

Potential Test of Lactic Acid Bacteria from Infant Feces on The Growth of *Staphylococcus epidermidis*

Afif Farras^{1*}, Nurmi Hasbi², Wayan Sulaksana Sandhi Parwata³

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Kota Mataram, Indonesia

²Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Kota Mataram, Indonesia

³Departemen Pediatri, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Kota Mataram, Indonesia

Article History

Received : October 10th, 2024

Revised : October 30th, 2024

Accepted : November 05th, 2024

*Corresponding Author: Afif Farras, Fakultas Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Kota Mataram, Indonesia;
Email: afiffarras03@gmail.com

Abstract: *Staphylococcus epidermidis* can cause various health infections such as in the urinary tract, respiratory tract, gastrointestinal tract, wounds, blood, and endocarditis. Treatment of *S. epidermidis* infections generally uses chemical antibiotics. However, the use of natural ingredients such as good bacteria such as Lactic Acid Bacteria (LAB) can be used as an alternative in treating infections by *S. epidermidis*. LAB is a probiotic that has benefits on human health. This study aims to determine the antibacterial potential of LAB against the growth of *S. epidermidis*. This research is a laboratory experimental research with post test only design. The stage starts from making media for test bacteria. Then the bacterial rejuvenation stage was carried out using the media that had been made. After the bacteria grow on the media, the bacteria are made into a suspension. Furthermore, antibacterial tests were carried out using the agar well diffusion method and each treatment was carried out as many as 3 repetitions. All isolates were found to be able to produce inhibition zones against *S. epidermidis* with 3 isolates with codes 01A 10-5, 01A 10-6 (2), and 03A 10-7 (1) categorized as moderate and 5 isolates with codes 01F 10-6 (2), 01F 10-7 (2), 02AF 10-7 (1), 03AF 10-7 (2), and 04AF 10-7 categorized as weak. The best zone of inhibition in the medium category was produced by locus-shaped LAB isolates. Based on the results of this study, it can be concluded that LAB from baby feces has antibacterial activity with weak to moderate strength, but the antibacterial activity is still classified as ineffective in inhibiting *S. epidermidis*. Further identification of antibacterial compounds in LAB from baby feces is recommended for quantitative analysis.

Keywords: Diffusion, lactic acid bacteria, *Staphylococcus epidermidis*, well diffusion agar.

Pendahuluan

Staphylococcus epidermidis adalah bakteri komensal yang merupakan bagian dari flora normal pada kulit dan membran mukosa manusia, seperti hidung, tenggorokan, dinding vagina, dan usus. Sebagai bagian dari kelompok *Staphylococcus* koagulase-negatif (CoNS), *S. epidermidis* adalah bakteri gram-positif yang

umumnya tidak berbahaya. Namun, dalam kondisi tertentu, bakteri ini dapat menjadi patogen oportunistik, terutama pada pasien dengan gangguan sistem imun, rawat inap jangka panjang, atau yang menggunakan alat medis invasif seperti kateter atau prostesis. Infeksi nosokomial yang disebabkan oleh *S. epidermidis* termasuk infeksi aliran darah, endokarditis, infeksi luka, serta infeksi saluran kemih dan

pernapasan (Lerch *et al.*, 2019; Chabi & Momtaz, 2019). Pengobatan terhadap infeksi ini biasanya menggunakan antibiotik seperti vancomycin, ciprofloxacin, dan rifampicin, meskipun resistensi antibiotik telah menjadi masalah yang semakin serius akibat penggunaan yang tidak rasional (ECDC, 2018).

Bakteri asam laktat (BAL) salah satu kelompok bakteri gram-positif yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. BAL umumnya ditemukan di alam, termasuk pada makanan fermentasi, daging, tanah, serta di saluran pencernaan manusia. BAL yang diisolasi dari usus manusia memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap lingkungan saluran pencernaan dan dapat berkolonisasi untuk jangka waktu yang lama. BAL sering digunakan sebagai probiotik, yang didefinisikan sebagai bakteri hidup yang, jika dikonsumsi dalam jumlah cukup, dapat membantu kesehatan inangnya (Wang *et al.*, 2021). Produk probiotik umumnya mengandung 10^5 - 10^9 koloni/ml BAL, dan manfaatnya mencakup menjaga keseimbangan mikroflora usus, mencegah diare, serta meningkatkan kekebalan tubuh (Diza *et al.*, 2016). Produk susu fermentasi dengan BAL juga dilaporkan membantu mengatasi alergi dan intoleransi laktosa pada bayi (Priadi *et al.*, 2020).

Pertumbuhan beberapa mikroba berbahaya, termasuk *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, telah terbukti dihambat secara efektif oleh komponen antimikroba yang dihasilkan oleh BAL, seperti asam organik, bakteriosin, hidrogen peroksida, dan reuterin (Manalu *et al.*, 2020). Penelitian sebelumnya telah berhasil mengisolasi BAL dari feses bayi dan menunjukkan bahwa isolat tersebut lebih murni serta belum terkontaminasi oleh bakteri patogen (Hasbi *et al.*, 2024). Beberapa studi telah menguji potensi BAL dari feses bayi terhadap patogen seperti *S. aureus* dan *E. coli* (Manalu *et al.*, 2020), tetapi hingga kini belum ada penelitian yang secara khusus mengevaluasi aktivitas antibakteri BAL terhadap *S. epidermidis*. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi antibakteri dari bakteri asam laktat (BAL) yang diisolasi dari feses bayi terhadap *Staphylococcus epidermidis*.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif pengobatan yang lebih aman dan efektif terhadap infeksi yang

disebabkan oleh *S. epidermidis*, terutama dalam mengatasi masalah resistensi antibiotik. Selain itu, hasil penelitian ini juga berpotensi memperluas aplikasi BAL sebagai probiotik dalam pencegahan dan penanganan infeksi nosokomial di lingkungan rumah sakit.

