

ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERIOSIN ASAL BAKTERI ASAM LAKTAT DARI MAKANAN FERMENTASI IKAN PEDE

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana (S-1) Program Studi Biologi



Disusun oleh :
Aldy Rahman Dharma Putra Sanjaya
20106040001

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2025**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1759/Un.02/DST/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : Isolasi dan Karakterisasi Bakteriosin Asal Bakteri Asam Laktat dari Makanan Fermentasi Ikan Pede

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ALDY RAHMAN DHARMA PUTRA SANJAYA
Nomor Induk Mahasiswa : 20106040001
Telah diujikan pada : Kamis, 07 Agustus 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 689ddf9bf0aeb

Ketua Sidang

Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
SIGNED



Valid ID: 689dbdfdbc1b7

Penguji I

Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.
SIGNED



Valid ID: 689dd74aea8a

Penguji II

Agessty Ika Nurlita, M.Si.
SIGNED



Valid ID: 689f383f84205

Yogyakarta, 07 Agustus 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Aldy Rahman Dharma Putra Sanjaya

NIM : 20106040001

Program Studi : Biologi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli karya atau penelitian sendiri dan bukan plagiasi dari hasil karya orang lain kecuali pada bagian yang dirujuk sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya agar dapat diketahui oleh anggota dewan penguji.

Yogyakarta, 30 Juli 2025

Yang menyatakan,



Aldy Rahman Dharma Putra Sanjaya
NIM. 20106040001

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Aldy Rahman Dharma Putra Sanjaya

NIM : 20106040001

Judul Skripsi : Isolasi dan Karakterisasi Bakteriosin Asal Bakteri Asam Laktat dari Makanan Fermentasi Ikan Pede

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 30 Juli 2025

Pembimbing

Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
NIP. 197901272009012004

Isolasi dan Karakterisasi Bakteriosin Asal Bakteri Asam Laktat dari Makanan Fermentasi Ikan Pede

Aldy Rahman Dharma Putra Sanjaya
20106040001

ABSTRAK

Bakteriosin merupakan polipeptida hasil sintesis Bakteri Asam Laktat (BAL) yang telah diketahui memiliki aktivitas antibakteri. BAL penghasil Bakteriosin dapat diperoleh dari berbagai sumber substrat seperti makanan fermentasi salah satunya ikan pede yaitu ikan yang difermentasi secara spontan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri bakteriosin dari isolat BAL asal makanan fermentasi ikan pede dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Listeria monocytogenes* serta mengetahui karakteristik bakteriosin. Pada penelitian ini digunakan tiga isolat BAL asal ikan pede yaitu BALP 3, BALP 4, dan BALP 5. Bakteriosin isolat bakteri BALP3 dan BALP4 menunjukkan aktivitas antibakteri tertinggi masing-masing 4,33 mm dan 3,50 mm. Berdasarkan uji tantang (*challenge test*), bakteriosin isolat BALP3 menunjukkan kemampuan tinggi secara signifikan dalam menghambat pertumbuhan *L. monocytogenes* pada masa inkubasi 5 jam, 15 jam, dan 25 jam suhu ruang 27 °C. Berdasarkan analisis kestabilan bakteriosin, bakteriosin isolat BALP3 dan BALP4 bekerja optimal pada pH 6, suhu 40 °C, dan sensitif terhadap penambahan enzim proteolitik.

Kata kunci : Antibakteri, Bakteriosin, *Challenge Test*, *Listeria monocytogenes*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Isolation dan Characterization Bacteriocins of Lactid Acid Bacteria from Fermentation Food Ikan Pedes

Aldy Rahman Dharma Putra Sanjaya
20106040001

ABSTRACT

*Bacteriocin is a polypeptide synthesized by Lactic Acid Bacteria (LAB) that is known has antibacterial activity. LAB that produce bacteriocins can be isolated from various substrates, including fermented foods. One such source is pedes, a traditional fermented food made from fish, which spontaneous fermentation. The study aimed to investigate the antibacterial activity of bacteriocins derived from lactic acid bacteria (LAB) isolated from fermented fish products (ikan pedes), specifically against the pathogenic bacteria *Listeria monocytogenes*, as well as to characterize the produced bacteriocins. Three LAB isolates from fermented fish were used in this study there are BALP3, BALP4, and BALP5. The bacteriocins from BALP3 and BALP4 exhibited the highest antibacterial activity, with inhibition zones measuring 4,33 mm and 3,50 mm. Based on the challenge test results, the bacteriocin from isolate BALP3 demonstrated significant inhibitory effects on *Listeria monocytogenes* during incubation periods of 5, 15, 25 hours at 27 °C. Stability analysis indicated that bacteriocins from BALP3 and BALP4 were most effective at pH 6, at a temperature of 40 °C, and were sensitive to proteolytic enzyme treatment.*

*Keywords : Antibacterial, Bacteriocin, Challenge test, *Listeria monocytogenes**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

"وَعَسَىٰ أَنْ تَكْرَهُوا شَيْئًا وَهُوَ خَيْرٌ لَّكُمْ وَعَسَىٰ أَنْ تُحِبُّوا شَيْئًا
وَّهُوَ شَرٌّ لَّكُمْ"

(Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal itu baik bagimu dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu buruk bagimu – **QS. Al- Baqarah : 216**)

“The scary news is you’re on your own now, but the cool news is you’re on your own now. Life can be heavy, especially if you try to carry it all at once. Part of growing up and moving into new chapters of your life is about catch and release. knowing what things to keep and what things to release. Decide what is yours to hold and let the rest go” – **Taylor Alison Swift**



