



## Combination of Aloe Vera and Chocolate to Reduce The Number of The Colony of *Staphylococcus Aureus*

Edy Suwandi<sup>1)</sup>, Ari Nuswantoro<sup>1)\*</sup>, Sugito<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Medical Laboratory Technology, Poltekkes Kemenkes Pontianak, Pontianak, Indonesia

\* Correspondence: arinuswantoro82@gmail.com

**Abstrak.** Aloe vera (AV) dan coklat merupakan contoh makanan fungsional yang baik karena mengandung prebiotik yang dapat membantu inang bertahan melawan infeksi bakteri berbahaya seperti *Staphylococcus aureus*. Sudah banyak penelitian yang menggunakan AV atau coklat saja dalam membantu melawan infeksi, namun pemanfaatan keduanya secara bersama-sama masih belum banyak diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah koloni bakteri *S. aureus* yang diinfeksi pada kulit mencit (*Mus musculus*) setelah diberi AV dan coklat dalam dosis tertentu per kilogram berat badan. Sebanyak 35 ekor mencit jantan yang sehat diinfeksi dengan *S. aureus* pada area superfisial kulit tengkuk. Setelah itu dibagi menjadi tujuh kelompok yang masing-masing terdiri dari 5 ekor mencit dan diberi perlakuan sebagai berikut: diberi 50 mg/kg BB AV (kelompok A), diberi 50 mg/kg BB coklat (B), diberi 50 mg/kg BB kombinasi AV dan coklat (C), diberi 75 mg/kg BB AV (D), diberi 75 mg/kg BB coklat (E), diberi 75 mg/kg BB kombinasi AV dan coklat (F), dan kontrol (tanpa pemberian prebiotik, K). Mencit yang diberi 75 mg/kg BB AV/coklat/AV+coklat memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menurunkan jumlah bakteri daripada yang diberi 50 mg/kg BB AV/coklat/AV+coklat. Selain itu, tikus yang diberi AV dan coklat secara bersama-sama memiliki kemampuan lebih baik dalam menurunkan jumlah bakteri daripada yang hanya diberi salah satu dari AV atau coklat saja. Prebiotik sama-sama terdapat di dalam AV dan coklat, namun dengan substansi yang berbeda. Hal ini menyebabkan mencit yang diberi kombinasi prebiotik dianggap lebih baik dibandingkan yang diberi satu macam sumber prebiotik saja.

**Kata kunci:** Lidah buaya; Coklat; Prebiotik; *Staphylococcus aureus*; Jumlah koloni bakteri

**Abstract.** *Aloe vera* (AV) and chocolate are good examples of functional foods because they contain prebiotics that can help the host defend itself against harmful bacterial infections such as *Staphylococcus aureus*. Many studies have used AV or chocolate alone to help fight infection, but not much is known about using both together. This study aims to count the number of colonies of *S. aureus* infected on mice's skin (*Mus musculus*) after being given AV and cocoa in certain doses per kilogram of body weight. A total of 35 healthy male mice were infected with *S. aureus* in the superficial area of the nape of the skin. After that, they were divided into seven groups, each consisting of 5 mice, and given the following treatments: given 50 mg/kg BW AV (group A), 50 mg/kg BW brown (B), 50 mg/kg BW combination of AV and chocolate (C), given 75 mg/kg BW AV (D), given 75 mg/kg BW brown (E), given 75 mg/kg BW combination of AV and chocolate (F), and control (without prebiotic administration), K). Mice that were given 75 mg/kg BW AV/chocolate/AV+chocolate had a better ability to reduce the number of bacteria than those that were given 50 mg/kg BW AV/chocolate/AV+chocolate. In addition, rats that were given AV and chocolate together had a better ability to reduce the number of bacteria than those that were given either only AV or chocolate alone. Prebiotics are both found in AV and chocolate but with different substances. This causes mice given a combination of prebiotics to be considered better than those given only one type of prebiotic source.