Bahan dan Metode

Jenis penelitian

Metode penelitian yaitu eksperimental laboratorium dengan rancangan penelitian *post test only group design*. Untuk memastikan sampel dan variabel bebas terandomisasi dengan maksimal maka peneliti melakukan teknik *single blinding*, sehingga peneliti tidak mengetahui alokasi variabel bebas di setiap sampel. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kemampuan antibakteri dari bakteri asam laktat asal feses bayi terhadap *Staphylococcus epidermidis*.

Waktu dan tempat

Penelitian berlangsung dibulan Agustus 2023 hingga Juni 2024, bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram.

Sampel penelitian

Sampel uji adalah bakteri patogen *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 yang berasal dari Balai Laboratorium Kesehatan Pengujian dan Kalibrasi Provinsi NTB, dan isolat bakteri asam laktat asal feses bayi. Bakteri BAL merupakan bakteri yang telah diisolasi dari feses bayi berusia 0-6 bulan. Pengambilan sampel feses bayi dilakukan dengan cara menampung feses kedalam botol sampel, selanjutnya disimpan ke dalam cooler box kemudian dibawa ke laboratorium mikrobiologi untuk dilakukan proses pengenceran sampai pengenceran ke-7. Dari pengenceran tersebut dilakukan kulturisasi menggunakan media agar. Dari proses tersebut didapatkan hasil isolat bakteri asam laktat berjumlah sebanyak 8 bakteri dengan rincian sebanyak 6 bakteri berbentuk kokus dan 2 bakteri berbentuk basil (Hasbi *et al.*, 2024).

Variabel penelitian

Variabel bebas

8 Isolat bakteri asam laktat asal feses bayi, kontrol positif *ciprofloxacin*, dan kontrol negatif NaCl 0.9%.

Variabel terikat

Luas diameter zona hambat bakteri *S. epidermidis*

Pelaksanaan penelitian

Pembuatan media uji

Pembuatan media *Man Rogosa Sharpe Agar* (MRSA) dimulai dengan menimbang serbuk MRSA sebanyak 68,2 gram, media ini disuplementasi dengan CaCO_3 sebanyak 1%. Pembuatan media *Nutrient Agar* (NA) dimulai dengan menimbang serbuk NA sebanyak 1.2 gram. Pembuatan media *Blood Agar* (BA) dimulai dengan menimbang serbuk BA sebanyak 40 gram. Media MRSA dan BA dilarutkan dalam 1 liter aquades dan media NA dilarutkan dalam 120 ml aquades, ketiganya dilarutkan di dalam wadah erlenmeyer dan dipanaskan diatas hotplate. Selanjutnya, mengaduk dengan magnetic stirrer hingga homogen dan mendidih. Media tersebut kemudian disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah sterilisasi selesai, tuangkan agar ke dalam cawan petri dan diamkan hingga padat.

Peremajaan bakteri BAL

Peremajaan BAL dilakukan dengan mengambil isolat pada stok kultur tabung reaksi kemudian diinokulasikan dalam cawan petri berisi media MRSA bersuplementasi CaCO_3 dengan metode streak kuadran. Tahap selanjutnya dilakukan BAL diinkubasi selama 24 jam dalam inkubator pada suhu 37°C .

Peremajaan bakteri S. epidermidis

Peremajaan bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan mengambil isolat bakteri pada stok kultur tabung reaksi. Selanjutnya, diinokulasikan dalam cawan petri berisi media BA dengan metode streak kuadran. Tahap selanjutnya dilakukan inkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam.

Pewarnaan Gram

Meneteskan NaCl fisiologis 0.9% pada kaca objek, kemudian mengambil isolate pada agar miring sebanyak 1 ose dan disebar diatas kaca objek kemudian difiksasi (preparat). Meneteskan larutan kristal violet diatas preparat dan mendiamkan selama 1 menit. Mencuci preparat dengan air mengalir, kemudian ditetesi cairan lugol dan mendiamkan selama 1 menit.

Mencuci kembali preparat dengan air mengalir dan ditetesi alkohol 96% serta mendiamkan selama 30 detik. Mencuci preparat dengan air mengalir dan ditetesi safranin serta mendiamkan selama 45-60 detik atau setengah kering. Mencuci dan mengeringkan prepat untuk diamati di bawah mikroskop. Warna ungu akan terbentuk jika bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif berwarna merah. Bakteri asam laktat merupakan bakteri Gram Positif

Pembuatan larutan standar McFarland 0.5

Memasukkan sebanyak 0,05 ml larutan BaCl_2 1% dalam tabung reaksi. Memasukkan sebanyak 9,95 ml larutan H_2SO_4 1% dalam tabung reaksi yang sudah berisi BaCl_2 1% dan dihomogenkan menggunakan vortex.

Pembuatan suspensi bakteri uji

Memasukkan sebanyak 10 ml larutan NaCl 0,9% dalam tabung reaksi. Mengambil bakteri *S. epidermidis* dan BAL yang telah diinokulasi menggunakan kawat ose steril. Lalu disuspensikan ke dalam tabung reaksi berisi 10 ml larutan NaCl 0,9%. Selanjutnya, diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C . Suspensi bakteri uji tersebut kemudian dibandingkan hingga diperoleh kekeruhan yang sama dengan standar kekeruhan larutan *McFarland* 0.5.