PERSEMBAHAN

Dengan segala Nikmat, Puji Syukur serta segala kemudahan yang telah dilimpahkan Allah SWT sehingga penulis mampu menuntaskan tanggung jawab dalam penulisan tugas akhir ini. Terimakasih untuk seluruh pihak yang terlibat dalam proses penyelesaian tugas akhir ini. Namun selesainya tugas akhir ini tak lepas dari doa serta dukungan orang tua, sahabat, dan teman-teman terdekat. Tugas akhir ini penulis persembahkan untuk: Diri sendiri, Ibu tercinta yang hebat Amelia Dyah Gozdziejewicz yang senantiasa tak putus berjuang dan memberikan kasih sayang, doa, restu, serta dukungan penuh sehingga penulis bisa berada di titik ini, Ayah penulis, Edi Sarwoto yang senantiasa memberi dukungan dan nasihat kepada penulis, serta seluruh keluarga penulis. Terimakasih atas doa dan dukungan yang diberikan semoga Allah senantiasa memberikan kemudahan dalam setiap urusan .



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirabbil ‘alamin

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat karunia-Nya serta memberi kemudahan sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tidak lupa shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang semoga memberi syafa'atnya di hari akhir nanti.

Tugas akhir yang berjudul “Isolasi dan Karakterisasi Bakteriosin asal Bakteri Asam Laktat dari Makanan Fermentasi Ikan Pede” disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Selesaiannya tugas akhir ini tentu tidak lepas dari doa dan dukungan moral serta material dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., PhD. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD. selaku Dosen Pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, masukan, waktu, dan tenaganya kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
5. Ibu Ethik Susiawati Purnomo, S.Si., dan Bapak Dony Eko Saputro, S.Pd.I., serta Bapak Ibu staf laboratorium selaku PLP Laboratoium Biologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang senantiasa mendampingi penulis selama melakukan penelitian.

6. Bapak Ibu Dosen pengajar Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama perkuliahan.
7. Ibu Amelia dan Bapak Edi selaku Orang Tua penulis yang senantiasa mendampingi dan memberi doa serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Mr. Andrzej Gozdziwicz selaku suami Ibu Penulis, yang juga memberikan dukungan penuh kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Nenek tersayang penulis, Soepardhillah yang menemani keseharian dan selalu mendoakan penulis.
10. Ibu Dian Aruni Kumalawati, M.Sc selaku Pembimbing Akademik pertama penulis yang memberi dukungan serta memberi jalan peluang kesuksesan bagi penulis selama berkuliah dan seterusnya.
11. Sahabat dan teman dekat Penulis selama berkuliah. Doni Mulya Tasdik, Fahrul Nurkolis, Reza Sukmadewi, Noor Rezky, Nadasyifa, dan Dilla Hamidah serta Sahabat SMA. Shabrina, Firdaus, Saiful, Rian, Taufiq, Intan, dan Bening.
12. Teman-teman bestie fillah dan teman PKL. Nur Maulidah Rahmah, Arina Damiya Zulva, Rachma Meylinda, Hanifah Zahra, dan Khotimatul Khusna.
13. Teman satu Bimbingan dan teman pejuang skripsi. Riska Dwi Ardani, Imam Muhlis, Axelindo suswantoro, Nabila Afira, Olan Lusiana, Dina Khairunnisa, Arina Sofiatul, Kirana, Amanda, Bayth, Alfian, dan Krisna.
14. Sahabat Beswan Djarum terdekat, Denisda Nabhan Aziz, Natalia Angela Melodi, Vania Archardiva Kusuma, dan Andara Galuh Pratista. Serta teman Beswan Djarum UIN Sunan Kalijaga. Dania, Ilham, Ulil, dan Zam-zam.

15. Semua teman sejawat Biologi 2020 serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam proses penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Yogyakarta, 28 Mei 2025



Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Karakteristik Bakteri Asam Laktat dan Potensinya	6
B. Bakteriosin Asal BAL dan Karakteristiknya	7
C. Aplikasi Bakteriosin Sebagai Biopreservasi.....	9
D. Bakteri Patogen Bahan Pangan.....	10
BAB III METODE PENELITIAN.....	12

A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	12
B. Alat dan Bahan.....	12
C. Peremajaan BAL dan Bakteri uji	12
D. Isolasi Bakteriosin.....	12
E. Uji Aktivitas Antibakteri Bakteriosin terhadap Bakteri Uji	13
F. Uji Aktivitas Bakteriosin dengan metode <i>Challenge Test</i> secara <i>in vivo</i> pada Daging Ayam	14
G. Analisis Kestabilan Bakteriosin	14
1) Uji kestabilan bakteriosin terhadap pH	14
2) Uji kestabilan bakteriosin terhadap Suhu	15
3) Uji sensitivitas bakteriosin terhadap enzim proteolitik	15
H. Analisis Data.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
A. Hasil	17
B. Pembahasan	21
BAB V PENUTUP.....	25
A. Kesimpulan.....	25
B. Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Bakteriosin terhadap Bakteri Uji <i>L. monocytogenes</i>	17
Tabel 2. Diameter zona hambat pada uji sensitivitas bakteriosin terhadap enzim proteolitik	21



