

## AKTIVITAS ANTIMIKROBIAL *Lactiplantibacillus plantarum* F75 DAN SU-KC1a TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI PATOGEN

### [ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF *Lactiplantibacillus plantarum* F75 AND SU-KC1a AGAINST THE GROWTH OF PATHOGENIC BACTERIA]

Anasthasia Nathania Widjaja<sup>1\*</sup>, Marcelia Sugata<sup>2</sup>, Juandy Jo<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Progam Studi Biologi, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

\*Korespondensi penulis: [juandy.jo@uph.edu](mailto:juandy.jo@uph.edu)

#### ABSTRACT

*Lactic acid bacteria (LAB), including Lactiplantibacillus species, are important within the food industry, as antimicrobial-exhibiting LAB are utilized as a bioprotective culture to increase food quality and safety. However, antimicrobial substance and other beneficial properties should be considered strain-specific, hence further characterization at strain level is needed. Lactiplantibacillus plantarum SU-KC1a and F75 have been isolated by the Biology Study Program, Universitas Pelita Harapan. In this study, the antimicrobial activity of L. plantarum SU-KC1a and F75 against Escherichia coli and Staphylococcus aureus was evaluated. The results showed that supernatants of L. plantarum SU-KC1a and F75 could inhibit the growth of E. coli and S. aureus. Subsequent experiment suggested that the antimicrobial activity of both strains of L. plantarum were likely due to the production of organic acids that eventually decreased the pH.*

**Keywords:** antimicrobial activity; *Escherichia coli*; *Lactiplantibacillus plantarum*; *Staphylococcus aureus*

#### ABSTRAK

Bakteri asam laktat (BAL), termasuk *Lactiplantibacillus* species, memiliki peran yang penting dalam industri makanan, karena BAL yang menunjukkan aktivitas antimikroba dipergunakan sebagai kultur bioprotektif untuk meningkatkan kualitas dan keamanan pangan. Namun, senyawa antimikroba dan juga sifat menguntungkan lainnya seharusnya dianggap lebih spesifik terhadap masing-masing *strain*, sehingga karakterisasi lebih lanjut pada tingkat *strain* perlu dilakukan. *Lactiplantibacillus plantarum* SU-KC1a dan F75 telah diisolasi oleh Program Studi Biologi Universitas Pelita Harapan. Pada penelitian ini, aktivitas dilakukan evaluasi antimikroba dari *L. plantarum* SU-KC1a dan F75 terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa supernatan dari *L. plantarum* SU-KC1a dan F75 memiliki aktivitas antimikroba terhadap *E. coli* dan *S. aureus*. Hasil uji lebih lanjut mengindikasikan bahwa aktivitas antimikroba dari kedua *strain* *L. plantarum* lebih dikarenakan oleh produksi asam organik yang menurunkan pH.

**Kata kunci:** aktivitas antimikroba; *Escherichia coli*; *Lactiplantibacillus plantarum*; *Staphylococcus aureus*

#### PENDAHULUAN

Bakteri asam laktat (BAL) sudah sering dikenal untuk sifat probiotiknya. Salah satu BAL yang menarik banyak

perhatian adalah *Lactiplantibacillus plantarum* (sebelumnya dikenal sebagai *Lactobacillus plantarum*). *L. plantarum* dilaporkan memiliki beberapa karakteristik

probiotik dasar, serbaguna, serta dapat mengkolonisasi dan hidup pada sistem gastrointestinal manusia (Fidanza *et al.*, 2021; Mackowiak, 2013). Beberapa *strain L. plantarum* juga menunjukkan potensi untuk diaplikasikan ke dalam industri makanan sebagai alternatif biopreservatif ataupun dalam bidang pengobatan manusia sebagai alternatif bioterapeutik.