Uji antibakteri BAL

Suspensi bakteri *Staphylococcus epidermidis* dipipet sebanyak 1 ml. Selanjutnya, dimasukkan dalam cawan petri dan disebarkan merata menggunakan spreader. Sumuran dengan diameter 5 mm dibuat pada media yang telah diinokulasi bakteri patogen. Sumuran agar diisi dengan suspensi sebanyak delapan isolat BAL, kontrol negatif, dan kontrol positif sebanyak masing-masing 5 μl , selanjutnya diinkubasi di dalam inkubator bersuhu 37°C selama 24 jam. Zona bening yang terbentuk akan diukur menggunakan penggaris. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan agar hasil yang diperoleh lebih akurat

Hasil dan Pembahasan

Hasil konfirmasi ulang bakteri uji

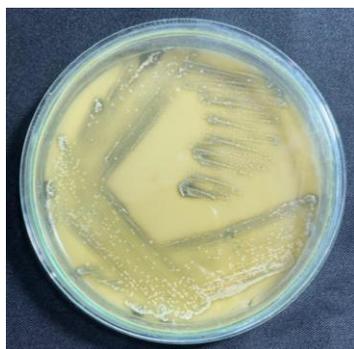
Hasil penelitian Hasbi., et al (2024), terdapat delapan isolat bakteri yang sudah teridentifikasi sebagai Bakteri Asam Laktat

(BAL). Semua isolat tersebut diberikan kode masing-masing. Bakteri dengan kode A berasal dari feses bayi yang mengonsumsi ASI, yaitu 01A 10-6, 01A 10-6(2), dan 03A 10-7(1). Kode F diartikan sebagai bakteri yang berasal dari feses bayi yang mengonsumsi susu formula, yaitu 01F 10-6(2) dan 01F 10-7(2). Kode AF merupakan bakteri yang berasal dari feses bayi yang mengonsumsi ASI dan susu formula, yaitu 02AF 10-7(1), 03AF 10-7(1), dan 04AF 10-7 untuk lengkapnya bisa dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi BAL secara mikroskopis (Hasbi *et al.*, 2024)

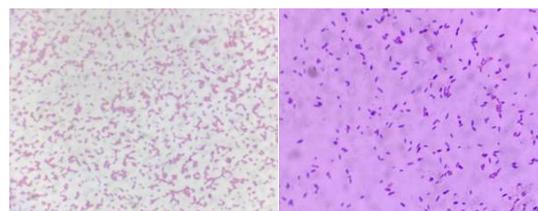
No	Bahan Uji	Mikroskopis	
		Pewarnaan gram	Bentuk sel
1	01A 10-5	Positif	Kokus
2	01A 10-6 (2)	Positif	Kokus
3	03A 10-7 (1)	Positif	Kokus
4	01F 10-6 (2)	Positif	Kokus
5	01F 10-7 (2)	Positif	Basil
6	02AF 10-7 (1)	Positif	Basil
7	03AF 10-7 (2)	Positif	Kokus
8	04AF 10-7	Positif	Kokus

Konfirmasi ulang bakteri uji dilakukan dengan peremajaan dan pewarnaan gram dengan tujuan untuk memastikan morfologi kedua bakteri uji. Peremajaan BAL, Media yang akan digunakan merupakan media *Man Rogosa Sharpe Agar* (MRSA) yang tersuplementasi CaCO₃ sebanyak 1%. Media MRSA merupakan media selektif yang digunakan untuk membudidayakan dan mengawetkan bakteri tertentu guna memilih LAB yang mempunyai karakteristik unik (Ningsih *et al.*, 2018). Hasil peremajaan BAL bisa dilihat pada gambar 1.



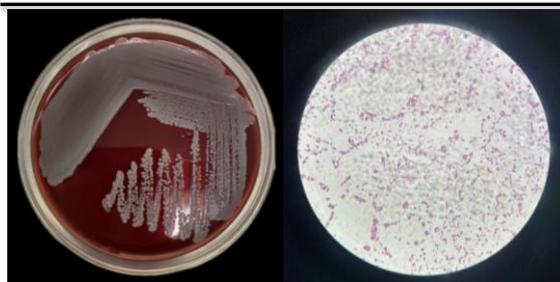
Gambar 1. Hasil peremajaan BAL pada media MRSA Sumber : (dokumentasi pribadi)

Pewarnaan gram digunakan untuk mengidentifikasi isolat yang diteliti termasuk dalam kelompok Pewarnaan Gram dapat digunakan untuk menentukan komposisi dan bentuk LAB selain untuk membedakan pengelompokan bakteri. Di bawah mikroskop, bakteri Gram-negatif tampak merah, sedangkan bakteri Gram-positif dapat menahan pewarna kristal violet dan menunjukkan rona ungu. Kelompok bakteri Gram-positif dan Gram-negatif berbeda dalam warna karena ketebalan dinding peptidoglikannya; dinding tebal untuk gram positif, sedangkan dinding tipis untuk Gram-negatif (Karimela *et al.*, 2018). Hasil pewarnaan gram BAL bisa dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pewarnaan Gram isolat BAL (a) Bentuk kokus (b) Bentuk basil
 Sumber : (dokumentasi pribadi)

