

Uji Aktivitas Antibakteri Makanan Bekasam Ikan Bandeng (*Chanos chanos F.*) terhadap Bakteri Penyebab Diare *Escherichia coli*

Jumriah Nur¹, Natasya Adibba Khanza²

^{1,2} Department of Medical Laboratory Technology, STIKes Prima Indonesia, Bekasi, Indonesia

Article History

Received: Oktober 2025

Accepted: November 2025

Published: Desember 2025

*Correspondent:

Jumriah Nur

Department of Medical
Laboratory Technology,
STIKes Prima Indonesia,
Bekasi, Indonesia

Email:

jumriahnu91@gmail.com

Abstrak

Latar belakang: Diare merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di dunia, khususnya pada anak-anak di bawah usia lima tahun. Salah satu patogen utama penyebab diare adalah *Escherichia coli* yang sering ditemukan akibat sanitasi makanan yang buruk. Bekasam, sebagai produk fermentasi ikan tradisional Indonesia, diketahui mengandung Bakteri Asam Laktat (BAL) yang berpotensi memiliki efek antibakteri. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengidentifikasi, dan menguji aktivitas antibakteri BAL dari bekasam ikan bandeng terhadap *Escherichia coli*. **Metode:** Penelitian ini merupakan studi eksperimental laboratorik. Bekasam ikan bandeng (*Chanos chanos*) difermentasi selama 7 hari, kemudian dilakukan isolasi BAL menggunakan media MRS agar dan inkubasi 37°C selama 24–48 jam. Identifikasi dilakukan melalui pewarnaan Gram, uji katalase, dan uji motilitas. Uji aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* menggunakan metode difusi cakram pada media Mueller Hinton Agar dengan suspensi bakteri setara 0,5 McFarland. Parameter yang diamati adalah diameter zona hambat (mm) dan dinyatakan sebagai rata-rata dari tiga kali pengulangan. **Hasil:** Uji fisikokimia menunjukkan bahwa bekasam memiliki pH 3,9. Identifikasi BAL menunjukkan morfologi basil Gram positif, non-motil, dan katalase negatif. Uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa BAL dari bekasam ikan bandeng memiliki daya hambat rata-rata 15 mm terhadap *Escherichia coli*, termasuk dalam kategori aktivitas antibakteri kuat. **Kesimpulan:** Bekasam ikan bandeng memiliki potensi sebagai agen antibakteri alami terhadap *Escherichia coli*, dan berpotensi dikembangkan sebagai alternatif pengobatan atau pencegahan diare berbasis pangan tradisional.

Kata kunci: Antibakteri, *E. coli*, Ikan Bandeng

Pendahuluan

Diare adalah faktor signifikan yang menyebabkan wabah penyakit dan kematian. Pada tahun 2022 terhitung sekitar 10,3% kematian, dari semua di antaranya adalah anak-anak di bawah usia lima tahun di seluruh dunia⁽¹⁾. Diare dapat disebabkan oleh beberapa bakteri terutama pada bakteri *Escherichia coli* melalui tangan ke mulut atau dengan pemindahan pasif melalui perantara makanan maupun minuman⁽²⁾.

Masyarakat memiliki banyak cara dalam melakukan pencegahan dan pengobatan penyakit, faktor-faktor seperti pengetahuan, persepsi, sosial ekonomi, akses pelayanan kesehatan, pengalaman pengobatan sebelumnya dan terutama pada budaya yang akan mempengaruhi tindakan pencegahan dan pengobatan diare⁽³⁾.

Indonesia mempunyai kekayaan akan keaneka ragaman suku dan budaya, begitu pula dengan variasi kuliner di setiap daerahnya. Sumatra Selatan dan Kalimantan Selatan, memiliki makan khas yaitu bekasam yang merupakan makanan fermentasi⁽⁴⁾. Fermentasi adalah teknologi pengolahan makanan kuno dan telah diterapkan sejak periode Yayoi 300 SM-300 Masehi di Jepang⁽⁵⁾.

Bekasam adalah hasil fermentasi ikan air tawar seperti ikan bandeng (*Chanos chanos F*), *Lactobacillus plantarum* di isolasi dari bekasam ikan bandeng dan memiliki aktivitas proteolitik. Ikan bandeng tidak hanya memiliki rasa yang lezat dan digemari masyarakat, tetapi juga kaya akan nutrisi, seperti protein, lemak, vitamin, dan mineral yang bermanfaat bagi kesehatan. Ikan bandeng mengandung asam lemak tak jenuh tunggal sebesar 32,11% (6).