Satu hal yang sering diteliti dari berbagai sifat probiotik yang dimiliki *L. plantarum* adalah potensi antimikrobanya (Arena *et al.*, 2016). Metabolit seperti asam organik (asam laktat dan asam asetat), hidrogen peroksida, karbon dioksida, atau bakteriosin adalah beberapa contoh dari agen antimikroba yang dihasilkan oleh BAL. Produksi asam organik oleh BAL dapat menyebabkan penurunan pH yang mampu menghambat *strain* bakteri tertentu (Adeniyi *et al.*, 2015). Senyawa antimikroba dan juga sifat menguntungkan lain dari suatu bakteri umumnya bersifat spesifik terhadap setiap *strain*. Oleh karena itu, perlu dilakukan karakterisasi lebih lanjut terkait sifat yang dimiliki pada tingkat *strain* (Gonzalez *et al.*, 2021).

Program Studi Biologi Universitas Pelita Harapan telah berhasil mengisolasi dua *strain L. plantarum*, yaitu *L. plantarum* F75 dari tembolok ayam (Natasha, 2011) dan *L. plantarum* SU-

KC1a dari air susu ibu (Rachmah, 2020; Kim, 2021). Pada penelitian ini, dilakukan evaluasi mengenai kemampuan kedua *strain L. plantarum* tersebut dalam menghambat pertumbuhan dua bakteri patogen, yaitu *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Sampel yang digunakan adalah kultur bakteri *L. plantarum* F75 dan SU-KC1a yang merupakan koleksi milik Program Studi Biologi Universitas Pelita Harapan, serta kultur bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Bahan yang digunakan adalah *Nutrient Agar* (Merck, Germany), *Nutrient Broth* (Merck, Germany), *bacteriological agar* (Himedia, India), serta *MRS Broth* (Liofilchem, Italy).

### Uji aktivitas antimikroba dengan metode *well diffusion*

Kultur *E. coli* dan *S. aureus* masing-masing ditumbuhkan dalam *Nutrient Broth* (NB) pada suhu 37°C semalaman secara aerob. Dengan menggunakan *cotton bud* steril, kedua kultur diambil dan diusapkan secara terpisah pada *Nutrient Agar* (NA).

Kultur cair *L. plantarum* SU-KC1a dan F75 yang telah diinkubasi dalam medium MRSB dan NB (1:1) selama 0, 4,

8, 10, dan 24 jam diambil sebanyak 1 ml, dimasukkan ke dalam *microtube*, disentrifugasi dengan kecepatan 6.000x g selama 15 menit pada suhu 0°C, lalu diambil supernatannya. Sebanyak lima *well* dibuat pada medium NA yang telah diinokulasi bakteri uji, lalu setiap *well* diisi dengan 100 µL supernatan dari berbagai waktu inkubasi. Pada medium NA terpisah, dipersiapkan *well* untuk medium MRSB dan NB (1:1) sebagai kontrol negatif, serta *well* untuk *ampicillin* 1 mg/mL sebagai kontrol positif. Untuk masing-masing *well*, dimasukkan kontrol sebanyak 10 µL. Petri lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam untuk *E. coli* dan *S. aureus*. Zona bening/zona hambat yang terbentuk lalu diukur jari-jarinya.

#### **Pengaruh pH dan suhu terhadap aktivitas antimikroba *L. plantarum***

Untuk menguji pengaruh perubahan pH dan/atau suhu terhadap aktivitas antimikroba *L. plantarum*, supernatan (dalam MRSB dan NB [1:1]) yang dikumpulkan pada jam ke-0 dan ke-24 dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan:

- 1) Tidak diberi perlakuan;
- 2) pH supernatan diatur menjadi 7;
- 3) Supernatan dipanaskan pada suhu 121°C selama 15 menit;
- 4) pH supernatan diatur menjadi 7 dan dipanaskan pada suhu 121°C selama 15 menit.