Bakteri patogen *Stapylococcus epidermidis* didapatkan dari Balai Laboratorium Kesehatan Pengujian dan Kalibrasi Provinsi Nusa Tenggara Barat. Metode yang digunakan untuk uji dari bakteri ialah metode *Automatic Microbiology System*. Peremajaan dimulai dari pembuatan media *Blood Agar* (BA) sebagai tempat inokulasi isolat bakteri patogen *S. epidermidis*. Selanjutnya, dengan menggunakan metode coretan, isolat bakteri patogen dari stok kultur tabung disuntikkan ke dalam media BA dalam kuadran, dan campuran tersebut diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Bakteri murni yang diisolasi dari koloninya diperoleh dengan menggunakan coretan kuadran (Suryani & A'yun, 2022). Hasil peremajaan *S. epidermidis* bisa dilihat pada gambar 3 (a).



Gambar 3. (a) Peremajaan *S. epidermidis* pada media BA (b) Pewarnaan Gram *S. epidermidis*
 Sumber : (dokumentasi pribadi)

Pewarnaan gram dilakukan untuk memastikan bahwa bakteri tersebut adalah *S. epidermidis*. Pewarnaan gram bertujuan untuk membedakan dua kelompok bakteri, yaitu gram positif dan gram negatif. Hasil perwarnaan gram

bisa dilihat pada gambar 3 (b).

Hasil Uji Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri bakteri asam laktat dinilai menggunakan metode difusi sumur agar. Pendekatan ini dipilih karena memiliki banyak manfaat, termasuk memudahkan pengukuran zona penghambatan karena bakteri aktif baik di bagian atas maupun bawah media agar (Nurhayati *et al.*, 2020). Tujuan dari uji aktivitas antibakteri ini adalah untuk mengidentifikasi daerah zona penghambatan bakteri asam laktat, yang ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening di sekitar sumur agar. Gambar 4 dan Tabel 2 menunjukkan hasil uji aktivitas antibakteri BAL dari feses bayi terhadap *S. epidermidis*.

Tabel 2. Nilai Diameter Zona Hambat Antibakteri Bakteri Asam Laktat terhadap *S. epidermidis*

Bahan Uji	Rata-rata Pengulangan Diameter Zona Hambat (mm)	Kategori Kekuatan Antibakteri
01A 10-5	6,00 ± 1,00	Sedang
01A 10-6 (2)	5,67 ± 1,15	Sedang
03A 10-7 (1)	6,67 ± 2,08	Sedang
01F 10-6 (2)	1,67 ± 0,57	Lemah
01F 10-7 (2)	1,33 ± 0,57	Lemah
02AF 10-7 (1)	3,33 ± 0,57	Lemah
03AF 10-7 (2)	3,67 ± 1,57	Lemah
04AF 10-7	4,33 ± 0,57	Lemah
Kontrol (+)	31 ± 0,00	Sangat Kuat
Kontrol (-)	0 ± 0,00	Tidak Ada Aktivitas

Keterangan : Kontrol (+) : *Ciprofloxacin* dan Kontrol (-) : NaCl 0.9%



Gambar 4. Hasil Uji Antibakteri BAL terhadap pertumbuhan *S. epidermidis* (a) kelompok kontrol (b) kelompok isolat
 Sumber : (dokumentasi pribadi)

Pembahasan konfirmasi ulang bakteri uji

Peremajaan BAL dari isolat ke medium baru bertujuan untuk menghasilkan kultur murni yang bebas dari kontaminasi yang tidak diinginkan dan cocok untuk identifikasi morfologi (Azzahra *et al.*, 2021). Hasil

pengamatan makroskopis BAL didapatkan koloni berwarna putih dan bulat dengan tepian berwarna bening. Temuan Sibarani *et al.*, (2023) mendukung temuan ini, yang menunjukkan bahwa BAL yang diregenerasi dalam media MRSA yang diperkaya dengan CaCO₃ menunjukkan koloni berwarna putih, bulat, dan berbatas tegas. Terbentuknya zona bening menandakan keberhasilan produksi asam laktat oleh bakteri. Terbentuknya zona bening di sekeliling koloni yang sedang berkembang merupakan tanda bahwa kalsium laktat, yang terbentuk ketika kandungan CaCO₃ bereaksi dengan asam yang dihasilkan oleh BAL, larut dalam media (Falakh & Astri, 2022).

Hasil uji pewarnaan Gram terhadap delapan isolat bakteri asam laktat dari feses bayi menunjukkan warna ungu dan dua sel berbentuk batang dan enam sel berbentuk kokus. Hasil

penelitian Manalu *et al.*, (2020) juga menunjukkan bahwa bakteri asam laktat hasil regenerasi menunjukkan ciri-ciri yang berbeda, dengan tiga isolat berbentuk basil dan empat berbentuk kokus. Penelitian Astuti *et al.*, (2021) juga menunjukkan hasil yang sama: tiga isolat bakteri asam laktat mengalami pewarnaan Gram, yang menunjukkan ciri-ciri gram positif dan bentuk yang berbeda—dua isolat berbentuk kokus dan satu berbentuk basil. Hasil pengamatan mikroskopis *S. epidermidis* menunjukkan koloni tidak menghasilkan hemolisis pada agar darah. Hasil tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Saleh., *et al* (2024) bahwa bakteri *S. epidermidis* tidak menunjukkan adanya hemolisis pada media BA. Kemampuan hemolisis adalah kemampuan bakteri untuk memecah sel darah merah dan melepaskan hemoglobin. Hemolisis pada bakteri dapat diuji menggunakan media BA (Khairunnisa *et al.*, 2018).