Pertumbuha mikroorganisme selama proses fermentasi bekasam dibatasi menggunakan garam dan nasi putih, penambahan garam berfungsi untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan, sementara karbohidrat dari nasi putih menjadi sumber energi bagi bakteri tertentu (7). Bakteri asam laktat (BAL) merupakan mikroba utama dalam fermentasi ikan yaitu menghambat pembusukan, perubahan rasa, aroma, maupun tekstur selama proses fermentasi. Dengan menurunkan pH dan menghasilkan senyawa antimikroba seperti asam organik, hidrogen peroksida dan bakteriosin (8). Antibakteri berfungsi menghambat pertumbuhan atau mematikan bakteri melalui inhibisi sintesis dinding sel, permeabilitas, aktivitas enzim dan sintesis asam nukleat/protein (9).

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, identifikasi dan menguji aktivitas antibakteri pada makanan bekasam ikan bandeng *Chanos chanos F* terhadap bakteri *Escherichia coli*.

Metode

Penelitian ini merupakan studi eksperimental laboratorik yang disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri supernatan bebas sel bakteri asam laktat (BAL) yang diisolasi dari bekasam ikan bandeng terhadap *Escherichia coli* dengan metode difusi sumuran. Kontrol positive menggunakan vancomisin sedangkan kontrol negative menggunakan aquadest steril.

Alat dan Bahan

Peralatan utama meliputi peralatan gelas laboratorium, mikropipet dan tip steril, vortex mixer, sentrifuge, inkubator, autoklaf, oven, Biosafety Cabinet (BSC), timbangan analitik, pH meter, dan jangka sorong digital.

Bahan baku berupa ikan bandeng (*Chanos chanos*) diperoleh dari tambak di Muara Gembong. Sampel penelitian meliputi bekasam ikan bandeng hasil fermentasi, isolat BAL, dan bakteri uji *Escherichia coli*.

Media dan reagen meliputi de Man Rogosa Sharpe Agar (MRSA), MRSA + 1% CaCO₃, de Man Rogosa Sharpe Broth (MRSB), Mueller Hinton Agar (MHA), media Sulfide Indole Motility (SIM), H₂O₂ 3%, NaCl 0,9%, standar McFarland 0,5, reagen pewarnaan Gram, vancomisin (kontrol positif), dan akuades steril (kontrol negatif).

Pembuatan Bekasam

Sebanyak 500 g daging ikan bandeng yang telah dibersihkan dicampur dengan 15% garam dan 25% nasi putih (b/b). Campuran dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan difermentasi pada suhu ruang selama 7 hari (10).

Analisis Fisikokimia

Nilai pH diukur dengan melarutkan sampel dalam akuades (1:9 v/v) dan membaca menggunakan pH meter terkalibrasi. Kadar air ditentukan dengan metode oven pada suhu 105°C selama 48 jam dan dihitung secara gravimetri.

Isolasi dan Identifikasi BAL

Sampel bekasam dihomogenkan dan dilakukan pengenceran bertingkat (10^{-1} – 10^{-5}) menggunakan NaCl 0,9%. Pengenceran 10^{-3} – 10^{-5} diinokulasikan pada media MRSA + 1% CaCO_3 dan diinkubasi anaerob pada 37°C selama 48 jam. Koloni dengan zona bening dipilih sebagai kandidat BAL dan dimurnikan pada MRSA(11,12).

Identifikasi isolat bakteri asam laktat (BAL) dilakukan secara bertahap meliputi pengamatan makroskopis, mikroskopis, dan uji biokimia. Secara makroskopis, koloni diamati berdasarkan karakter morfologi meliputi bentuk, ukuran, tepi, elevasi, warna, dan keberadaan zona bening pada media MRSA yang mengandung CaCO_3 . Identifikasi mikroskopis dilakukan melalui pewarnaan Gram untuk menentukan sifat Gram dan bentuk sel bakteri. Selanjutnya, karakterisasi biokimia dilakukan dengan uji katalase menggunakan larutan H_2O_2 3% untuk mendeteksi pembentukan gelembung oksigen, serta uji motilitas menggunakan media Sulfide Indole Motility (SIM) guna menilai kemampuan pergerakan bakteri. Isolat yang menunjukkan karakter Gram positif, katalase negatif, dan non-motil diidentifikasi sebagai kandidat bakteri asam laktat dan digunakan pada tahap pengujian selanjutnya(7,13).