Sterilisasi untuk supernatan yang hanya diubah pH-nya dilakukan dengan menggunakan *nylon syringe filter* dengan ukuran 0,22 µm. Kultur cair *E. coli* atau *S. aureus* diusapkan ke atas medium NA dengan menggunakan *cotton bud* steril. Sebanyak enam *well* dibuat dalam satu plate agar dan diisi supernatan dari masing-masing perlakuan serta kontrol positif dan negatif. Medium MRSB dan NB (1:1) digunakan sebagai kontrol negative, sedangkan *ampicillin* 1 mg/mL digunakan sebagai kontrol positif. Kontrol dimasukkan sebanyak 10 µL ke dalam *well*. Sampel lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam untuk *E. coli* dan *S. aureus*. Zona bening/zona hambat yang terbentuk lalu diukur jari-jarinya.

#### **Analisis Statistik**

Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel (Microsoft Corporation, 2018). Untuk melihat signifikansi dari data yang dihasilkan, dilakukan analisis dengan menggunakan metode Kruskal-Wallis (untuk lebih dari 2 kelompok data). Apabila didapatkan hasil yang signifikan dari hasil analisis metode Kruskal-Wallis, maka analisis dilanjutkan dengan metode Mann-Whitney untuk melihat signifikansi dari antara masing-masing kelompok data (untuk 2 kelompok data). Data dianggap signifikan apabila  $p\text{-value} \leq 0,05$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Aktivitas Antimikroba

Hasil uji aktivitas antimikroba terhadap *E. coli* dan *S. aureus* dilakukan dengan menggunakan supernatan dari kultur *L. plantarum* F75 dan SU-KC1a pada lima periode waktu yang berbeda disajikan. Rata-rata pH supernatan pada jam ke-0 adalah 6,2 serta pH supernatant pada jam ke-24 adalah 3,2.

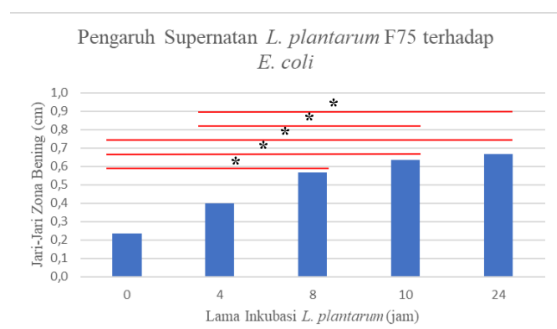
Tabel 1 menunjukkan bahwa durasi inkubasi kultur tunggal berkorelasi linear dengan ukuran inhibisi pertumbuhan dari *E. coli* dan *S. aureus*, dengan puncak inhibisi yang dapat dilihat pada jam ke-10.

Analisis statistik mengindikasikan bahwa periode inkubasi memberi pengaruh yang signifikan ( $p\text{-value} < 0,05$ ) pada aktivitas antimikroba dari supernatan *L. plantarum* F75 atau SU-KC1a terhadap *E. coli* dan *S. aureus*, seperti terlihat pada Gambar 1 sampai Gambar 4. Namun, aktivitas antimikroba dari supernatan kedua strain *L. plantarum* terhadap *E. coli* maupun *S. aureus* tidak berbeda signifikan ( $p\text{-value} > 0,05$ ). Oleh karena itu, diperkirakan bahwa kedua bakteri uji tersebut memiliki kerentanan yang sama terhadap supernatan dari kedua strains *L. plantarum*.

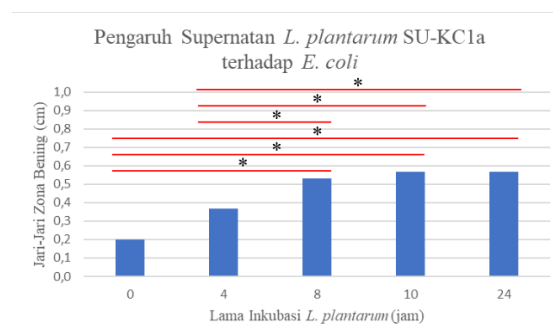
Tabel 1 Jari-Jari Zona Hambat *E. coli* dan *S. aureus*