**Keywords:** Aloe vera; Chocolate; Prebiotics; *Staphylococcus aureus*; Number of bacterial colonie

## 1. Latar Belakang

Permintaan pangan fungsional semakin meningkat karena konsumen tidak hanya membeli produk pangan yang memiliki kemampuan menghilangkan rasa lapar tetapi juga mencegah beberapa jenis penyakit yang berkaitan dengan metabolisme nutrisi untuk meningkatkan kesehatan fisik dan mental (Palanivelu et al., 2022). Pengayaan produk pangan dengan probiotik dan prebiotik, serta penyediaan suplemen yang mengandung keduanya untuk memberikan efek simbiosis merupakan salah satu proses teknologi penting untuk pengembangan berbagai pangan fungsional (Brahma et al., 2019).

Probiotik telah diusulkan sebagai mikroorganisme hidup yang digunakan sebagai suplemen makanan dengan manfaat klinis bagi kesehatan inang (Cunningham et al., 2021) sedangkan prebiotik adalah sumber dominan bakteri probiotik dalam makanan. Mikrobiota dan prebiotik yang bermanfaat ini meningkatkan sistem kekebalan dengan mengubah nutrisi dan fitokimia tertentu menjadi senyawa yang bermanfaat (Delivery et al., 2019). Prebiotik dikenal sebagai senyawa yang tidak dapat dicerna yang meningkatkan kesehatan manusia dengan merangsang pertumbuhan atau aktivitas bakteri tertentu seperti bifidobacteria dan lactobacilli karena ketahanannya terhadap pencernaan di usus kecil manusia dan difermentasi oleh mikroflora usus termasuk pati, serat makanan, gula lain yang tidak terserap, gula alkohol, dan oligosakarida (Beane et al., 2021; Kaur et al., 2021). Beberapa efek kesehatan dari konsumsi prebiotik adalah penurunan gastroenteritis akut, penurunan risiko kanker, peningkatan penyerapan mineral, dan regulasi lipid (Karakan et al., 2021). Selain itu, prebiotik juga dapat berkontribusi untuk mengobati penyakit, antara lain dermatitis kontak alergi (allergy contact dermatitis, ACD), jerawat, dan penuaan, terutama dengan meningkatkan pertumbuhan probiotik. (Lolou et al., 2019).

Simbiosis antara probiotik dan prebiotik secara langsung maupun tidak langsung berperan dalam menciptakan kulit yang sehat. Probiotik terbukti mendekolonisasi patogen kulit (misalnya, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Acne vulgaris*, dll.). Akhirnya, prebiotik (misalnya, Fruktoligosakarida (FOS), galaktoligosakarida (GOS) dan hidrolisat glukomanan konjac) dapat berkontribusi pada pengobatan penyakit termasuk ACD, jerawat dan penuaan foto terutama dengan meningkatkan pertumbuhan probiotik. (Lolou & Panayiotidis, 2019; Roudsari et al., 2015).

Produk pangan asal tumbuhan sudah lama digunakan untuk membantu kesehatan, dua yang paling terkenal adalah lidah buaya (*aloe vera*, AV) dan kakao (*Theobroma cacao*) yang diolah menjadi coklat. AV diketahui mengandung acemanann dan fruktan, yang berpotensi sebagai prebiotik dan membantu melawan infeksi bakteri patogen, anti inflamasi, dan sifat penyembuhan (Covas-Limon et al., 2022; Quezada et al., 2017; Samtiya et al., 2021). Coklat dapat mengandung prebiotik dari bahan dasar atau ditambahkan selama proses produksi. Zat prebiotik utama yang ditambahkan dalam produksi coklat adalah inulin dan polidekstroza, sedangkan beberapa literatur menyebutkan GOS dan FOS (Konar et al., 2016).