Pembuatan Supernatan Bebas Sel

Isolat BAL diremajakan dalam MRSB dan diinkubasi pada 37°C selama 24–48 jam. Kultur disentrifugasi pada 6000 rpm selama 10 menit. Supernatan dikumpulkan secara aseptik dan digunakan sebagai bahan uji antibakteri(14,15).

Uji Aktivitas Antibakteri

Biakan murni *Escherichia coli* diremajakan pada media NA dan diinkubasi 37°C selama 24 jam. Suspensi bakteri disiapkan dalam NaCl 0,9% dan disesuaikan dengan standar 0,5 McFarland ($\approx 1,5 \times 10^8$ CFU/mL). Dilanjutkan dengan uji aktivitas dilakukan menggunakan metode difusi sumuran pada media MHA. Suspensi *E. coli* disebar merata pada permukaan media menggunakan metode sebar. Sumuran berdiameter 6 mm dibuat secara aseptik. Sebanyak volume tetap supernatan bebas sel dimasukkan ke dalam setiap sumuran. Vancomisin digunakan sebagai kontrol positif dan akuades steril sebagai kontrol negatif. Cawan diinkubasi pada 37°C selama 24 jam. Diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong digital dalam satuan milimeter. Setiap perlakuan dilakukan dalam tiga ulangan independent (15–17).

Analisis Data

Data berupa diameter zona hambat (mm) dicatat sebagai nilai rata-rata $\pm$ standar deviasi dari tiga ulangan. Data dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Hasil

Karakteristik Fermentasi Bekasam Ikan Bandeng

Fermentasi bekasam ikan bandeng (*Chanos chanos*) selama 7 hari pada suhu ruang menghasilkan perubahan karakteristik fisik yang jelas. Produk akhir menunjukkan tekstur berlendir, warna putih, serta aroma yang tajam. Secara visual, terbentuk massa fermentasi yang homogen dengan permukaan lembap. Perubahan tersebut mengindikasikan terjadinya aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi.

Hasil Analisis Fisikokimia

Hasil uji fisikokimia menunjukkan bahwa bekasam memiliki tekstur berlendir, warna putih, dan aroma khas fermentasi. Nilai pH yang diperoleh sebesar 3,9, sedangkan kadar air sebesar 1,25%.

Nilai pH yang rendah menunjukkan terbentuknya suasana asam selama fermentasi, yang umumnya berkaitan dengan produksi asam organik oleh bakteri asam laktat (BAL).

Tabel 1. Hasil Uji Fisikokimia

Komponen Fisikokimia	Hasil Uji
Tekstur	Berlendir
Warna	Putih
Bau	Busuk
pH	3,9
Kadar air	1,25%

Identifikasi Isolat Bakteri Asam Laktat

Pengamatan makroskopis pada media MRSA yang ditambahkan CaCO_3 menunjukkan koloni dengan zona bening di sekelilingnya. Koloni berbentuk bulat, tepi rata, elevasi cembung, dan berwarna putih krem dengan diameter ± 2 mm.

Hasil pengamatan mikroskopis melalui pewarnaan Gram menunjukkan bahwa isolat berbentuk batang (basil) dan berwarna ungu kebiruan, yang mengindikasikan sifat Gram positif.

Uji biokimia menunjukkan hasil katalase negatif (tidak terbentuk gelembung pada penambahan H_2O_2) dan non-motil pada media SIM. Karakteristik tersebut mengarah pada identifikasi isolat sebagai bakteri asam laktat.

Tabel 2 Identifikasi Isolat BAL Belasam Ikan Bandeng

Parameter	Hasil
Makroskopik	
Tekstur koloni	Berlendir
Ketinggian koloni	Cembung
Ketebalan optik koloni	Tembus cahaya
Ukuran koloni	± 2 mm
Mikroskopik	
Warna sel	Biru
Bentuk sel	Basil
Susunan sel	Diplokokus
Sifat Gram	Gram positif
Biokimia	
Uji katalase	Negatif (-)
Uji motilitas	Negatif (-)

Peremajaan dan Standarisasi Bakteri Uji

Peremajaan *Escherichia coli* menunjukkan pertumbuhan koloni yang baik pada media non-selektif. Secara mikroskopis, bakteri tampak berbentuk batang dan berwarna merah setelah pewarnaan Gram, menandakan sifat Gram negatif. Suspensi bakteri berhasil distandarisasi hingga kekeruhan setara 0,5 McFarland sebelum dilakukan pengujian antibakteri.