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mekanisme umum bakteriosin (Sumber: Bharti <i>et al.</i> , 2015).....	9
Gambar 2. Pertumbuhan <i>L. monocytogenes</i> pada media NA selama periode inkubasi 0 jam, 5 jam, 15 jam, dan 25 jam dari daging ayam segar suhu 27 °C.....	18
Gambar 3. Diameter zona hambat bakteriosin pada uji kestabilan bakteriosin terhadap pH setelah masa inkubasi 24 jam di suhu 37 °C pada media MHA dengan metode difusi cakram.	19
Gambar 4. Penampakan diameter zona hambat bakteriosin isolat BALP3 dan BALP4. Uji kestabilan bakteriosin terhadap pH dalam menghambat pertumbuhan <i>L. monocytogenes</i> selama inkubasi 24 jam di suhu 37 °C pada media MHA	19
Gambar 5. Diameter zona hambat bakteriosin pada uji kestabilan bakteriosin terhadap suhu setelah masa inkubasi 24 jam di suhu 37 °C pada media MHA dengan metode difusi cakram	20
Gambar 6. Penampakan diameter zona hambat bakteriosin isolat BALP3 dan BALP4. Uji kestabilan bakteriosin terhadap suhu dalam menghambat pertumbuhan <i>L. monocytogenes</i> selama inkubasi 24 jam di suhu 37 °C pada media MHA	20

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bakteri Asam Laktat (BAL) telah banyak dimanfaatkan secara luas terutama dalam industri makanan. Salah satunya yaitu dimanfaatkan untuk membantu proses pembuatan makanan fermentasi. Dalam proses fermentasi secara enzimatik, BAL memiliki peran mengubah suatu bahan makanan berupa substrat organik menjadi produk fermentasi. Selain itu BAL berperan dalam perubahan tekstur, warna, aroma, dan peningkatan kualitas keawetan produk (Desniar, 2012). BAL menghasilkan asam yang menghambat pertumbuhan bakteri-bakteri patogen dan pembusuk sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk (Rembulan *et al.*, 2015). Potensi lain dari BAL adalah kemampuannya dalam menghasilkan metabolit yang memiliki sifat antibakteri seperti bakteriosin (Perez *et al.*, 2014).

BAL memiliki prospek besar sebagai biopreservasi makanan karena kemampuannya dalam memproduksi metabolit sekunder berupa senyawa protein yang disebut bakteriosin. Bakteriosin memiliki sifat antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan bakteri patogen pada makanan penyebab *foodborne disease* (De Freire Bastos *et al.*, 2015 ; Sari *et al.*, 2018). Selain itu beberapa BAL juga memproduksi berbagai metabolit penting lainnya seperti diasetil, reuterin, reutericyclin, asam organik, dan hidrogen peroksida yang merupakan agen biopreservatif (Ibrahim *et al.*, 2021).

Bakteriosin adalah kelompok peptida antimikroba yang disintesis secara ribosomal dan dapat menghancurkan strain mikroba yang serupa atau berkerabat dekat (Bemena *et al.*, 2014). Bakteriosin mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen pada beberapa bahan pangan seperti daging sapi, ham, sosis, dan keju (Todorov *et al.*, 2022). Anggota BAL dari genus *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, dan *Pediococcus* diketahui merupakan kelompok BAL utama yang mampu menghasilkan bakteriosin (Bintsis, 2018). Bakteriosin dari BAL diketahui menunjukkan aktivitas inhibisi yang bersifat bakteriostatik atau bakterisidal terhadap beberapa jenis bakteri patogen (Lopetuso *et al.*, 2019).

Kemampuan bakteriostatik dan bakterisidal dari bakteriosin ini dapat dimanfaatkan sebagai alternatif biopreservasi pangan yang aman dan efektif (Fatimah *et al.*, 2020). Hingga saat ini diketahui telah banyak bakteriosin yang dikembangkan dan diproduksi oleh beberapa negara maju yaitu Micocin, Nissin A, Palantaricin, dan Pediocin. Bakteriosin tersebut sudah dipasarkan secara komersial dan digunakan sebagai biopreservasi pangan di beberapa negara (Fadila *et al.*, 2022).

Pemanfaatan bakteriosin sebagai biopreservasi pangan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan pengawet kimia antara lain bakteriosin sebagai senyawa protein mudah didegradasi enzim proteolitik sehingga tidak membahayakan organ pencernaan jika dikonsumsi (Sari *et al.*, 2018) dan bersifat tidak toksik (Smid & Gorris, 2007). Selain itu, bakteriosin relatif aman karena tidak bersifat karsinogenik bila dibandingkan dengan bahan kimia seperti nitrit dan nitrat yang diklasifikasikan sebagai zat karsinogenik penyebab kanker apabila dikonsumsi dalam jangka panjang (Mortensen *et al.*, 2017). Hingga saat ini penggunaan bakteriosin dianggap aman karena sudah mendapatkan status *Generally recognized as safe* (GRAS) atau secara umum sudah diakui aman oleh *American Food and Drug Administration* (FDA) (Zacharof & Lovitt, 2012 dalam Negash & Tsehai, 2020).

Umumnya BAL penghasil bakteriosin dapat diisolasi dari berbagai substrat salah satunya makanan fermentasi ikan karena substrat ikan mengandung protein kompleks dan kaya akan nutrisi sehingga mendukung habitat pertumbuhan alami BAL. Selama proses fermentasi, protein kompleks akan diuraikan secara enzimatik oleh BAL menjadi senyawa organik yang lebih sederhana (Mumtiah *et al.*, 2014). BAL merupakan bakteri dominan yang sering ditemukan dalam fermentasi ikan (Desniar *et al.*, 2012).