Bakteri Uji	Supernatan <i>L. plantarum</i>	Ukuran Jari-Jari Zona Hambat (mm)				
		Jam ke-0	Jam ke-4	Jam ke-8	Jam ke-10	Jam ke-24
<i>E. coli</i>	F75	2,30 ±0,58	4,00 ±1,00	5,00 ±0,58	6,00 ±0,58	6,00 ±1,15
	SU-KC1a	2,00 ±1,00	3,70 ±0,58	5,30 ±0,58	5,70 ±0,58	5,70 ±0,58
<i>S. aureus</i>	F75	1,00 ±1,00	2,70 ±0,58	4,30 ±1,15	5,00 ±0,00	5,00 ±0,00
	SU-KC1a	2,70 ±1,15	2,70 ±0,58	4,30 ±0,58	4,70 ±0,58	5,00 ±0,00
Kontrol	Positif	10,00				
	Negatif	0,00				

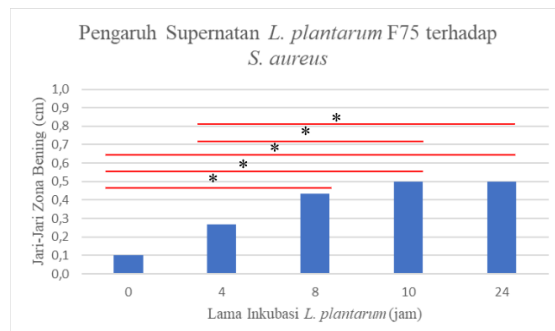
Keterangan: data merupakan hasil rata-rata setelah tiga kali pengulangan dan ukuran jari-jari dihitung di luar dari ukuran well.



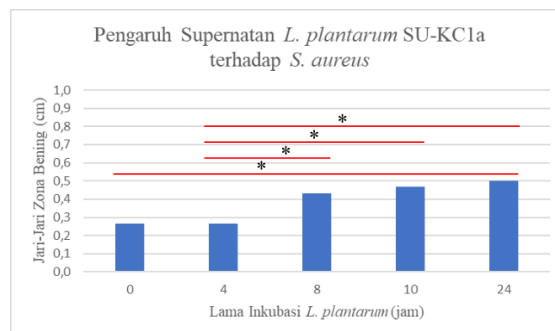
Gambar 1. Aktivitas antimikroba *L. plantarum* F75 terhadap *E. coli* berdasarkan ukuran zona hambat. Keterangan: tanda bintang (\*) menunjukkan hasil dengan nilai  $p\text{-value} < 0,05$ .



Gambar 2. Aktivitas antimikroba *L. plantarum* SU-KC1a terhadap *E. coli* berdasarkan ukuran zona hambat. Keterangan: tanda bintang (\*) menunjukkan hasil dengan nilai  $p\text{-value} < 0,05$ .



Gambar 3. Aktivitas antimikroba *L. plantarum* F75 terhadap *S. aureus* berdasarkan ukuran zona hambat. Keterangan: tanda bintang (\*) menunjukkan hasil dengan nilai  $p$ -value < 0,05.



Gambar 4. Aktivitas antimikroba *L. plantarum* SU-KC1a terhadap *S. aureus* berdasarkan ukuran zona hambat. Keterangan: tanda bintang (\*) menunjukkan hasil dengan nilai  $p$ -value < 0,05.