Hubungan menguntungkan antara prebiotik dan probiotik (disebut sinbiotik) sehingga mempengaruhi komposisi mikrobiota usus, selanjutnya secara sistemik mempengaruhi homeostasis saluran pencernaan, sistem kekebalan tubuh, sensorik, otot, metabolisme, dan fungsi otak telah dijelaskan dalam penelitian sebelumnya (Quigley, 2019). Lebih khusus lagi, peran sinbiotik dalam kondisi kulit yang sehat dan sakit juga telah dipelajari (Lolou & Panayiotidis, 2019), di mana probiotik telah terbukti berperan dalam melawan *S. aureus*, salah satu patogen paling umum yang menginfeksi dan menyebabkan penyakit kulit (Piewngam & Otto, 2020; York, 2018; Yusho Huang et al., 2020). Studi-studi tersebut umumnya menggunakan senyawa prebiotik tunggal/murni, atau secara langsung dengan pemberian

probiotik untuk melawan patogen. Kekurangan dari desain ini adalah sulitnya menyiapkan prebiotik dan probiotik sebelum diuji. Desain yang lebih mudah untuk dikerjakan adalah menyediakan makanan dari sumber alami yang mengandung prebiotik. Penelitian ini bertujuan untuk melihat dampak pemberian AV dan coklat sebagai sumber prebiotik dalam menurunkan jumlah koloni bakteri *S. aureus* yang diinfeksi ke kulit.

## 2. Metode

### 2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif analitis dengan rancangan eksperimen semu yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan mencit yang telah diberi AV dan coklat dengan dosis 50 mg dan 75 mg/kg berat badan dalam menurunkan jumlah koloni bakteri *S. aureus* yang diinfeksi ke kulit.

### 2.2 Populasi dan Sampel

Sebanyak 35 ekor *Mus musculus* jantan sehat, berumur 3 bulan, dan berat badan 20-30 gram dibagi menjadi enam kelompok perlakuan dan satu kelompok kontrol, sehingga masing-masing kelompok terdiri dari 5 ekor mencit.

### 2.3 Preparasi Sampel

Kelompok perlakuan pada penelitian ini adalah: 50 mg AV/kg berat badan (kelompok A), 50 mg coklat/kg BB (B), 50 mg AV + coklat/kg BB (C), 75 mg AV/kg BB (D), 75 mg coklat/kg BB (E), 75 mg AV + coklat/kg BB (F), dan kontrol (K).

Suspensi bakteri dibuat dengan menambahkan koloni *S. aureus* ke dalam 5 mL NaCl 0,89% dan diatur kekeruhannya sampai setara dengan standar McFarland 0,5; jumlah bakteri pada suspensi ini adalah  $1,5 \times 10^8$  CFU/mL. Diambil 1 mL suspensi bakteri tersebut dan dioleskan pada kulit mencit seluas  $1 \text{ cm}^2$  sehingga jumlah bakteri pada kulit adalah  $1,5 \times 10^8$  CFU/cm<sup>2</sup>. Selanjutnya mencit diberi perlakuan sehari sekali sesuai dengan kelompok yang disebut di atas selama tujuh hari berturut-turut. Setelah tujuh hari perlakuan, kulit mencit yang terinfeksi *S. aureus* diusap dengan kapas basah dan diinokulasikan pada media plate count agar (PCA) (Thermo Scientific™ Oxoid), dan dihitung jumlah koloni yang muncul setelah diinkubasi pada 37° C selama 24 jam.