Beberapa bakteriosin yang diperoleh dari mikroba BAL lokal Indonesia telah banyak dilaporkan antara lain bakteriosin asal BAL dari rusip yaitu makanan fermentasi khas Bangka yang terbuat dari ikan, garam, gula aren, dan beras (Kusmarwati *et al.*, 2014) ; dari makanan fermentasi ikan khas Kalimantan dan Sumatera yaitu bekasam (Desniar *et al.*, 2011); dari makanan fermentasi ikan khas Suku Batak, Sumatra Utara yaitu naniura (Nasution *et al.*, 2023); dan dari produk makanan fermentasi bekasam ikan patin (Astuti *et al.*, 2021). Selain itu, jenis BAL

Weissella cibaria 110 dari makanan pangan dari Thailand yaitu plaa-som dilaporkan oleh Srionnual *et al.* (2007) mampu menghasilkan bakteriosin. Sementara itu Peng *et al.*, (2017) berhasil mengisolasi dan mengkarakterisasi bakteriosin yang dihasilkan *Pediococcus pentosaceus* CFF4 dari makanan fermentasi *pha ak trey* yakni makanan tradisional khas kamboja berbahan dasar ikan dan garam.

Setiap bakteriosin yang dihasilkan BAL memiliki karakter yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan reaksi dari masing-masing bakteriosin terhadap berbagai faktor seperti suhu, pH, dan juga berbagai enzim atau zat kimia (Shavira *et al.*, 2022). Adapun karakterisasi bakteriosin meliputi kestabilan bakteriosin terhadap pH, suhu, dan enzim proteolitik. Bakteriosin dari BAL asal makanan fermentasi rusip diketahui bersifat stabil hingga suhu 121 °C dengan kondisi rentang pH 2–8, dan sensitif terhadap enzim proteolitik (Fatima & Mebrouk, 2013 ; Kusmarwati *et al.*, 2014) Bakteriosin yang dihasilkan *Lactobacillus lactis* dilaporkan memiliki sifat stabil pada pemanasan hingga suhu 70 °C, stabil pada rentang pH 3-7 (Sunaryanto & Tawardi, 2015), Bakteriosin yang dihasilkan oleh *Lactobacillus brevis*, *lactobacillus casei*, dan *lactobacillus plantarum* dilaporkan memiliki sifat stabil pada pemanasan hingga suhu 121 °C, stabil pada rentang pH 2-10 (Sari *et al.*, 2018) sedangkan bakteriosin dari BAL jenis *Lactococcus* spp. yang di laporkan Jandaik *et al.*, (2013) cukup sensitif terhadap enzim proteolitik dan bersifat termostabil sehingga tidak kehilangan kemampuan aktivitas antibakterinya. Karakteristik bakteriosin penting diketahui guna meningkatkan efektivitas aplikasinya di berbagai bidang terutama sebagai biopreservasi pangan.

Penelitian tentang pemanfaatan bakteriosin sebagai biopreservasi masih terus dikembangkan karena tingginya permintaan akan bahan pangan yang memiliki kualitas dan keamanan pangan yang tinggi dengan masa simpan yang lama (Barcenilla *et al.*, 2022). Penelitian tentang pemanfaatan bakteriosin dari BAL sebagai biopreservasi pangan telah banyak dilakukan diantaranya yaitu potensi bakteriosin dari *Pediococcus acidilactici* TN1 asal fermentasi tapai nasi dan *Lactobacillus farciminis* TY1 asam fermentasi tempoyak dalam menghambat

pertumbuhan *L. monocytogenes* ATCC13932 penyebab kerusakan bahan pangan (Jawan *et al.*, 2019) ; penggunaan bakteriosin dari *Lactobacillus rhamnosus* GP1 yang terbukti mampu menghambat bakteri pembusuk dan memperpanjang masa simpan daging ikan fillet segar (Sarika *et al.*, 2019) ; bakteriosin jenis plantarisin asal *L. plantarum* IIA-1A5 yang menghambat pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* dan pembusukan pada daging ayam (Nurraifah *et al.*, 2021) dan bakteriosin dari *Streptococcus bovis* 9A yang teruji mampu memperpanjang masa simpan daging sapi (Franciska *et al.*, 2018).

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Sabila (2024) terdapat tiga isolat BAL yaitu BALP3, BALP4, dan BALP5 asal proses pembuatan fermentasi spontan ikan pede selama tujuh hari. Ikan pede merupakan salah satu produk olahan khas Banyuasin berbahan dasar ikan gabus yang difermentasi secara spontan tanpa penambahan starter. Namun, potensi koleksi BAL tersebut belum dikaji mendalam, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi produksi bakteriosin dan melakukan uji aktivitas antibakterinya secara *in vitro* dan *in vivo* terhadap bakteri patogen kontaminan pangan seperti *Lysteria monocytogenes*. Di samping itu, karakteristik bakteriosin yang dihasilkan dianalisis guna mengetahui kestabilannya terhadap suhu, pH dan enzim proteolitik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi terkait potensi BAL lokal penghasil bakteriosin khususnya yang diisolasi dari produk olahan fermentasi khas lokal Indonesia.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana aktivitas antibakteri bakteriosin dari isolat BAL asal makanan fermentasi ikan pede dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Lysteria monocytogenes*.
2. Bagaimana karakteristik bakteriosin yang dihasilkan dari isolat bakteri asam laktat asal makanan fermentasi ikan pede dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Lysteria monocytogenes*.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui aktivitas antibakteri bakteriosin dari isolat BAL asal makanan fermentasi ikan pede dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Lysteria monocytogenes*.
2. Untuk mengetahui karakteristik bakteriosin yang dihasilkan dari isolat bakteri asam laktat asal makanan fermentasi ikan pede dengan berbagai uji meliputi uji kestabilan bakteriosin terhadap perlakuan pH, uji kestabilan bakteriosin terhadap perlakuan suhu, dan uji sensitivitas bakteriosin terhadap enzim proteolitik.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain dapat memberikan wawasan dan keterbaharuan informasi mengenai karakterisasi bakteriosin yang berasal dari isolasi BAL asal makanan fermentasi ikan pede sehingga pemanfaatan bakteriosin dapat berpotensi sebagai biopreservasi alami pada makanan. Penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai rujukan/referensi untuk penelitian lanjutan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Tiga bakteriosin isolat BAL asal makanan fermentasi ikan pede yaitu BALP3, BALP4, dan BALP5 memiliki aktivitas antibakteri terhadap *L. monocytogenes*. Aktivitas antibakteri bakteriosin isolat BALP3 dan BALP4 termasuk dalam kategori sedang. bakteriosin isolat BALP3 unggul dalam menghambat laju pertumbuhan *L. monocytogenes* melalui ujiantang (*Challenge test*) secara *in vivo* pada daging ayam.
2. Kedua bakteriosin dari isolat BALP3 dan BALP4 memiliki karakteristik diantaranya yaitu bekerja optimum pada kondisi pH 6, tidak stabil pada suhu pemanasan tinggi, dan sensitif terhadap penambahan enzim proteolitik jenis tripsin.

