoleh dari hasil pemeriksaan kultur bakteri dan tes biokimia dicatat dan dikumpulkan, lalu diolah secara manual. Penelitian ini menggunakan analisis *univariate* sebagai analisa data, dimana analisis *univariate* merupakan variabel penelitian dengan melihat distribusi frekuensi dalam bentuk tabel dengan menggunakan rumus presentase sebagai berikut:

$$p = \frac{F}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dalam %

F = Frekuensi *Staphylococcus aureus* pada tombol flush kloset

N = Jumlah Sampel

## HASIL PENELITIAN

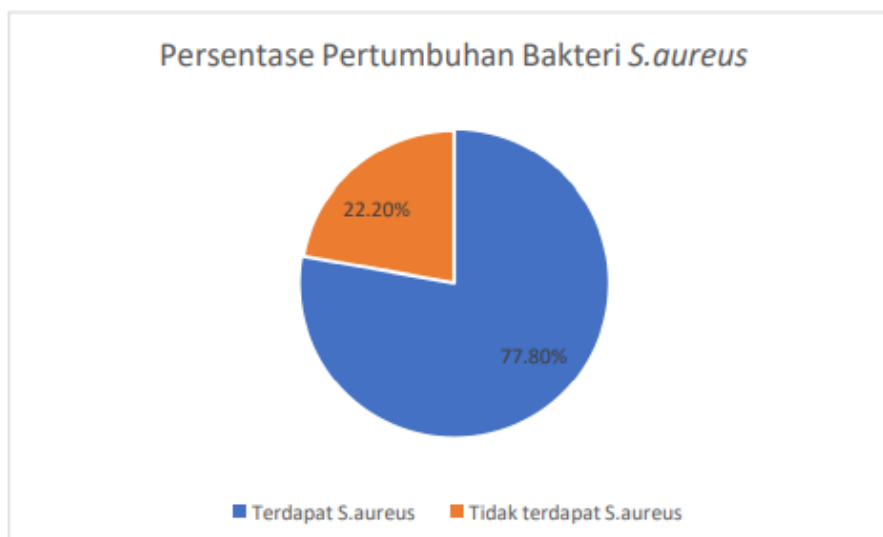
Berdasarkan sampel yang diperiksa sebanyak 18 usap tombol flush toilet. Delapan belas usap sampel tombol flush toilet ditanam pada media penyubur BHI kemudian diidentifikasi dengan media selektif gram positif MSA dan DNase, serta diidentifikasi dengan uji biokimia tes katalase dan koagulase untuk mendapatkan spesies *S. aureus*. Dari hasil identifikasi tersebut mendapatkan distribusi pertumbuhan bakteri pada media selektif MSA yang diamati warna serta bentuk koloninya dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Distribusi pertumbuhan bakteri pada tombol flush toilet di Kampus A Politeknik Kesehatan Kemenkes Kaltim**

Hasil Pemeriksaan Identifikasi <i>S.aureus</i>	Jumlah
Terdapat <i>S. aureus</i>	14
Tidak terdapat <i>S. aureus</i>	4
<b>Total</b>	<b>18</b>

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa terdapat pertumbuhan bakteri *S.aureus* pada tombol flush toilet di Kampus A Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Kalimantan Timur, sebanyak 14 sampel dan 4 sampel tidak terdapat *S.aureus*.

Kemudian berdasarkan hasil yang diperoleh mendapatkan persentase pertumbuhan bakteri *S.aureus* yang dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Persentase Pertumbuhan Bakteri *S.aureus*

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa Sebagian besar tombol *flush toilet* di Kampus A Poltekkes Kemenkes Kaltim terdapat *S.aureus* (77,8%), sedangkan sisanya sebanyak 22,2%, tidak terdapat *S.aureus*.

## PEMBAHASAN

Penelitian di Kampus A Poltekkes Kemenkes Kaltim menemukan bahwa dari 18 sampel swab toilet yang diambil setelah aktivitas kampus berakhir, sebanyak 77,8% dari 14 sampel usap tombol flush toilet menunjukkan adanya bakteri *Staphylococcus aureus*, sementara 22,2% lainnya tidak terdeteksi bakteri tersebut. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian (Maryanti, Suharti and Amir, 2019) di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, di mana 10,43% dari 24 sampel tombol flush toilet ditemukan terkontaminasi *S. aureus*. Selain itu, studi di Taif juga melaporkan adanya bakteri *S. aureus* pada toilet umum wanita dengan tingkat kontaminasi sebesar 30,1%.