Aktivitas Antibakteri Supernatan Bebas Sel

Hasil uji difusi sumuran menunjukkan adanya zona hambat pada perlakuan supernatan bebas sel (SBS) BAL terhadap *Escherichia coli*. Rata-rata diameter zona hambat yang diperoleh adalah 15 mm. Kontrol positif (vancomisin) menunjukkan rata-rata zona hambat 18 mm, sedangkan kontrol negatif (akuades steril) tidak menunjukkan zona hambat (0 mm).

Berdasarkan kategori sensitivitas, SBS BAL termasuk dalam kategori sensitif terhadap *Escherichia coli* karena menghasilkan zona hambat ≥ 14 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa metabolit yang dihasilkan BAL selama fermentasi memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri uji.

Pembahasan

Fermentasi bekasam selama 7 hari menghasilkan pH 3,9 yang menunjukkan terjadinya produksi asam organik, terutama asam laktat. Penurunan pH merupakan indikator aktivitas metabolik BAL dalam memfermentasi karbohidrat dari nasi menjadi asam laktat. Lingkungan asam tersebut berperan penting dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen (10). Tekstur berlendir yang diamati kemungkinan berkaitan dengan degradasi protein ikan serta produksi polisakarida ekstraseluler oleh BAL. Sementara itu, warna putih pada produk fermentasi dapat disebabkan oleh denaturasi protein selama proses fermentasi dan tidak adanya produksi pigmen oleh BAL.

Karakteristik makroskopis dan mikroskopis isolat yang diperoleh menunjukkan ciri khas bakteri asam laktat, yaitu Gram positif, berbentuk basil, katalase negatif, dan non-motil. Sifat katalase negatif menunjukkan bahwa isolat tidak menghasilkan enzim katalase, yang merupakan karakter umum kelompok BAL (18–20).

Aktivitas antibakteri yang ditunjukkan oleh supernatan bebas sel mengindikasikan bahwa senyawa metabolit yang dihasilkan BAL memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*. Mekanisme penghambatan diduga melibatkan produksi asam laktat yang menurunkan pH lingkungan, sehingga mengganggu integritas membran sel bakteri Gram negatif. Selain itu, BAL juga diketahui dapat menghasilkan senyawa antimikroba lain seperti bakteriosin dan hidrogen peroksida yang bekerja secara sinergis dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen (21–23).

Perbedaan diameter zona hambat antara kontrol positif dan SBS BAL menunjukkan bahwa meskipun aktivitas antibakteri SBS belum setara dengan antibiotik standar, namun memiliki potensi sebagai agen antimikroba alami. Tidak terbentuknya zona hambat pada kontrol negatif menegaskan bahwa efek penghambatan berasal dari metabolit BAL dan bukan dari pelarut (24–26).

Penelitian ini menunjukkan bahwa bekasam ikan bandeng berpotensi sebagai sumber bakteri asam laktat dengan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*. Temuan ini mendukung pemanfaatan produk fermentasi tradisional sebagai sumber agen antimikroba alami.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa bekasam ikan bandeng (*Chanos chanos* F.) mengandung bakteri asam laktat (BAL) yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi sebagai bakteri berbentuk basil, Gram-positif, katalase-negatif, dan non-motil. Supernatan bebas sel BAL menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dengan rata-rata diameter zona hambat sebesar 15 mm yang termasuk dalam kategori sensitif. Meskipun efektivitas antibakteri supernatan BAL lebih rendah dibandingkan vankomisin sebagai kontrol positif (rata-rata zona hambat 18 mm), aktivitasnya secara

signifikan lebih tinggi dibandingkan kontrol negatif (aquadest) yang tidak menunjukkan zona hambat. Temuan ini mengindikasikan bahwa BAL yang diisolasi dari bekasam ikan bandeng berpotensi sebagai agen antibakteri terhadap *E. coli*.