B. Saran

Adapun saran dari penelitian ini yaitu :

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh lama penyimpanan terhadap efektivitas bakteriosin dalam menghambat bakteri uji.
2. Potensi bakteriosin dari isoat BALP3 dan BALP4 sebagai senyawa antibakteri perlu dikaji lebih lanjut dengan diujikan pada berbagai bakteri patogen lainnya.
3. Diperlukan penelitian dalam menentukan metode optimal untuk purifikasi senyawa bakteriosin

DAFTAR PUSTAKA

- Afrin, S., Hoque, M. A., Sarker, A. K., Satter, M. A., & Bhuiyan, M. N. I. (2021). Characterization and profiling of bacteriocin-like substances produced by lactic acid bacteria from cheese samples. *Access Microbiology*, 3(6), 000234.
- Amarantini, C., Prakasita, V. C., & Cahyani, L. E. (2021). The Effect of Temperatures and pH on Bacteriocin Activity of Lactic Acid Bacteria Strain Pr 4.3L From Peda Fish. *In Proceedings of the 7th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Sciences (ICRIEMS 2020) (Vol. 528)*. Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210305.005>
- Arthur, T. D., Cavera, V. L., & Chikindas, M. L. (2014). On bacteriocin delivery systems and potential applications. *Future Microbiology*, 9(2), 235–248. <https://doi.org/10.2217/fmb.13.148>
- Aryanti T. (2010). Bakteri *Listeriamonocytogenes* kontaminan makanan asal hewan (*Foodborne disease*). WARTAZOA 20 (2): 94-102.
- Astuti, T. R., Yufidasari, H. S., Nursyam, H., & Della GB, J. (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), 578-585. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.03.10>
- Barcenilla, C., Ducic, M., López, M., Prieto, M., & Álvarez-Ordóñez, A. (2022). Application of lactic acid bacteria for the biopreservation of meat products: A systematic review. *Meat science*, 183, 108661. DOI: 10.1016/j.meatsci.2021.108661
- Bendjeddou, K., Fons, M., Strocker, P., & Sadoun, D. (2012). Characterization and purification of a bacteriocin from *Lactobacillus paracasei* subsp. *Paracasei* BMK2005, an intestinal isolate active against multidrug resistant pathogens. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 28(4), 1543-1552
- Bemena, L. D., Mohamed, L. A., Fernandes, A. M., & Lee, B. H. (2014). Applications of bacteriocins in food, livestock health and medicine. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 3(12), 924-949. DOI: 10.13140/RG.2.1.3426.2488
- Bharti, V., Mehta, A., Singh, S., Jain, N., Ahirwal, L., & Mehta, S. (2015). Bacteriocin: a novel approach for preservation of food. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci*, 7(9), 20-29.
- Bintsis T. (2018). Lactic Acid Bacteria: Their Applications in Foods. *J. Bacteriol. Mycol.*, 6(2):89–94. DOI: 10.15406/jbmoa.2018.06.00182
- Cheng, M., Gong, S. G., & Lévesque, C. M. (2020). Rapid isolation and purification of secreted bacteriocins from *Streptococcus mutans* and other lactic acid bacteria. *Bio-Protocol*, 10(22), e3824. <https://doi.org/10.21769/BioProtoc.3824>
- Darbandi, A., Asadi, A., Mahdizade Ari, M., Ohadi, E., Talebi, M., Halaj Zadeh, M., Darb Emamie, A., Ghanavati, R., & Kakanj, M. (2022). Bacteriocins: Properties and potential use as antimicrobials. *Journal of clinical laboratory analysis*, 36(1), e24093. <https://doi.org/10.1002/jcla.24093>
- De Freire Bastos, M. D. C., Varella Coelho, M. L., & da Silva Santos, O. C. (2015). Resistance to bacteriocins produced by gram-positive bacteria. In *Microbiology (United Kingdom)*, 161(4). DOI: 10.1099/mic.0.082289-0.
- De Vuyst, L. and E. J. Vandamme. (1994). Bacteriocins of lactic acid bacteria : microbiology, genetics and applications. *Blackie Academic and Professional, London*. DOI: 10.1007/978-1-4615-2668-1.