Hasil pewarnaan gram pada gambar diatas (Gambar 5.4) menunjukkan bahwa bakteri berwarna ungu karena menyerap kristal violet dan berbentuk bulat berkelompok seperti anggur. Pada penelitian yang dilakukan oleh Karimela *et al* (2018), uji pewarnaan gram pada bakteri *S. epidermidis* menunjukkan hasil mikroskopis berupa sel-sel berbentuk bulat berwarna ungu yang bergerombol seperti anggur. Bakteri *S. epidermidis* diperkirakan memiliki ukuran antara 0,5 μm hingga 1,3 μm , berkelompok, dan berbentuk seperti anggur. Warna ungu atau violet yang terlihat pada pewarnaan gram adalah ciri khas bakteri gram positif yang disebabkan oleh retensi kristal violet meskipun telah diberi larutan lugol. Karena dinding luar bakteri gram positif dilapisi peptidoglikan tebal, bukan lapisan tipis lipoprotein atau lipopolisakarida, kristal violet tetap ada. Lapisan dinding bakteri gram positif menempel pada dinding sel dengan kombinasi yodium dan kristal violet yang kuat (Karimela *et al.*, 2018).

Pembahasan uji aktivitas antibakteri

Terbentuknya zona hambat menunjukkan kemampuan dari BAL dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Terdapat empat jenis aktivitas zona penghambatan antimikroba: lemah (kurang dari 5 mm), sedang (5–10 mm), kuat (10–20 mm), dan sangat kuat (lebih dari 20 mm) (Datta *et al.*, 2019). Hasil kontrol negatif

tidak menunjukkan adanya zona penghambatan. Susu formula, kombinasi susu formula dan ASI, kontrol positif, dan kelompok BAL dari isolat ASI semuanya menunjukkan pembentukan zona penghambatan. Kelompok ASI yaitu 01A 10-5, 01A 10-6 (2), dan 03A 10-7 (1) secara berurutan terdapat diameter zona hambat sebesar 6mm, 5,67 mm, dan 6,67mm yang artinya terdapat aktivitas antibakteri dengan kategori sedang. Sedangkan untuk kelompok susu formula dan campuran yaitu 01F 10-6 (2), 01F 10-7 (2), 02AF 10-7 (1), 03AF 10-7 (2), dan 04AF 10-7 secara berurutan terdapat diameter zona hambat sebesar 1,67mm, 1,33mm, 3,33mm, 3,67mm, dan 4,33mm yang artinya terdapat aktivitas antibakteri dengan kategori lemah.

Hasil uji antibakteri, kontrol negatif NaCl 0,9%, tidak menunjukkan aktivitas antibakteri. Hal ini dikarenakan NaCl 0,9% tidak dapat menghentikan pertumbuhan kuman karena tidak memiliki sifat antimikroba (Hendriati *et al.*, 2018). Untuk memastikan bahwa aktivitas antibakteri yang terjadi disebabkan oleh aktivitas senyawa yang terdapat dalam sampel BAL dan bukan oleh pelarut itu sendiri, kontrol negatif digunakan untuk memastikan apakah pelarut memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan mikroba uji atau tidak (Kosasi *et al.*, 2019).

Diameter 31 mm terbentuk kontrol positif *ciprofloxacin* tampaknya memiliki zona penghambatan yang cukup kuat. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa antibiotik ciprofloxacin berfungsi dengan menghalangi cara kerja enzim DNA girase, yang terlibat dalam pembelahan sel bakteri. Hal ini mencegah pertumbuhan bakteri dan dikenal sebagai tindakan bakterisida (Muslim *et al.*, 2020). *Ciprofloxacin* adalah antibiotik berspektrum luas dari kelas floroquinolon yang bekerja dengan menghambat enzim DNA girase dan topoisomerase IV. DNA gyrase terdiri dari subunit a dan b, sedangkan topoisomerase IV terdiri dari subunit c dan e. Kedua enzim ini mengkatalisis pemutusan rantai ganda dalam DNA bakteri kemudian memasukkan fragmen DNA lain dan terjadilah replikasi. *Ciprofloxacin* bekerja dengan mencegah kerja enzim dari menyambungkan kembali untai DNA yang telah terputus, sehingga menyebabkan kerusakan DNA dan kematian sel bakteri (Shariati *et al.*, 2022).

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa

kelompok BAL yang berbentuk kokus memiliki potensi antimikroba yang lebih tinggi dibandingkan dengan BAL yang berbentuk basil. Beberapa spesies BAL yang berbentuk kokus ini kemungkinan termasuk pada spesies *Pediococcus acidilactici*, *Lactococcus lactis*, *Enterococcus faecium*, dan *Streptococcus thermophilus*. Misalnya pada penelitian yang dilakukan oleh Hasbi *et al* (2024) dengan jenis BAL yang sama dengan penelitian ini, peneliti dapat menunjukkan bahwa BAL yang berbentuk kokus lebih berpotensi dibandingkan dengan BAL yang berbentuk basil dan dapat menghasilkan aktivitas antibakteri dalam kategori sedang terhadap bakteri *E. Coli*. Penelitian Melia *et al* (2019) menunjukkan bahwa BAL jenis *P. acidilactici* asal bekasam dapat menghasilkan aktivitas antibakteri dalam kategori kuat terhadap bakteri *S. aureus*, dan *E. coli*. Hal itu dikarenakan bakteri tersebut dapat menghasilkan bakteriosin yang dikenal sebagai pediosin yang efektif terhadap bakteri Gram positif (Holland *et al.*, 2011).