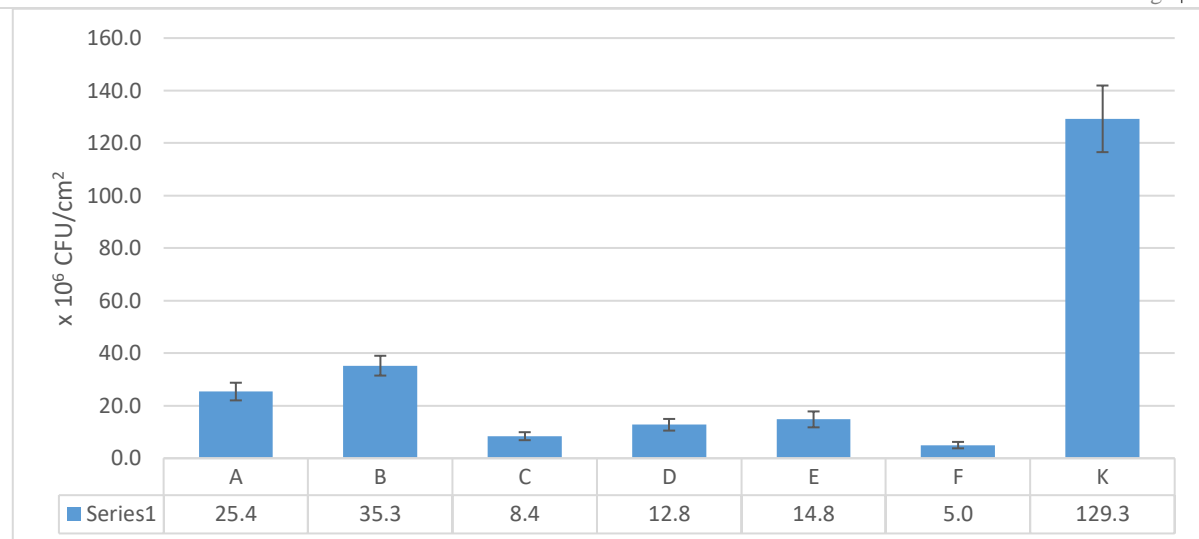
### 2.4 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian diuji secara statistik untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antar kelompok dan di dalam kelompok. Uji statistik yang digunakan adalah Kruskal-Wallis H dan Mann-Whitney U.

## 3. Hasil

Penelitian dirancang dengan menggunakan 6 kelompok perlakuan dan 1 kelompok kontrol yang masing-masing terdiri dari 5 ekor mencit. Namun pada akhir penelitian hanya diperoleh 32 data karena terdapat 3 ekor mencit yang mati, masing-masing 1 ekor dari kelompok B, D dan kontrol.

Semua kelompok penelitian menunjukkan penurunan rata-rata jumlah koloni bakteri dari semula  $1,5 \times 10^8$  CFU/cm<sup>2</sup>. Penurunan terendah terjadi pada kelompok kontrol, dan penurunan tertinggi terdapat pada kelompok yang diberikan kombinasi AV dan coklat dengan dosis 75 mg/kg BB yaitu  $5 \times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup>, disusul kelompok yang diberikan kombinasi AV dan coklat dengan dosis 50 mg/kg BB ( $8,4 \times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup>). Tikus yang diberi kombinasi AV dan coklat menunjukkan hasil yang lebih baik daripada tikus yang diberi AV atau coklat saja. Nilai rata-rata seluruh kelompok penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata jumlah koloni bakteri ( $\times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup>)

Hasil uji Kruskal-Wallis H pada semua kelompok mendapatkan nilai signifikansi  $p < 0,000$  ( $< \alpha 0,05$ ), menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah koloni bakteri di antara semua kelompok perlakuan. Demikian pula antara kelompok yang menerima dosis masing-masing 50 mg/kg BB (kelompok A, B, dan C) dan 75 mg/kg BB (kelompok D, E, dan F) terdapat perbedaan dengan nilai signifikansi masing-masing adalah 0,003 dan 0,008.

Berdasarkan dosis yang diberikan, maka pemberian AV 50 mg/kg BB dapat menurunkan jumlah koloni bakteri menjadi  $25,4 \times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup> (penurunan 88,08%), dan jika dosis AV ditingkatkan menjadi 75 mg/kg BB maka jumlah koloni bakteri dapat turun hingga menjadi  $12,8 \times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup> (90,10%). Perbedaan kedua kelompok ini diuji dengan Mann-Whitney U dan mendapatkan nilai signifikansi ( $p$ ) 0,014 yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah bakteri di antara kedua kelompok tersebut.

Pada kelompok yang diberi coklat, pemberian dengan dosis 50 mg/kg BB dan 75 mg/kg BB berturut-turut dapat menurunkan jumlah koloni menjadi  $35,3 \times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup> (penurunan 72,68%) dan  $14,8 \times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup> (88,55%). Uji Mann-Whitney U mendapatkan nilai signifikansi ( $p$ ) 0,012 yang berarti juga terdapat perbedaan signifikan di antara kedua kelompok tersebut.