Daftar Pustaka

1. Astuti LKB, Werdani KE. Faktor-faktor yang Menyebabkan Bayi Lahir dengan Berat Rendah di Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret. PREPOTIF: JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT. 2024;8(3):6410–7. doi: 10.31004/prepotif.v8i3.37061
2. Nasrollahian S, Graham JP, Halaji M. A review of the mechanisms that confer antibiotic resistance in pathotypes of *E. coli*. Front Cell Infect Microbiol. 2024;14. doi: 10.3389/fcimb.2024.1387497
3. Akkari C, Kerbage G, Malaeb D, Hallit S, Hallit R. Knowledge and practices on diarrheal illness and associated factors in Lebanon. Front Public Health. 2025;13:1618648. [accessed 19 Feb 2026] Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12705612/>
4. Miftachurrochmah A, Fibrianto K, Bakti Sunarharum W. Bekasam, an Indonesian unique traditional fermented fish as umami sources. Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering. 2024;7(2):158–68. doi: 10.21776/ub.afssae.2024.007.02.5
5. Falcone PM, Garcia-Garcia I, Muhammed Y, Muhammed R, Minervini F, Cavoski I. From Ancient Fermentations to Modern Biotechnology: Historical Evolution, Microbial Mechanisms, and the Role of Natural and Commercial Starter Cultures in Shaping Organic and Sustainable Food Systems. Foods 2025, Vol 14, Page 4240. 2025;14(24):4240. [accessed 19 Feb 2026] Available from: <https://www.mdpi.com/2304-8158/14/24/4240/htm>
6. Dapa Heryadi H, Aprianto H, Hasyi Ghifari N, Muhammad RS. Analysis of The Types of Bacteria Contained in The Process Of Fermentation of Bekasam. 2022; [accessed 19 Feb 2026] Available from: www.globalscientificjournal.com
7. Mustakim A, Sersan muslim No JR, Jambi Selatan K, Jambi K. Analisis Mikrobiologi Bekasam Ikan Gabus (*Channa striata*) Identifikasi Bakteri Asam Laktat dan Potensinya sebagai Probiotik. Pentagon : Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. 2025;3(3):44–51. [accessed 19 Feb 2026] Available from: <https://journal.arimsi.or.id/index.php/Pentagon/article/view/716>
8. Carneiro KO, Campos GZ, Scafuro Lima JM, Rocha R da S, Vaz-Velho M, Todorov SD. The Role of Lactic Acid Bacteria in Meat Products, Not Just as Starter Cultures. Foods 2024, Vol 13, Page 3170. 2024;13(19):3170. [accessed 19 Feb 2026] Available from: <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/19/3170/htm>
9. Zhydzetski A, Głowacka-Grzyb Z, Bukowski M, Żądło T, Bonar E, Władyka B. Agents Targeting the Bacterial Cell Wall as Tools to Combat Gram-Positive Pathogens. Molecules 2024, Vol 29, Page 4065. 2024;29(17):4065. [accessed 19 Feb 2026] Available from: <https://www.mdpi.com/1420-3049/29/17/4065/htm>
10. Christy N, Purba G, Marvie I, Ulfa MN, Studi P, Pangan T, et al. Pengaruh Lama Fermentasi dan Sumber Karbohidrat terhadap Karakteristik Mutu Bekasam Ikan Seluang (*Rasbora Argyrotaenia*). Jurnal Sains dan Teknologi Pangan. 2024;9(6). [accessed 19 Feb 2026] Available from: <https://jstpuho.id/index.php/jstp/article/view/37>
11. Tanjung A, Tanfil A, Nur J. Antimicrobial Activity of Lactic Acid Bacteria Isolated from Dangke Traditional Food, Enrekang Regency, South Sulawesi. Ad-Dawaa' Journal of Pharmaceutical Sciences. 2024;7(2):117–124. [accessed 5 Jan 2026] Available from: <https://doi.org/10.24252/djps.v7i2.52549>
12. Tanjung A. Evaluasi Aktivitas Antibakteri Hand Sanitizer Berbasis Jeruk Nipis terhadap Bakteri Gram Positif: Evaluation of the Antibacterial Activity of Lime-Based Hand Sanitizer against Gram-Positive Bacteria. HEALTH SCIENCE & BIOMEDICAL JOURNAL. 2025;1(2):76–83. [accessed 1 Jan 2026] Available from: <https://linespublishing.com/index.php/hsbj/article/view/15>