Penyebaran bakteri *Staphylococcus aureus* di toilet Kampus A Poltekkes Kemenkes Kaltim terutama disebabkan oleh transmisi melalui telapak tangan. Pengguna toilet secara bergantian menyentuh tombol flush, meninggalkan sidik jari dan sekresi alami kulit yang mengandung mikroba. Kebiasaan tidak mencuci tangan setelah menggunakan toilet meningkatkan risiko perpindahan bakteri dari tombol flush ke tangan, memperbesar peluang terjadinya kontaminasi.

*Staphylococcus aureus* adalah bakteri yang terkenal dengan kemampuannya bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan yang keras, termasuk lingkungan kering. Bakteri ini memiliki kemampuan bertahan hidup di permukaan kering selama berminggu-minggu, yang menjadikannya ancaman dalam penyebaran infeksi, terutama di lingkungan rumah sakit dan fasilitas kesehatan. Ketahanannya terhadap kekeringan disebabkan oleh struktur dinding selnya yang kuat dan kemampuannya untuk beradaptasi dengan tekanan lingkungan. Hal ini memungkinkan *S. aureus* untuk tetap hidup di permukaan yang terkontaminasi seperti meja, gagang pintu, atau peralatan medis, bahkan tanpa kelembaban yang cukup (Gherardi, 2023).

Hasil kuisisioner dari cleaning service di Kampus A Poltekkes Kemenkes Kaltim mengungkap beberapa faktor yang mendukung keberadaan bakteri *Staphylococcus aureus* di toilet. Sebanyak 66,7% toilet memiliki wastafel yang tidak berfungsi dengan baik, seluruh toilet (100%) tidak dibersihkan secara teratur, dan 66,7% memiliki lubang toilet yang tidak tertutup dengan benar, meskipun aliran pembuangan air berfungsi dengan baik. Kebersihan yang buruk ini meningkatkan risiko penyebaran bakteri melalui permukaan toilet.

Penelitian lain juga dilakukan oleh di Universitas Colorado di kampus Boulder, dimana sampel yang digunakan adalah 12 toilet yang terdiri dari enam toilet pria dan enam toilet wanita. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa bakteri yang banyak terdapat pada kran antara lain *Propionibacteriaceae*,

*Corynebacteriaceae*, *Micrococcaceae*, *Staphylococcaceae*, dan *Streptococcaceae*. Bakteri yang banyak terdapat pada tombol toilet antara lain *Propionibacteriaceae*, *Corynebacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, *Proteobacteria*, dan *Clostridiales* (Flores *et al.*, 2011). Keberadaan bakteri di toilet seperti pada kran air dan tombol flush kloset bisa menimbulkan penyakit *salmonellosis* dan mengalami diare yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella* dari famili *Enterobacteriaceae*. Penemuan bakteri di toilet berdasarkan penelitian-penelitian tersebut telah menjadi bukti bahwa perlu diperhatikan lagi tentang kebersihan diri setiap individu dalam menggunakan toilet dan sistem pembersihan yang sudah dilakukan petugas di toilet. Bakteri bisa menetap dan tumbuh di toilet dalam waktu yang lama meskipun telah disiram atau dibersihkan dengan cairan anti-mikroba. Faktor lain yang juga berpengaruh yaitu individu yang memiliki imunitas terganggu akan lebih mudah terkena penyakit, karena toilet umum merupakan salah satu tempat yang berisiko untuk penularan penyakit (Sabra, 2013).