Selanjutnya, pemberian AV + coklat 50 mg/kg BB menurunkan jumlah koloni bakteri menjadi  $8,4 \times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup> (penurunan 93,50%), sedangkan penurunan paling tinggi terjadi pada pemberian AV + coklat 75 mg/kg BB dengan jumlah koloni bakteri turun hingga menjadi  $5,0 \times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup> (96,13%). Nilai signifikansi dari uji Mann-Whitney U yang diperoleh dari kedua kelompok tersebut adalah 0,015 yang berarti juga terdapat perbedaan signifikan di antara kedua kelompok tersebut.

Jika uji beda dilakukan antar kelompok dengan dosis yang sama-sama 50 mg/kg BB namun beda sumbernya, maka pemberian AV + coklat dianggap lebih baik dibandingkan pemberian AV saja ( $p < 0,009$ ) atau coklat saja ( $p < 0,014$ ). Begitu juga jika dosisnya 75 mg/kg BB maka pemberian AV + coklat tetap dianggap lebih baik dibandingkan pemberian AV saja ( $p < 0,013$ ) atau coklat saja ( $p < 0,008$ ). Nilai signifikansi uji Kruskal-Wallis H dan Mann-Whitney U dapat dilihat lebih jelas pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai Signifikansi Uji Kruskal-Wallis H dan Mann-Whitney U

Groups	Nilai signifikansi uji Kruskal-Wallis H		Nilai signifikansi uji Mann-Whitney U					
	A	B	A	B	C	D	E	F
A	0.000	0.003			0.009	0.014		
B					0.014		0.012	
C			0.009	0.014				0.015
D		0.008	0.014					0.013
E				0.012				0.008
F					0.015	0.013	0.008	

#### 4. Pembahasan

Perbedaan yang ditemukan baik secara keseluruhan maupun antar kelompok (berdasarkan dosis dan jenis sumber prebiotik) menunjukkan bahwa setiap sumber prebiotik mengandung komponen prebiotik tertentu yang spesifik dan memiliki mekanisme yang berbeda sehingga pengaruhnya terhadap penurunan jumlah koloni bakteri juga berbeda. Lidah buaya mengandung polisakarida tinggi yaitu acemannan dan fruktan yang dapat berperan sebagai prebiotik, antibakteri, antiinflamasi dan membantu penyembuhan luka (Kocik et al., 2014; Pothuraju et al., 2016; Sierra-García et al., 2014); sedangkan coklat/kakao (*Theobroma cacao*) mengandung inulin, FOS dan GOS (Gonzalez et al., 2011; Morais et al., 2014) yang sudah diketahui memiliki efek menguntungkan bagi populasi mikroba usus (Di Bartolomeo et al., 2013). Semuanya ini secara umum berkhasiat sebagai prebiotik, karena dosisnya yang berbeda, maka efeknya dalam membantu penyembuhan luka juga berbeda; semakin tinggi dosisnya, semakin baik efeknya. Begitu juga jika prebiotik digabungkan maka hasilnya akan lebih baik dalam mengurangi jumlah bakteri yang menginfeksi kulit.

Fruktans secara selektif dapat merangsang perkembangbiakan bakteri probiotik sedangkan GOS dilaporkan memiliki aktivitas dalam membantu kinerja *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli*. Selain menjadi antagonis bagi bakteri patogen, prebiotik juga bermanfaat bagi probiotik dengan menjadi sumber energi melalui jalur asam lemak rantai pendek, mengurangi diare, melindungi dari kanker usus besar, mengurangi radang usus dan masalah terkait pencernaan. Selanjutnya, prebiotik berperan dalam meningkatkan ketersediaan mineral dan mengurangi risiko penyakit jantung (Attri et al., 2021). Secara khusus, hasil penelitian *in-vitro* yang menyatakan bahwa FOS, GOS dan kombinasi prebiotik lain dapat memodulasi mikrobiota kulit (*Staphylococcus skin strain*) sehingga berperan dalam proses penghambatan mikroorganisme patogen (Di Lodovico et al., 2020) sejalan dengan hasil penelitian *in-vivo* ini.