13. Heydarian A, Pahlevanlo A, Falah F, Hosseininezhad M. Application of bacteriocin-like inhibitory substances produced by *Limosilactobacillus fermentum* in yogurt drink: Assessment of safety, quality and shelf life. *J Dairy Sci.* 2025;0(0). [accessed 5 Jan 2026] Available from: <https://doi.org/10.3168/jds.2025-27289>
14. Xu J, Fan X, Hu Y, Liu M, Du L, Wu Z, et al. Fermencin B2: A promising heat-stable cationic peptide for targeted inhibition of *Staphylococcus aureus*. *LWT.* 2024;206:116571. [accessed 5 Jan 2026] Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116571>
15. Chen X, Bai H, Mo W, Zheng X, Chen H, Yin Y, et al. Lactic Acid Bacteria Bacteriocins: Safe and Effective Antimicrobial Agents. *International Journal of Molecular Sciences* 2025, Vol 26, Page 4124. 2025;26(9):4124. [accessed 5 Jan 2026] Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms26094124>
16. Srinivash M, Krishnamoorthi R, Mahalingam PU, Malaikozhundan B, Kaviyadharshini M, Keerthivasan M, et al. Antimicrobial, antioxidant and anticancer properties of bioactive bacteriocins produced by *Lactococcus hircilactis* CH4 and *Lactobacillus delbrueckii* GRIPUMSK isolated from homemade fermented dairy products. *Int Dairy J.* 2025;171:106395. [accessed 5 Jan 2026] Available from: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2025.106395>
17. Wei Y, Chen F, Xia W, Song J, Liang J, Yang X. Characterization and antimicrobial potential of bacteriocin-producing lactic acid bacteria isolated from the gut of *Blattella germanica*. *Microbiol Spectr.* 2025;13(11). [accessed 4 Jan 2026] Available from: [/doi/pdf/10.1128/spectrum.01203-25?download=true](https://doi.org/10.1128/spectrum.01203-25?download=true)
18. Chen X, Bai H, Mo W, Zheng X, Chen H, Yin Y, et al. Lactic Acid Bacteria Bacteriocins: Safe and Effective Antimicrobial Agents. *Int J Mol Sci.* 2025;26(9):4124.
19. Nisa M, Dar RA, Fomda BA, Nazir R. Combating food spoilage and pathogenic microbes via bacteriocins: A natural and eco-friendly substitute to antibiotics. *Food Control.* 2023;149:109710. doi: 10.1016/j.foodcont.2023.109710
20. Raman J, Kim J-S, Choi KR, Eun H, Yang D, Ko Y-J, et al. Application of Lactic Acid Bacteria (LAB) in Sustainable Agriculture: Advantages and Limitations. *Int J Mol Sci.* 2022;23(14). doi: 10.3390/ijms23147784
21. Hafsan, Nur F, Hafsan H, Paramitasari D. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Berpotensi Probiotik dari Dangke Susu Sapi di Kabupaten Enrekang. 2015;52–66.
22. Abid S, Farid A, Abid R, Rehman MU, Alsanie WF, Alhomrani M, et al. Identification, Biochemical Characterization, and Safety Attributes of Locally Isolated *Lactobacillus fermentum* from *Bubalus bubalis* (Buffalo) Milk as a Probiotic. *Microorganisms.* 2022;10(5). doi: 10.3390/microorganisms10050954
23. Jimenez ME, O'Donovan CM, de Ullivarri MF, Cotter PD. Microorganisms present in artisanal fermented food from South America. *Front Microbiol.* 2022;13:941866. doi: 10.3389/fmicb.2022.941866
24. Simons A, Alhanout K, Duval RE. Bacteriocins, antimicrobial peptides from bacterial origin: Overview of their biology and their impact against multidrug-resistant bacteria. *Microorganisms.* 2020;8(5). doi: 10.3390/microorganisms8050639
25. Oloyede AR, Albert OM, Arowosegbe OA. Detection and molecular characterization of butyrate-producing genes in probiotic lactic acid bacteria for use in livestock. *Niger J Biotechnol.* 2017;33(1):58. doi: 10.4314/v33i1.8
26. Settanni L, Sinderen D Van, Rossi J, Corsetti A. Rapid Differentiation and In Situ Detection of 16 Sourdough *Lactobacillus* Species by Multiplex PCR. 2005;71(6):3049–59. doi: 10.1128/AEM.71.6.3049