*Staphylococcus aureus* adalah bakteri yang biasanya terdapat sebagai flora normal di kulit, saluran pernapasan atas, dan saluran pencernaan manusia. Meskipun pada kondisi normal bakteri ini tidak berbahaya, namun ketika masuk ke dalam tubuh atau lingkungan steril dalam jumlah besar, *S. aureus* dapat menyebabkan berbagai infeksi dan penyakit. Salah satu masalah utama yang disebabkan oleh *S. aureus* adalah keracunan makanan, yang terjadi ketika makanan terkontaminasi oleh enterotoksin yang diproduksi oleh bakteri ini. Gejala dari keracunan makanan akibat enterotoksin *S. aureus* meliputi mual, muntah, kejang perut, dan rasa lesu yang muncul dalam beberapa jam setelah konsumsi makanan yang terkontaminasi. Toksin ini juga tahan terhadap panas dan proteolitik enzim, sehingga tetap aktif di saluran pencernaan (Hennekinne, De Buyser and Dragacci, 2012). Jika jumlahnya mencapai 1.000.000 atau  $10^6$  per gram, seperti yang dijelaskan (Suen *et al.*, 2019) bakteri ini dapat menimbulkan penyakit serius. Kondisi toilet yang tidak terawat menjadi faktor kunci dalam memungkinkan bakteri ini berkembang biak dan menular. Kebiasaan mencuci tangan dan perawatan rutin toilet sangat penting untuk mengurangi risiko infeksi dan menjaga lingkungan toilet tetap higienis.

Penyebaran bakteri *Staphylococcus aureus* di toilet sangat dipengaruhi oleh kebiasaan tidak mencuci tangan setelah menggunakan toilet dan kurangnya kebersihan toilet. Tangan pengguna toilet menjadi perantara utama perpindahan bakteri dari tombol flush toilet ke pengguna lain. Jika tidak dibersihkan secara teratur, bakteri akan semakin terakumulasi di permukaan tombol dan memperbesar risiko penularan (Tong *et al.*, 2015).

Penggunaan sabun antiseptik untuk mencuci tangan, terutama sebelum dan setelah menggunakan toilet, terbukti sangat efektif dalam mengurangi kontaminasi bakteri seperti *Staphylococcus aureus*. Mencuci tangan dengan sabun antiseptik dapat mengurangi jumlah bakteri di tangan hingga tingkat yang sangat rendah, mencegah perpindahan bakteri dari tangan ke permukaan toilet, seperti tombol flush, atau sebaliknya. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sabun antiseptik lebih efektif daripada sabun biasa dalam menghilangkan bakteri patogen, terutama di lingkungan umum dan kesehatan (Willmott *et al.*, 2016).

Selain itu, kebersihan toilet secara menyeluruh, termasuk pembersihan rutin tombol flush dan area toilet lainnya, memainkan peran penting dalam mencegah penyebaran bakteri. Kebiasaan higienis seperti mencuci tangan dan menjaga kebersihan lingkungan toilet harus dipraktikkan secara konsisten untuk mengurangi risiko infeksi yang ditularkan melalui permukaan yang terkontaminasi (Lompo *et al.*, 2023).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh pada Identifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* pada *Flush toilet* di Kampus A Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Kalimantan Timur dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ditemukan bakteri *Staphylococcus aureus* pada 14 sampel dari 18 sampel usap tombol *flush toilet*
2. Persentase bakteri *Staphylococcus aureus* yang ditemukan pada tombol *flush toilet* sebesar 77,8%

Saran yang dapat diberikan peneliti kepada beberapa belah pihak maupun pembaca yaitu sebagai berikut:

1. Bagi pengguna toilet Kampus A Poltekkes Kemenkes Kaltim diharapkan adanya peran aktif dari pengguna toilet Kampus A dalam menjaga kebersihan toilet seperti mencuci tangan sebelum buang air besar maupun buang air kecil dan membuang sampah pada tempatnya.
2. Bagi pekerja *cleaning service* sebaiknya memperhatikan kebersihan toilet dengan membersihkan bagian kloset secara keseluruhan hingga mengenai tombol *flush toilet* serta dibersihkan secara rutin yaitu 1 hari 3 kali.
3. Bagi bagian sarana dan prasarana Poltekkes Kaltim, diharapkan adanya peningkatan ketersediaan sabun dan mengalirnya air bersih disemua wastafel yang ada di toilet Kampus A Politeknik Kesehatan Kaltim.
4. Bagi peneliti selanjutnya sebaiknya dilakukan penelitian Angka Kuman *Staphylococcus aureus* pada *flush toilet* serta melakukan identifikasi bakteri patogen lainnya untuk mengetahui faktor risiko dari kontaminasi bakteri *Staphylococcus aureus* dan bakteri lainnya dengan perhitungan statistik