#### 5. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa pemberian lidah buaya dan coklat sebagai sumber prebiotik efektif menurunkan sampai dengan 96,13% jumlah koloni *Staphylococcus aureus* yang menginfeksi kulit mencit. Pemberian sumber prebiotik secara kombinasi lebih baik dari hanya satu jenis sumber prebiotik dan pemberian dosis 75 mg/kg BB lebih baik dari 50 mg/kg BB.

#### Daftar Pustaka

- Attri, S., Singh, N., Nadda, A. K., & Goel, G. (2021). *Probiotics and Their Potential Applications: An Introduction*. 1–26. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-6795-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-15-6795-7_1)
- Beane, K. E., Redding, M. C., Wang, X., Pan, J. H., Le, B., Cicalo, C., Jeon, S., Kim, Y. J., Lee, J. H., Shin, E. C., Li, Y., Zhao, J., & Kim, J. K. (2021). Effects of dietary fibers, micronutrients, and phytonutrients on gut microbiome: a review. *Applied Biological Chemistry*, 64(36).

- <https://doi.org/10.1186/s13765-021-00605-6>
- Brahma, S., Bilal Sadiq, M., & Ahmad, I. (2019). Probiotics in Functional Foods. *Reference Module in Food Science*, 1–17. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22368-8>
- Cunningham, M., Azcarate-peril, M. A., Barnard, A., Benoit, V., Grimaldi, R., Guyonnet, D., Holscher, H. D., Hunter, K., Manurung, S., Obis, D., Petrova, M. I., Steinert, R. E., Swanson, K. S., Sinderen, D. Van, Vulevic, J., & Gibson, G. R. (2021). Shaping The Future of Probiotics and Prebiotics. *Trends in Microbiology*, 29(8), 667–685. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2021.01.003>
- Cuvas-Limon, R. B., Ferreira-santos, P., Cruz, M., Belmares, R., & Nobre, C. (2022). Novel Bio-Functional Aloe vera Beverages Fermented by Probiotic *Enterococcus faecium* and *Lactobacillus lactis*. *Molecules*, 27(8), 1–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules27082473>
- Delivery, E., Singh, A. K., Cabral, C., Kumar, R., Ganguly, R., & Pandey, A. K. (2019). Beneficial Effects of Dietary Polyphenols on Gut Microbiota and Strategies to Improve Delivery Efficiency. *Nutrients*, 11(9). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/n11092216>
- Di Bartolomeo, F., Startek, J. B., & Van Den Ende, W. (2013). Probiotics to Fight Diseases: Reality or Fiction? *Phytotherapy Research*, 27(10), 1457–1473. <https://doi.org/10.1002/PTR.4901>
- Di Lodovico, S., Gasparri, F., Di Campli, E., Di Fermo, P., D’ercole, S., Cellini, L., & Di Giulio, M. (2020). Prebiotic Combinations Effects on the Colonization of Staphylococcal Skin Strains. *Microorganisms* 2021, Vol. 9, Page 37, 9(1), 37. <https://doi.org/10.3390/MICROORGANISMS9010037>
- Gonzalez, N. J., Adhikari, K., & Sancho-Madriz, M. F. (2011). Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinks containing prebiotics and synbiotics. *LWT - Food Science and Technology*, 44(1), 158–163. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2010.06.008>
- Karakan, T., Tuohy, K. M., & Solingen, G. J. (2021). Low-Dose Lactulose as a Prebiotic for Improved Gut Health and Enhanced Mineral Absorption. *Nutritional Immunology*, 8(July), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.672925>
- Kaur, A. P., Bhardwaj, S., Dhanjal, D. S., Nepovimova, E., Cruz-martins, N., Kuř, K., Chopra, C., Singh, R., Kumar, H., Fatih, S., Kumar, V., Verma, R., & Kumar, D. (2021). Plant Prebiotics and Their Role in the Amelioration of Diseases. *Biomolecules*, 11(3), 1–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/biom11030440>
- Kocik, J., Bałan, B. J., Zdanowski, R., Jung, L., Skopińska-Rózewska, E., & Skopiński, P. (2014). Feeding mice with Aloe vera gel diminishes L-1 sarcoma-induced early neovascular response and tumor growth. *Central-European Journal of Immunology*, 39(1), 14. <https://doi.org/10.5114/CEJI.2014.42116>
- Konar, N., Toker, O. S., Oba, S., & Sagdic, O. (2016). Improving functionality of chocolate: A review on probiotic, prebiotic, and/or synbiotic characteristics. *Trends in Food Science & Technology*, 49, 35–44. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2016.01.002>
- Lolou, V., & Panayiotidis, M. I. (2019). Functional Role of Probiotics and Prebiotics on Skin Health and Disease. *Fermentation* 2019, Vol. 5, Page 41, 5(2), 41. <https://doi.org/10.3390/FERMENTATION5020041>
- Lolou, V., Panayiotidis, M. I., Lolou, V., & Panayiotidis, M. I. (2019). Functional Role of Probiotics and Prebiotics on Skin Health and Disease. *Fermentation*, 5(2), 41. <https://doi.org/10.3390/fermentation5020041>
- Morais, E. C., Morais, A. R., Cruz, A. G., & Bolini, H. M. A. (2014). Development of chocolate dairy dessert with addition of prebiotics and replacement of sucrose with different high-