*E. coli* awalnya diperkirakan lebih rentan terhadap supernatant *L. plantarum* jika dibandingkan dengan *S. aureus*, sesuai dengan hasil *time-kill test* yang dilakukan oleh Tanoto (2020) dengan *L. plantarum* F75 terhadap *E. coli* dan *S. aureus*. Hal ini dikarenakan *E. coli* sebagai bakteri gram-negatif, memiliki komposisi lemak yang lebih banyak dibandingkan *S. aureus*, yang merupakan bakteri Gram-positif. Komposisi lemak pada *E. coli* ini yang menyebabkan komponen antibakteri dapat berikatan dan berdifusi dengan lebih baik, mengingat beberapa komponen antibakteri, seperti bakteriosin, diketahui bersifat hidrofobik (Parada *et al*, 2007;

Monte *et al*, 2014). Namun, zona bening yang dihasilkan pada metode *well diffusion* tidak hanya dipengaruhi oleh aktivitas antimikroba dari agen yang digunakan (yaitu supernatant *L. plantarum*). Komposisi dari medium yang digunakan, konsentrasi dari organisme yang diuji, kecepatan pertumbuhan dari organisme yang diuji, konsentrasi dari agen antimikroba, difusi agen antimikroba di dalam agar, dan juga kerentanan dari organisme yang diuji menjadi faktor-faktor yang memengaruhi ukuran zona bening yang dihasilkan (Murray, 2015). Hal-hal tersebut yang mungkin menyebabkan tidak adanya perbedaan signifikan antara aktivitas antimikroba terhadap *E. coli* dan *S. aureus* dalam penelitian ini.

### Pengaruh Perlakuan pH dan/atau Suhu Terhadap Aktivitas Antimikroba

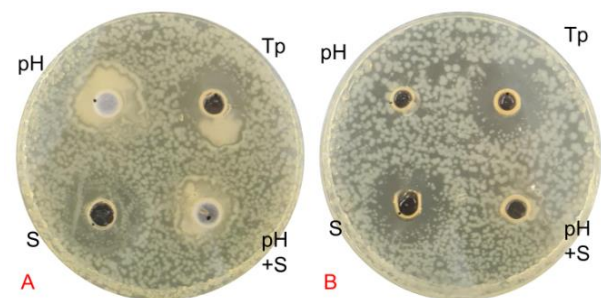
Uji aktivitas antimikroba dilakukan terhadap *E. coli* sebagai model organisme. Supernatant yang digunakan berasal dari hasil inkubasi kultur *L. plantarum* F75 dan SU-KC1a pada jam ke-0 dan ke-24. Sebelum uji aktivitas antimikroba dilakukan, supernatant diberikan 4 macam perlakuan terdahulu, yaitu: (i) tanpa perlakuan; (ii) diatur pH-nya menjadi netral (pH 7); (iii) dipanaskan pada suhu 121°C; dan (iv) diatur pH-nya menjadi netral serta dipanaskan. Untuk mengecek kemungkinan aktivitas antimikroba *L.*

*plantarum* berasal dari penurunan pH, supernatan diatur pH-nya menjadi netral (pH 7) sehingga menghilangkan pengaruh pH yang asam. Untuk mengecek kemungkinan aktivitas antimikroba *L. plantarum* berasal dari senyawa yang tidak tahan panas, maka supernatan dipanaskan pada suhu 121°C.

Supernatan yang diambil pada jam ke-0 tidak menunjukkan zona hambat sehingga data tidak ditampilkan. Senyawa antimikroba, seperti asam organik, umumnya mampu menurunkan pH dan menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap mikroorganisme lain setelah dihasilkan hingga jumlah tertentu. Pada jam ke-0 kemungkinan senyawa asam organik yang dihasilkan belum cukup untuk menurunkan pH. Selain itu, senyawa antimikroba lainnya, seperti bakteriosin, merupakan metabolit sekunder yang umumnya baru mulai dihasilkan pada fase stationer. Menurut Sari *et al.* (2018), produksi optimum bakteriosin dicapai setelah inkubasi 24 jam dan maksimal pada 48 jam. Waktu inkubasi yang lebih lama dapat menyebabkan protease atau inaktivator lain menurunkan aktivitas dari bakteriosin.