Temuan lainnya dari Soundharrajan *et al* (2021) memperlihatkan bahwa BAL jenis *L. lactis* asal beras hasil panen dapat menghasilkan aktivitas antibakteri dalam kategori kuat terhadap bakteri *E. coli*, *S. aureus*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Hal ini disebabkan oleh kemampuan bakteri tersebut yang dapat menghasilkan bakteriosin yang dikenal sebagai nisin. Nisin merupakan peptida antimikroba yang dapat melisis bakteri dengan cara membentuk pori-pori pada membran sitoplasma bakteri target (Khelissa *et al.*, 2021). Kemudian, Raningsih *et al.*, (2021) menunjukkan BAL spesies *S. thermophilus* dapat menghasilkan aktivitas antibakteri dalam kategori kuat terhadap bakteri *S. aureus*, dan *E. coli*. *S. thermophilus* memiliki bakteriosin yang dikenal sebagai thermophilin yang memiliki aktivitas luas dalam menghambat pertumbuhan berbagai bakteri patogen (Renyé *et al.*, 2024).

Temuan Romyasmit *et al.*, (2020) membuktikan BAL spesies *E. faecalis* asal feses bayi diidentifikasi sebagai probiotik potensial yang dapat mencegah atau mengontrol pertumbuhan koloni bakteri *Clostridium difficile* yang dikenal sebagai bakteri penyebab diare. *E. faecalis* memiliki kemampuan antibakteri yang signifikan dikarenakan dapat menghasilkan bakteriosin yang dikenal sebagai enterosin.

Enterosin merupakan peptida antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan bakteri pembusuk makanan. Akan tetapi bakteri ini juga dikenal sebagai patogen oportunistis yang dapat menyebabkan infeksi nosokomial seperti bakteremia, endokarditis, dan infeksi saluran kemih. Oleh karena itu penggunaan *Enterococcus* sebagai probiotik tidak disarankan tanpa evaluasi keamanan yang ketat (Baccouri *et al.*, 2019).

Interaksi isolat LAB yang mencegah pertumbuhan bakteri berbahaya menghasilkan pembentukan zona penghambatan. Bakteriosin dari berbagai kelas dan jenis dengan cara kerja yang berbeda diproduksi oleh LAB. Mekanisme bakteriosin dari BAL berbeda-beda tergantung pada kelasnya. Pada gambar 5.8 memperlihatkan bahwa bakteriosin kelas I memiliki mekanisme ganda, yaitu menghambat biosintesis dinding sel bakteri melalui pengikatan lipid II dan memulai proses penyisipan membran dan pembentukan pori-pori pada membran bakteri.

Bakteriosin kelas IIa dan IIc mengikat subunit dari *mannose phosphotransferase permease* (Man-PTS), yang menyebabkan pembukaan kanal intrinsik yang tidak dapat dibalik dan difusi ion melalui membran, yang menyebabkan kematian sel target. Bakteriosin kelas IIb, yang terdiri dari dua peptida, meningkatkan permeabilitas membran bakteri dan membentuk pori-pori yang spesifik untuk kation monovalen. Bakteriosin kelas IIc memiliki muatan positif dan berinteraksi langsung dengan membran bakteri yang bermuatan negatif tanpa memerlukan reseptor. Akibatnya, pori terbentuk di membran sel, menyebabkan keluarnya ion, yang mengarah pada kematian sel. Bakteriosin kelas IIIa mengkatalisis hidrolisis pada dinding sel yang berujung pada kematian sel, sementara bakteriosin kelas IIIb mengganggu pengambilan glukosa oleh sel, menyebabkan kelaparan dan gangguan pada membran potensial (Hernández-González *et al.*, 2021).

Senyawa antimikroba lain yang dimiliki oleh BAL adalah asam organik, diasetil, dan hidrogen peroksida. Asam organik sama seperti asam laktat memiliki kemampuan untuk menghambat bakteri patogen, dengan cara menurunkan pH lingkungan sekitarnya, yang akan menghambat pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri patogen yang tidak

dapat bertahan dalam kondisi asam. Kemudian ada diasetil yang memiliki peran dalam menekan pertumbuhan bakteri patogen dengan cara bereaksi dengan protein pengikat arginin. Hidrogen peroksida yang dihasilkan oleh BAL memiliki sifat bakteriostatik, yang artinya dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara menghancurkan komponen seluler bakteri, seperti protein membran, melalui proses oksidasi (Ibrahim *et al.*, 2021).

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, BAL asal feses bayi menunjukkan kemampuannya dalam menghambat *S. epidermidis*. Terbukti dari hasil uji aktivitas antibakteri semua isolat dapat membentuk zona hambat pada pertumbuhan *S. epidermidis* dalam kategori sedang dan lemah. BAL yang berbentuk kokus lebih berpotensi dibandingkan yang berbentuk basil dalam menghambat pertumbuhan *S. epidermidis*.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram, serta Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram atas dukungan fasilitas dan bantuan teknis. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Mataram atas pendanaan melalui program PNPB tahun 2023 yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Referensi