- intensity sweeteners. *Journal of Dairy Science*, 97(5), 2600–2609. <https://doi.org/10.3168/JDS.2013-7603>
- Palanivelu, J., Thanigaivel, S., Vickram, S., Dey, N., Mihaylova, D., & Desseva, I. (2022). Probiotics in Functional Foods: Survival Assessment and Approaches for Improved Viability. *Applied Sciences*, 12(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app12010455>
- Piewngam, P., & Otto, M. (2020). Probiotics to prevent Staphylococcus aureus disease? *Gut Microbes*, 11(1), 94. <https://doi.org/10.1080/19490976.2019.1591137>
- Pothuraju, R., Sharma, R. K., Onteru, S. K., Singh, S., & Hussain, S. A. (2016). Hypoglycemic and Hypolipidemic Effects of Aloe vera Extract Preparations: A Review. *Phytotherapy Research : PTR*, 30(2), 200–207. <https://doi.org/10.1002/PTR.5532>
- Quezada, M. P., Salinas, C., Gotteland, M., & Cardemil, L. (2017). Acemannan and Fructans from Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) Plants as Novel Prebiotics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(46), 10029–10039. [https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.7B04100/ASSET/IMAGES/LARGE/JF-2017-04100J\\_0007.JPEG](https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.7B04100/ASSET/IMAGES/LARGE/JF-2017-04100J_0007.JPEG)
- Quigley, E. M. M. (2019). Prebiotics and Probiotics in Digestive Health. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 17(2), 333–344. <https://doi.org/10.1016/J.CGH.2018.09.028>
- Roudsari, M. R., Karimi, R., Sohrabvandi, S., & Mortazavian, A. M. (2015). Health Effects of Probiotics on the Skin. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(9), 1219–1240. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.680078>
- Samtiya, M., Aluko, R. E., & Dhewa, T. (2021). Potential Health Benefits of Plant Food-Derived Bioactive Components: An Overview. *Foods*, 10(4), 1–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390%2Ffoods10040839>
- Sierra-García, G. D., Castro-Ríos, R., González-Horta, A., Lara-Arias, J., & Chávez-Montes, A. (2014). Acemannan, an Extracted Polysaccharide from Aloe vera: A Literature Review. *Natural Product Communications*, 9(8), 1217–1221. <https://doi.org/10.1177/1934578X1400900836>
- York, A. (2018). Silencing Staphylococcus aureus with probiotics. *Nature Reviews Microbiology* 2018 16:12, 16(12), 715–715. <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0111-3>
- Yusho Huang, T. A., Raymond Herr, D. C., Huang, C.-M. A., & Jiang, Y. E. (2020). Amplification of probiotic bacteria in the skin microbiome to combat Staphylococcus aureus infection. *Microbiology Australia*. <https://doi.org/10.1071/MA20018>