- Desniar, Rusmana, I., Suwanto, A., & Mubarik, N. R. (2011). Penapisan bakteriosin dari bakteri asam laktat asal bekasam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 14(2). DOI: 10.17844/jphpi.v14i2.5321.
- Desniar, Setyaningsih, Iriani, dan Sumardi, Retno Santi. 2012. Perubahan parameter dan mikrobiologi, serta isolasi bakteri penghasil asam selama fermentasi bekasam ikan mas (*Cyprinus Carpio*). *Jurnal Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 15(3). DOI: 10.17844/jphpi.v15i3.21435.
- Fadila, D. S. R., Hasanati, J., Kusumawardhani, A. S., Rachman, M. F., Naufal, M. A., Febrian, F. W., & Sugoro, I. (2022). Bakteriosin dari bakteri asam laktat sebagai biopreservasi pada daging dan olahan: Tinjauan potensi hingga industrinya. *Jurnal Pro-Life*, 9(1), 300–315. <https://doi.org/10.33541/jpl.v9i1.3967>
- Fatima, D. & Mebrouk, K. (2013). Characterization and determination of the factors affecting anti-listerial bacteriocins from *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus* isolated from dairy milk products. *Afr. J. Food Sci.*, 7(2), 35–44. DOI: 10.5897/AJFS12.037
- Fatimah, M. P., Megantara, I., & Anggaeni, T. T. K. (2020). Kajian pustaka: pemanfaatan bakteriosin dari produk fermentasi sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. *Indonesia Medicus Veterinus*, 9(5), 835-848. DOI: 10.19087/imv.2020.9.5.835
- Ferrer-Bustins, N., Costa, J. C. C. P., Pérez-Rodríguez, F., Martín, B., Bover-Cid, S., & Jofré, A. (2024). The antilisterial effect of *Latilactobacillus sakei* CTC494 in relation to dry fermented sausage ingredients and temperature in meat simulation media. *Fermentation*, 10(6), 326. <https://doi.org/10.3390/fermentation10060326>
- Franciska, J., Suardana, I. W., & Suarsana, I. N. (2018). Bakteriosin asal *Streptococcus bovis* 9A sebagai biopreservatif pada daging sapi ditinjau dari uji Eber. *Indonesian Medicus Veterinus*, 7(2), 158–168. <https://doi.org/10.19087/imv.2018.7.2.158>
- Ghanbari M, Jami M, Domig KJ, Kneifel W. (2013). Seafood biopreservation by lactic acid bacteria – a review. *LWT – Food Sci Technol.* 50(2):315- 324. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.05.039
- Gonzales, B., P. Arca, B. Mayo and J. E Suarez. (1994). Detection, purification, and partial characterization of plantaricin c, a bacteriocin produced by a *Lactobacillus plantarum* strain of dairy origin. *J. Appl Environment Microbial. Departamento de Biologia (Area de Micribiologia)*, Universidad de Oviedo, Oviedo. DOI: 10.1128/aem.60.6.2158-2163.1994
- Hafsan. H (2014). Bakteriosin asal bakteri asam laktat sebagai biopreservatif pangan. *Jurnal Tekno Sains*. 8(2): 1. DOI: 10.24252/teknosains.v8i2.1905
- Hassan, M. U., Nayab, H., Rehman, T. U., Williamson, M. P., Haq, K. U., Shafi, N., & Shafique, F. (2020). Characterisation of Bacteriocins Produced by *Lactobacillus* spp. Isolated from the Traditional Pakistani Yoghurt and Their Antimicrobial Activity against Common Foodborne Pathogens. *BioMed research international*, 2020, 8281623. DOI: 10.1155/2020/8281623
- Hellal, A., Amrouche, L., Ferhat, Z., & Laraba, F. (2012). Characterization of bacteriocin from *Lactococcus* isolated from traditional Algerian dairy products. *Annals of Microbiology*, 62(1), 177–185. <https://doi.org/10.1007/s13213-011-0244-3>
- Hilliard, A., Leong, D., O'Callaghan, A., Culligan, E. P., Morgan, C. A., DeLappe, N., Hill, C., Jordan, K., Cormican, M., & Gahan, C. G. M. (2018). Genomic characterization of *Listeria monocytogenes* isolates associated with clinical listeriosis and the food production environment in Ireland. *Genes*, 9(3), 171. <https://doi.org/10.3390/genes9030171>