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adiwoso, N. (2016) 'Pedoman Standar Toilet Umum Indonesia', Jakarta: Asosiasi Toilet Indonesia. Available at: <https://www.asosiasitoilet-indonesia.org/wp-content/uploads/2021/03/Pedoman-Standard-Toilet-Umum-Indonesia.pdf>.
- Flores, G.E. *et al.* (2011) 'Microbial biogeography of public restroom surfaces', *PLoS ONE*, 6(11). Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028132>.
- Gherardi, G. (2023) 'Staphylococcus aureus Infection: Pathogenesis and Antimicrobial Resistance', *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms24098182>.
- Hennekinne, J.A., De Buyser, M.L. and Dragacci, S. (2012) 'Staphylococcus aureus and its food poisoning toxins: Characterization and outbreak investigation', *FEMS Microbiology Reviews*, 36(4), pp. 815–836. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00311.x>.
- Jufri, R.F. (2020) 'Microbial Isolation', *Journal La Lifesci*, 1(1), pp. 18–23. Available at: <https://doi.org/10.37899/journallalifesci.v1i1.33>.
- Lompo, P. *et al.* (2023) 'Bacterial Contamination of Antiseptics, Disinfectants, and Hand Hygiene Products Used in Healthcare Settings in Low- and Middle-Income Countries—A Systematic Review', *Hygiene*, 3(2), pp. 93–124. Available at: <https://doi.org/10.3390/hygiene3020010>.
- Maryanti, R., Suharti, N. and Amir, A. (2019) 'Gambaran Bakteri pada Kran Air dan Tombol Flush Kloset Duduk di Toilet Umum Lingkungan Fakultas Kedokteran Universitas Andalas Tahun 2018', *Jurnal Kesehatan Andalas*, 8(2S), p. 33. Available at: <https://doi.org/10.25077/jka.v8i2s.956>.
- Mkrtchyan, H. V. *et al.* (2013) 'Could Public Restrooms Be an Environment for Bacterial Resistomes?', *PLoS ONE*, 8(1), pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054223>.
- Nizet, V. and Bradley, J.S. (2010) 'Staphylococcal infections', *Infectious Diseases of the Fetus and Newborn: Expert Consult - Online and Print*, pp. 489–515. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-6400-8/00014-6>.
- Realı, S. *et al.* (2019) 'Novel diagnostics for point-of-care bacterial detection and identification', *RSC Advances*, 9(37), pp. 21486–21497. Available at: <https://doi.org/10.1039/c9ra03118a>.
- Sabra, S.M.M. (2013) 'Bacterial public health hazard in the public female restrooms at Taif, KSA', *Middle East Journal of Scientific Research*, 14(1), pp. 63–68. Available at: <https://doi.org/10.5829/idosi.mejsr.2013.14.1.7326>.
- Suen, L.K.P. *et al.* (2019) 'The public washroom - Friend or foe? An observational study of washroom cleanliness combined with microbiological investigation of hand hygiene facilities', *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 8(1), pp. 4–9. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13756-019-0500-z>.
- Todt, D. *et al.* (2021) 'Practical performance and user experience of novel DUAL-Flush vacuum toilets', *Water (Switzerland)*, 13(16), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.3390/w13162228>.
- Tong, S.Y.C. *et al.* (2015) 'Staphylococcus aureus infections: Epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management', *Clinical Microbiology Reviews*, 28(3), pp. 603–661.

Available at: <https://doi.org/10.1128/CMR.00134-14>.

Willmott, M. *et al.* (2016) 'Effectiveness of hand hygiene interventions in reducing illness absence among children in educational settings: A systematic review and meta-analysis', *Archives of Disease in Childhood*, 101(1), pp. 42–50. Available at: <https://doi.org/10.1136/archdischild-2015-308875>.