- Astuti, R., Yufidasari, hefti salis, Nursyam, H., & G.b, jessica della. (2021). Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Bekasam Ikan Patin dan Potensi Antimikrobanya terhadap Beberapa Bakteri Patogen. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(3). <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.03.10>
- Azzahra, S. C., Effendy, Y., & Slamet, S. (2021). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Asal Tanah Desa Akar-Akar, Lombok Utara. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 6(2), 70. <https://doi.org/10.36722/Sst.V6i2.662>
- Baccouri, O., Boukerb, A. M., Farhat, L. Ben, Zébré, A., Zimmermann, K., Domann, E., Cambronel, M., Barreau, M., Maillot, O., Rincé, I., Muller, C., Marzouki, M. N., Feuilloley, M., Abidi, F., & Connil, N. (2019). Probiotic Potential and Safety Evaluation of *Enterococcus faecalis* OB14 and OB15, Isolated from Traditional Tunisian Testouri Cheese and Rigouta, Using Physiological and Genomic Analysis. *Frontiers in Microbiology*, 10(APR), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00881>
- Chabi, R., & Momtaz, H. (2019). Virulence factors and antibiotic resistance properties of the *Staphylococcus epidermidis* strains isolated from hospital infections in Ahvaz, Iran. *Tropical Medicine and Health*, 47(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s41182-019-0180-7>
- Datta, F. U., Daki, A. N., Benu, I., Detha, A. I. R., Foeh, N. D. F. K., & Ndaong, N. A. (2019). Uji aktivitas antimikroba bakteri asam laktat cairan rumen terhadap pertumbuhan *Salmonella enteritidis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* menggunakan metode difusi sumur agar. *E-Journal Undana*, 66–85.
- Diza, Y. H., Wahyuningsih, T., & Hermianti, W. (2016). Penentuan Jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL) dan Cemaran Mikroba Patogen Pada Yoghurt Bengkuang Selama Penyimpanan. *Jurnal Litbang Industri*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.24960/jli.v6i1.891.1-11>
- ECDC. (2018). Rapid Risk Assessment: Multidrug-resistrant *Staphylococcus epidermidis*. November, 1–6. https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/15-10-2018-RRA-Staphylococcus_epidermidis%2C_Antimicrobial_resistance-World_ZCS9CS.pdf
- Falakh, F., & Astri, T. (2022). Uji Potensi Isolat Bakteri Asam Laktat dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L .) sebagai

- Antimikroba terhadap Salmonella. *Food Chemistry: X*, 18(1), 40–45.
- Hasbi, N., Rosyunita, R., Rahim, A. R., Parwata, W. S. S., Ayunda, R. D., Farras, A., Raihan, A. F., & Billah, M. A. (2024). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Asal Feses Bayi Secara Fenotipik. *Prosiding SAINTEK*, 6(November 2023), 101–109.
<https://doi.org/10.29303/sainstek.v6i1.924>
- Hasbi, N., Rosyunita, Rahim, A. R., Ayunda, R. D., Parwata, W. S. S., Farras, A., Raihan, A. F., & Billah, M. A. (2024). Isolasi bakteri asam laktat asal feses bayi dan potensinya dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*. *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya*, 12(1).
<https://doi.org/10.37304/jkupr.v12i1.12852>
- Hendriati, L., Hamid, I. S., & Widodo, T. (2018). Efek Gel Putih Telur terhadap Penyembuhan Luka Bakar pada Tikus Putih (*Rattus novergicus*) (Effect of Egg White Gel againsts Burn Healing on White Rat (*Rattus novergicus*)). *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 16(2), 231–237.
- Hernández-González, J. C., Martínez-Tapia, A., Lazcano-Hernández, G., García-Pérez, B. E., & Castrejón-Jiménez, N. S. (2021). Bacteriocins from lactic acid bacteria. A powerful alternative as antimicrobials, probiotics, and immunomodulators in veterinary medicine. *Animals*, 11(4).
<https://doi.org/10.3390/ani11040979>
- Holland, R., Crow, V., & Curry, B. (2011). Lactic Acid Bacteria | *Pediococcus* spp. In *Encyclopedia of Dairy Sciences* (pp. 149–152). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00269-7>
- Ibrahim, S. A., Ayivi, R. D., Zimmerman, T., Siddiqui, S. A., Altemimi, A. B., Fidan, H., Esatbeyoglu, T., & Bakhshayesh, R. V. (2021). Lactic Acid Bacteria as Antimicrobial Agents: Food Safety and Microbial Food Spoilage Prevention. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(12).
<https://doi.org/10.3390/foods10123131>
- Karimela, E. J., Ijong, F. G., Palawe, J. F. P., & Mandeno, J. A. (2018). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri *Staphylococcus Epidermis* Pada Ikan Asap Pinekuhe. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 9(1), 35–42.
<https://doi.org/10.24319/jtpk.9.35-42>
- Khairunnisa, M., Helmi, T. Z., Darmawi, Dewi, M., & Hamzah, A. (2018). ISOLASI DAN IDENTIFIKASI *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* PADA AMBING KAMBING PERANAKAN ETAWA (PE). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 2(4), 538–545.
- Khelissa, S., Chihib, N. E., & Gharsallaoui, A. (2021). Conditions of nisin production by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* and its main uses as a food preservative. *Archives of Microbiology*, 203(2), 465–480.
<https://doi.org/10.1007/s00203-020-02054-z>
- Kosasi, C., Lolo, W. A., & Sudewi, S. (2019). ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI DARI BAKTERI YANG BERASOSIASI DENGAN ALGA *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh SERTA IDENTIFIKASI SECARA BIOKIMIA. *Pharmacon*, 8(2), 351.
<https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29301>
- Lerch, M. F., Schoenfelder, S. M. K., Marincola, G., Wencker, F. D. R., Eckart, M., Förstner, K. U., Sharma, C. M., Thormann, K. M., Kucklick, M., Engelmann, S., & Ziebuhr, W. (2019). A non-coding RNA from the intercellular adhesion (*ica*) locus of *Staphylococcus epidermidis* controls polysaccharide intercellular adhesion (PIA)-mediated biofilm formation. *Molecular Microbiology*, 111(6), 1571–1591.
<https://doi.org/10.1111/mmi.14238>
- Manalu, R. T., Bahri, S., Melisa, & Sarah, S. (2020). Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat asal feses manusia sebagai antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Sainstech Farma*, 13(1), 55–59.
<https://ejournal.istn.ac.id/index.php/sainstechfarma/article/view/525>
- Melia, S., Purwati, E., Kurnia, Y. F., & Pratama, D. R. (2019). Antimicrobial potential of *pediococcus acidilactici* from Bekasam, fermentation of sepat rawa fish (*Tricopodus trichopterus*) from Banyuasin, South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(12), 3532–3538.