- 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), 3131. DOI: 10.3390/foods10123131.
- Jandaik, S. Sharma, M., Kumar, J. Singh, R. (2013). Antimicrobial activity of bacteriocin produced by lactic acid bacteria isolated from milk products. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 7(1) : 603-608
- Jawan, R., Kasimin, M., Jalal, S.O., Faik, A.A., Abbasiliasi, S., & Ariff, A.B. (2019). Isolation, characterisation and in vitro evaluation of bacteriocins-producing lactic acid bacteria from fermented products of Northern Borneo for their beneficial roles in food industry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1358. DOI: 10.1088/1742-6596/1358/1/012020
- Sure, K. P., Kotnis, P. V., Bhagwat, P. K., Ranveer, R. C., Dandge, P. B., & Sahoo, A. K. (2016). Production and characterization of bacteriocin produced by *Lactobacillus viridescence* (NICM 2167). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 59, e16150518. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2016150518>
- Kusmarwati, K., Arief, F.R., & Haryati, S. (2014). Eksplorasi bakteriosin dari bakteri asam laktat asal rusip Bangka dan Kalimantan. *JPB Perikanan*, 9(1), 29– 40. DOI: 10.15578/jpbkp.v9i1.97
- Liu, W., Pang, H., Zhang, H., & Cai, Y. (2014). Biodiversity of lactic acid bacteria. In H. Zhang & Y. Cai (Eds.), *Lactic acid bacteria* (pp. 103–203). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8841-0_2
- Lopetuso, L. R., Giorgio, M. E., Saviano, A., Scaldaferrì, F., Gasbarrini, A., & Cammarota, G. (2019). Bacteriocins and bacteriophages: Therapeutic weapons for gastrointestinal diseases? *International Journal of Molecular Sciences*, 20(1), 183. <https://doi.org/10.3390/ijms20010183>
- Melian, C., Ploper, D., Chein, R., Vignolo, G., & Castellano, P. (2024). Impairment of *Listeria monocytogenes* biofilm developed on industrial surfaces by *Latilactobacillus curvatus* CRL1579 bacteriocin [Preprint]. *Food Microbiology*. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2024.104491>
- Mumtiah, O. N., Kusdiyantini, E., & Budiharjo, A. (2014). Isolasi, karakterisasi bakteri asam laktat, dan analisis proksimat dari makanan fermentasi bekasam ikan mujair (*Oreochromis mossambicus* Peters). *Jurnal Akademika Biologi*, 3(2), 20–30.
- Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Dusemund, B., Frutos, M. J., Galtier, P., Gott, D., Gundert-Remy, U., Lambré, C., Leblanc, J. C., Lindtner, O., Moldeus, P., Mosesso, P., Oskarsson, A., Parent-Massin, D., Stankovic, I., Waalkens-Berendsen, I., Woutersen, R. A., ... Younes, M. (2017). Re-evaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additives. *EFSA Journal*, 15(6), 4786. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.4786.
- Nader, M. M., Gewaily, E. M., Bedrous, V. S., & Mohamed, G. M. (2018). Screening of potential probiotic lactic acid bacteria from different sources by in vitro test. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 45(1), 301-315. DOI: 10.21608/zjar.2018.49856.
- Najim, Hadi, Zuhair Ahmad Moheammed, & Zina Saab Khudir. (2012). The antibacterial activity of bacteriosin produced by *Lactobacillus acidophilus* isolates against sensitive reference strain *Lactobacillus adhopillus* r0052 and its stability to different pH, heating and storage temperatures. *Proceeding of The Eleventh Veterinary Scientific Conference*. 274-279. DOI: 10.30539/iraqijvm.v36i0E.428
- Nasution, S. A., Fachrial, E., Ginting, C. N., Liena, L., & Piska, F. (2023). Bacteriocin-producing *Pediococcus acidilactici* BAMA 15 isolated from "naniura" traditional

- foods in North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(5). DOI: 10.13057/biodiv/d240536.
- Narvhus, J. A., & Axelsson, L. (2003). Lactic acid bacteria. *Encyclopedia of food sciences and nutrition* (second edition), pages 3465-3472.
- Negash, A. W., & Tsehai, B. A. (2020). Current applications of bacteriocin. *International journal of microbiology*, 2020, 4374891. DOI: 10.1155/2020/4374891.
- Nurraifah, Y., Arief, I. I., & Ulupi, N. (2021). Penggunaan bakteriosin yang diproduksi oleh *Lactobacillus plantarum* sebagai pengawet alami untuk daging ayam yang disimpan di suhu ruang. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 9(1), 7-14. DOI: 10.29244/jipthp.9.1.7-14
- Pan, X., Chen, F., Wu, T., Tang, H., and Zhao, Z. 2009. The acid, bile tolerance and antimicrobial property of *Lactobacillus acidophilus*. *J. Food Control* 20: 598-602.
- Perez, R. H., Zendo, T., & Sonomoto, K. (2014). Novel bacteriocins from lactic acid bacteria (LAB): various structures and applications. *Microbial cell factories*, 13 Suppl 1(Suppl 1), S3. DOI: 10.1186/1475-2859-13-S1-S3
- Peng, C., Borges, S., Magalhães, R. A. V. R., Carvalheira, A., Ferreira, V., Casquete, R., & Teixeira, P. (2017). Characterization of anti-listerial bacteriocin produced by lactic acid bacteria isolated from traditional fermented foods from cambodia. *International Food Research Journal*, 24(1), 386.
- Prayoga, I. P. A., Ramona, Y., & Suaskara, I. B. M. (2021). Bakteri asam laktat bermanfaat dalam kefir dan perannya dalam meningkatkan kesehatan saluran pencernaan. *SIMBIOSIS*, 9(2), 115–130. <https://doi.org/10.24843/JSIMBIOSIS.2021.v09.i02.p06>
- Rembulan, G. D., Sunarti, T. C., & Meryandini, A. (2015). Penambahan bakteri asam laktat terenkapsulasi untuk menekan pertumbuhan bakteri patogen pada proses produksi tapioka. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 26(1), 34-43. DOI: 10.6066/jtip.2015.26.1.34
- Retnowati, A., Utari, A. H., Andriani, M. D., Anisatun, H., & Riandi, A. (2018). KIVFA-6: hasil pengujian cemaran mikroba *Listeria monocytogenes* pada susu sapi di wilayah Pulau Jawa kegiatan pengawasan dan monitoring produk pangan tahun 2016–2017. Hemera Zoa.
- Rinto., Ade. D. S., Kusumawati. F. (2012). Aktivitas penghambatan isolat bakteri asam laktat ikan nila dan tongkol terhadap bakteri merugikan produk perikanan. *Jphpi*, 15(2), 94–100.
- Saranraj P, Naidu MA, dan Sivasakthivelan P, 2013. Lactic acid bacteria and its antimicrobial properties: a review. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*; 4(6): 1124-1133.
- 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(3), 85-91. DOI: 10.22146/jtbb.38138
- Sabila, U. U (2024). Pengaruh konsentrasi kadar garam terhadap kualitas pede ikan gabus (*Chana striata*) makanan khas Musi Banyuasin. [Skripsi]. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Sarika, A. R., Lipton, A. P., & Aishwarya, M. S. (2019). Biopreservative efficacy of bacteriocin GP1 of *Lactobacillus rhamnosus* GP1 on stored fish filets. *Frontiers in Nutrition*, 6, 29. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00029>.
- Shavira, A., Cahyadi, A. I., & Windria, S. (2022). Aktivitas antibakteri dari bakteriosin *Lactobacillus Spp.* terhadap bakteri resisten. *Jurnal Sain Veteriner*, 40(1), 60-72. DOI: 10.22146/jsv.67927.