Gambar 1 menunjukkan bahwa supernatan *L. plantarum* F75 maupun SU-KC1a dari jam ke-24 yang diberikan perlakuan suhu tetap membentuk zona

hambat yang terlihat jelas. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas antimikroba dari supernatan *L. plantarum* tidak dimediasi oleh senyawa yang sensitif terhadap panas. Yang menarik adalah pada kondisi dimana supernatan yang diatur menjadi pH 7 serta kondisi dimana supernatan yang diatur menjadi pH 7 dan dipanaskan, tidak ditemukan adanya zona hambat. Hal ini mengindikasikan bahwa pH yang rendah/asam memediasi aktivitas antimikroba *L. plantarum* dalam penelitian ini.



Gambar 5. Aktivitas antimikroba dari supernatan *L. plantarum* F75 dan SU-KC1a yang diambil pada jam ke-24 terhadap *E. coli*. Keterangan: pH: supernatan yang diberikan perlakuan pH; Tp: supernatan yang tidak diberikan perlakuan; S: supernatan yang diberikan perlakuan suhu; pH+S: supernatan yang berikan perlakuan pH dan suhu; (A) supernatan *L. plantarum* F75; (B) supernatan *L. plantarum* SU-KC1a.

Bakteriosin, salah satu senyawa antimikroba, yang dihasilkan oleh strain *Lactobacillus* diketahui bersifat stabil pada suhu yang tinggi dan pada pH asam (Khalid *et al.*, 1999). Selain itu, Layus *et al.* (2020) menggunakan metode *time-kill test* dengan menginkubasi strain *Lactobacillus plantarum* CRL 759

bersamaan dengan kultur *S. aureus* yang bersifat resisten *methicillin* selama 24 jam dan menemukan bahwa asam laktat yang dihasilkan *L. plantarum* berperan sebagai agen antimikroba. Berdasarkan pengujian yang sama, tidak terdeteksi adanya bakteriosin yang terdapat pada supernatan (Layus *et al.*, 2020). Produksi bakteriosin umumnya terbilang rendah, sebagai contoh produksi plantarisin LR14 hanya 59,21 µg/l dan produksi plantarisin tertinggi adalah 3,5 mg/l dari *L. plantarum* A-1. Hal ini mengakibatkan sulitnya mendeteksi aktivitas antimikroba dari bakteriosin (Meng *et al.*, 2016).

Dengan demikian, diperkirakan pula bahwa pada percobaan ini aktivitas antimikroba dari *L. plantarum* F75 dan SU-KC1a bukan disebabkan oleh keberadaan bakteriosin. Hal ini mungkin dikarenakan bahwa penelitian ini hanya mengumpulkan supernatan sampai jam ke-24 dan bahwa kadar bakteriosin yang dihasilkan umumnya rendah. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa aktivitas antimikroba dari supernatan *L. plantarum* F75 dan Su-KC1a dalam penelitian ini lebih disebabkan oleh penurunan pH.

### KESIMPULAN

*L. plantarum* F75 dan SU-KC1a menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap *E. coli* dan *S. aureus*, yang

ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat pada uji *well diffusion*. Berdasarkan perlakuan pH dan/atau suhu terhadap supernatan yang dihasilkan, dapat disimpulkan bahwa aktivitas antimikroba *L. plantarum* F75 dan SU-KC1a disebabkan oleh pH yang asam.

### SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah uji *well diffusion* juga dilakukan terhadap bakteri patogen yang lain. Uji kuantitatif, seperti *time-kill test*, dapat dilakukan untuk melihat efektivitas aktivitas antimikroba dari kedua strain *L. plantarum*. Selain itu, perlu dilakukan konfirmasi ulang mengenai mekanisme aktivitas antimikroba dengan menggunakan protease untuk menghilangkan pengaruh bakteriosin.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adeniyi, B. A., Adetoye, A., & Ayeni. F. A. (2015). Antibacterial activities of lactic acid bacteria isolated from cow faeces against potential enteric pathogens. *African Health Science*, 15(3), 888–895. <https://doi.org/10.4314%2Fahs.v15i3.24>
- Arena, M. P., Silvain, A., Normanno, G., Grieco, F., Drider, D., Spano, G., & Fiocco, D. (2016). Use of *Lactobacillus plantarum* strains as a bio-control strategy against food-borne pathogenic microorganisms. *Frontiers in Microbiology*, 7, 464.