- <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201210>
Muslim, Z., Novrianti, A., Irnamera, D., Kemenkes Bengkulu, P., Nomor, J. I., Harapan, P., & Bengkulu, K. (2020). Resistance Test of Bacterial Causes of Urinary Tract Infection Against Ciprofloxacin and Ceftriaxone Antibiotics. *Jurnal Teknologi Dan Seni Kesehatan*, 11(2), 203–212. <https://doi.org/10.36525/sanitas.2020.19>
- Ningsih, N. P., Sari, R., & Apridamayanti, P. (2018). Optimasi Aktivitas Bakteriosin Yang Dihasilkan Oleh *Lactobacillus Brevis* Dari Es Pisang Ijo. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 7(2), 233. <https://doi.org/10.31571/Saintek.V7i2.1063>
- Nurhayati, L. S., Yahdiyani, N., & Hidayatulloh, A. (2020). Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt dengan Metode Difusi Sumuran dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(2), 41. <https://doi.org/10.24198/jthp.v1i2.27537>
- Priadi, G., Setiyoningrum, F., Afiati, F., Irzaldi, R., & Lisdiyanti, P. (2020). Studi in Vitro Bakteri Asam Laktat Kandidat Probiotik Dari Makanan Fermentasi Indonesia. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 31(1), 21–28. <https://doi.org/10.6066/jtip.2020.31.1.21>
- Raningsih, M., Wulansari, N. T., & Suarnadi, N. K. (2021). Efektivitas Bakteriosin *Streptococcus thermophilus* Terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(2), 83–89. <https://doi.org/10.32938/jbe.v6i2.1038>
- Renye, J. A., Somkuti, G. A., Qi, P. X., Steinberg, D. H., McAnulty, M. J., Miller, A. L., Guron, G. K. P., & Oest, A. M. (2024). BlpU is a broad-spectrum bacteriocin in *Streptococcus thermophilus*. *Frontiers in Microbiology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1409359>
- Romyasamit, C., Thatrimontrichai, A., Aroonkesorn, A., Chanket, W., Ingviya, N., Saengsuwan, P., & Singkhamanan, K. (2020). *Enterococcus faecalis* Isolated From Infant Feces Inhibits Toxigenic *Clostridioides (Clostridium) difficile*. *Frontiers in Pediatrics*, 8(September). <https://doi.org/10.3389/fped.2020.572633>
- Saleh, M. K., Suood, A. M., & Mahdi, I. N. (2024). The Action of Ciprofloxacin on Bacterial Infection Caused by *Staphylococcus epidermidis* on Wounds. *Acta Microbiologica Bulgarica*, 40(1), 57–63. <https://doi.org/10.59393/amb24400108>
- Shariati, A., Arshadi, M., Khosrojerdi, M. A., Abedinzadeh, M., Ganjalishahi, M., Maleki, A., Heidary, M., & Khoshnood, S. (2022). The resistance mechanisms of bacteria against ciprofloxacin and new approaches for enhancing the efficacy of this antibiotic. *Frontiers in public health*, 10, 1025633. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1025633>
- Sibarani, A. E. E. B., Rahmawati, R., & Saputra, F. (2023). Identification of Lactic Acid Bacteria From Pandan Civet Feces (*P. hermaphroditus*) in West Kalimantan Based on Phenotypic Similarity. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(4), 37–49. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i4.5314>
- Soundharrajan, I., Yoon, Y. H., Muthusamy, K., Jung, J. S., Lee, H. J., Han, O. K., & Choi, K. C. (2021). Isolation of *Lactococcus lactis* from whole crop rice and determining its probiotic and antimicrobial properties towards gastrointestinal associated bacteria. *Microorganisms*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9122513>
- Suryani, S., & A'yun, Q. (2022). Isolasi Bakteri Endofit Dari Mangrove *Sonneratia Alba* Asal Pondok 2 Pantai Harapan Jaya Muara Gembong, Bekasi. *Bio-Sains: Jurnal Ilmiah Biologi*, 1(2), 12–18.
- Wang, X., Wang, W., Lv, H., Zhang, H., Liu, Y., Zhang, M., Wang, Y., & Tan, Z. (2021). Probiotic Potential and Wide-spectrum Antimicrobial Activity of Lactic Acid Bacteria Isolated from Infant Feces. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 13(1), 90–101. <https://doi.org/10.1007/s12602-020-09658-3>