- Siddiqui, A. J., Patel, M., Adnan, M., Jahan, S., Saxena, J., Alshahrani, M. M., ... & Ouhtit, A. (2023). Bacteriocin-nanoconjugates (Bac10307-AgNPs) biosynthesized from *Lactobacillus acidophilus*-derived bacteriocins exhibit enhanced and promising biological activities. *Pharmaceutics*, 15(2), 403.
- Silva, C. C. G., Silva, S. P. M., & Ribeiro, S. C. (2018). Application of bacteriocins and protective cultures in dairy food preservation. *Frontiers in microbiology*, 9, 594. DOI: 10.3389/fmicb.2018.00594.
- Smid, E.J. and L.G.M. Gorris. (2007). Natural antimicrobial for food preservation. In: Rahman, M.S. (Editor). *Handbook of Food Preservation*. 2nd Edition. New York: CRC Press.
- Srionnual, S., Yanagida, F., Lin, L. H., Hsiao, K. N., & Chen, Y. S. (2007). Weissellicin 110, a newly discovered bacteriocin from *Weissella cibaria* 110, isolated from plaasom, a fermented fish product from Thailand. *Applied and environmental microbiology*, 73(7), 2247–2250. DOI: 10.1128/AEM.02484-06
- Sunaryanto, R., & Tarwadi, T. (2015). Isolasi dan karakterisasi bakteriosin yang dihasilkan oleh *Lactobacillus lactis* dari sedimen laut. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 10(1), 11-18. DOI: 10.15578/jpbkp.v10i1.240
- Suskovic, Jagoda., Blazenka Kos, Jasna Beganovic, Andreja Lebos Pavunc, Ksenija Habjanic & Srecko Matosic. (2010). Antimicrobial activity – the most important property of probiotic and starter lactic acid bacteria. *Food Technol. Biotechnol.* 48 (3): 296–307.
- Suwito, Widodo. (2010). Bakteri yang sering mencemari susu: deteksi, patogenesis, epidemiologi, dan cara pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian*. 29(3): 96-100. DOI: 10.21082/jp3.v29n3.2010.p96-100.S
- Todorov, S. D., Popov, I., Weeks, R., & Chikindas, M. L. (2022). Use of bacteriocins and bacteriocinogenic beneficial organisms in food products: benefits, challenges, concerns. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(19), 3145. DOI: 10.3390/foods11193145.
- Toy, T., S., S, Lampus, B., S dan Hutagalung, S., P. (2015). Uji daya hambat ekstrak rumput laut *Gracilaria SP* terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. *Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi. Manado. Jurnal e-GiGi (eG) Vol 3(1)* 153-159.
- Ogunbanwo, S. T., A. I. Sami & A. A. Onilude. (2003). Characterization of bacteriocins produced by *Lactobacillus plantarum* f1 and *Lactobacillus brevis* og1. *Afric. Journal Biotechnol. Vol:2 No. 8:* 210-227
- Wang, X., Li, Y., Zhao, Z., & Zhang, H. (2022). Inhibition activity of Plantaricin Q7 produced by *Lactobacillus plantarum* Q7 against *Listeria monocytogenes* and its biofilm. *Fermentation*, 8(2), 75. <https://doi.org/10.3390/fermentation8020075>
- Wang, Y., Wu, J., Lv, M., Shao, Z., Hungwe, M., Wang, J., Bai, X., Xie, J., Wang, Y., & Geng, W. (2021). Metabolism characteristics of lactic acid bacteria and the expanding applications in food industry. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 9, 612285. DOI: 10.3389/fbioe.2021.612285.
- Webb, L., Ma, L., & Lu, X. (2022). Impact of lactic acid bacteria on the control of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods. *Food Quality and Safety*, 6(2), fyac045. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyac045>
- Widiada, I. G. N. W. (2021). Karakterisasi fenotifik isolat bakteri asam laktat (BAL) dari susu kuda liar bima. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 13(2), 304-309. DOI: 10.34011/juriskesbdg.v13i2.1867.
- Woraprayote, W., Malila, Y., Sorapukdee, S., Swetwiwathana, A., Benjakul, S., & Visessanguan, W. (2016). Bacteriocins from lactic acid bacteria and their

- applications in meat and meat products. *Meat science*, 120, 118–132. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.04.004
- Wu, Q., Ye, Y., Li, F., Zhang, J., and Guo, W. (2016). Prevalence and genetic characterization of *Pseudomonas aeruginosa* in drinking water in Guangdong Province of China. *LWT-Food Sci. Technol.* 26, 57–64. doi: 10.1016/j.cofs.2019.03.006
- Yi, L., Dang, Y., Wu, J., Zhang, L., Liu, X., Liu, B., Zhou, Y., & Lü, X. (2016). Purification and characterization of a novel bacteriocin produced by *Lactobacillus crustorum* MN047 isolated from koumiss from Xinjiang, China. *Journal of Dairy Science*, 99(9), 7002–7015. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11166>
- Yildirim, Z., Bilgin, H., Isleroglu, H., Tokatli, K., Sahingil, D., & Yildirim, M. (2014). Enterocin HZ produced by a wild *Enterococcus faecium* strain isolated from a traditional, starter-free pickled cheese. *Journal of Dairy Research*, 81(2), 164–172. <https://doi.org/10.1017/S0022029914000016>
- Yousef, A.E & Clastrom C. (2003). *Food Microbiology (A Laboratory Manual)*. Wiley-Interscience, John Wiley and Sons, Inc. Ohio State University. USA