- <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00464>
- Brady, M. S., & Katz, S. E. (1990). Factors influencing optimization of diffusion assays for antibiotics. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 73(2), 202-205.
- Fidanza, M., Panigrahi, P., & Kollmann, T. R. 2021. *Lactiplantibacillus plantarum*—nomad and ideal probiotic. *Frontiers in Microbiology*, 12, 712236. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.712236>
- Fuochi, V., Coniglio, M. A., Laghi, L., Rescifina, A., Caruso, M., Stivala, A., & Furneri, P.M. (2019). Metabolic characterization of supernatants produced by *Lactobacillus spp.* with in-vitro anti-*Legionella* activity. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1403. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01403>
- Gonzalez, L., Sandoval, H., Sacristán, N., Castro, J. M., Fresno, J. M., & Tornadijo, M. E. (2007). Identification of lactic acid bacteria isolated from Genestoso cheese throughout ripening and study of their antimicrobial activity. *Food Control*, 18(6), 716–722. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.03.00>
- Khalid, F., Siddiqi, R., & Mojjani, N. (1999). Detection and characterization of a heat stable bacteriocin (lactocin LC-09) produced by a clinical isolate of *Lactobacilli*. *Medical Journal of Islamic Academy of Sciences*, 12(3), 67-71.
- Kim, Y. C. (2021). *Identification and characterization SU-KC1a isolate from human breast milk* (Undergraduate Thesis).
- Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia.
- Layus, B. I., Gerez, C. L., & Rodriguez, A. V. (2020). Antibacterial activity of *Lactobacillus plantarum* CRL 759 against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45(6), 4503–4510. <https://doi.org/10.1007/s13369-020-04491-w>
- Mackowiak, P. A. (2013). Recycling metchnikoff: Probiotics, the intestinal microbiome and the quest for long life. *Frontiers in Public Health*, 1, 52. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2013.00052>
- Meng, F., Zhao, H., Zhang, C., Lu, F., Bie, X., & Lu, Z. (2016). Expression of a novel bacteriocin—the plantaricin Pln1—in *Escherichia coli* and its functional analysis. *Protein Expression and Purification*, 119, 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.pep.2015.11.008>
- Monte, J., Abreu, A. C., Borges, A., Simoes, L. C. & Simoes, M. (2014). Antimicrobial activity of selected phytochemicals against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* and their biofilms. *Pathogens*, 3, 473-498. <https://doi.org/10.3390/pathogens3020473>
- Mueller, M., & Tainter, C. R. (2022). *Escherichia coli*. StatPearls Publishing Online.
- Natasha, F. (2011). *Identifikasi dan karakterisasi lactobacillus plantarum dari tembolok ayam kampung* (Undergraduate Thesis). Universitas Pelita Harapan. Tangerang, Indonesia.



- Parada, J. L., Caron, C. R., Medeiros, A. B. P., & Soccol, C. R. (2007). Bacteriocins from lactic acid bacteria: Purification, properties and use as biopreservatives. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50, 512–542. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132007000300018>
- Rachmah, A. F. (2020). *Isolation and identification of Bifidobacterium sp. from human breast milk* (Undergraduate Thesis). Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia.
- Sari, N. P., Sari, R., & Untari E. K. (2018). Antibacterial activity test of bacteriocin from *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus plantarum* against gram positive pathogenic bacteria. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 3, 85-91. <https://doi.org/10.22146/jtbb.38138>
- Timotius, V. A. C. (2021). *Analysis of immunoregulatory CpG DNA motifs, plantaricin genes, and mupirocin resistance genes in Lactiplantibacillus plantarum SU-KC1a* (Undergraduate Thesis), Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia.