

POTENSI BAKTERIOSIN BAKTERI ASAM LAKTAT ASAL KIMCHI SEBAGAI BIOPRSERVASI SUSU SEGAR

SKRIPSI

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



Disusun oleh:

Arina Sofiatul Farda

20106040022

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

PENGESAHAN TUGAS AKHIR



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-1177/Un.02/DST/PP.00.9/06/2025

Tugas Akhir dengan judul : Potensi Bakteriosin Bakteri Asam Laktat asal Kimchi sebagai Biopreservasi Susu Segar
yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ARINA SOFIATUL FARDA
Nomor Induk Mahasiswa : 20106040022
Telah diujikan pada : Kamis, 05 Juni 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

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

Valid ID: 68523a5c00dd7



Penguji I

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

Valid ID: 6851fe48074e9



Penguji II

Agessy Ika Nurlita, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 685224294b115



Yogyakarta, 05 Juni 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 685261cf5b262

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

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 seperfunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Arina Sofiatul Farda
NIM : 20106040022
Judul Skripsi : Potensi Bakteriosin Bakteri Asam Laktat asal Kimchi sebagai Biopreservasi Susu Segar

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, Mei 2025

Pembimbing 1



Dr. Arifah Khesmuryani, S.Si., M.Si.
NIP. 19750515 200003 2 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Arina Sofiatul Farda

NIM : 20106040022

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 dirajuki sumbernya.

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

Yogyakarta, 26 Mei 2025

Yang menyatakan,



Arina Sofiatul Farda
NIM. 20106040022

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Segala nikmat, puji syukur dan kemudahan yang telah diberikan Allah SWT sehingga Penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih banyak kepada seluruh pihak yang terlibat dalam proses penyelesaian skripsi ini. Banyak kesulitan dan kendala yang Penulis alami, namun selesainya tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari doa dan dukungan dari seluruh pihak yang terlibat selama prosesnya. Tugas akhir ini Penulis persembahkan untuk: kedua orang tua tercinta, Ayah Rahmat dan Ibu Durotun Nafisah, kedua adik tersayang, Mazaya Zahrina Zahra dan Rafanda Ayudya Rahmah, serta seluruh keluarga. Terimakasih atas segala doa dan dukungan yang diberikan semoga Allah senantiasa memberikan kemudahan dan kelancaran dalam setiap urusan.



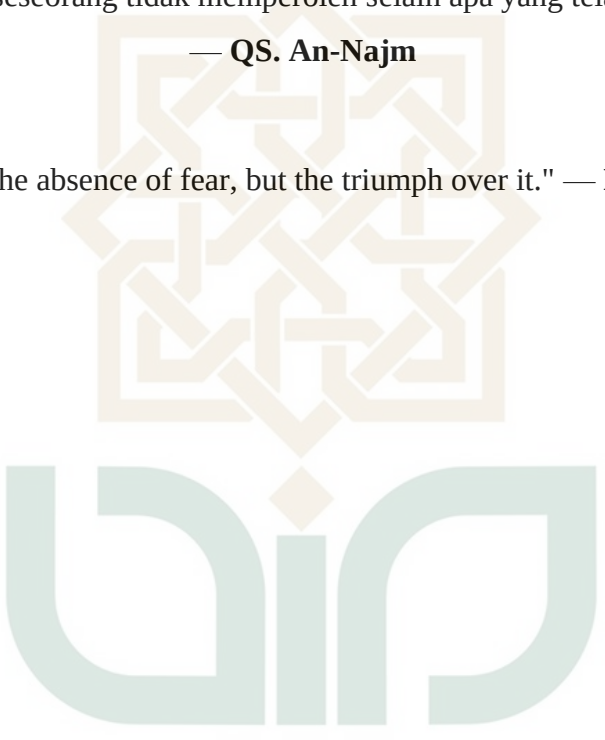
MOTTO

"وَأَنْ لَّيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَىٰ"

(Dan bahwasanya seseorang tidak memperoleh selain apa yang telah diusahakannya.)

— QS. An-Najm

"Courage is not the absence of fear, but the triumph over it." — **Nelson Mandela**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, nikmat, karunia rezeki dan ilmu yang bermanfaat sehingga Penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tidak lupa shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang semoga memberikan syafaatnya di hari akhir nanti.

Tugas akhir yang berjudul “Potensi Bakteriosin Bakteri Asam laktat Asal Kimchi sebagai Biopreservasi Susu Segar” disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Selesaiannya tugas akhir ini, tentu saja tidak lepas dari dukungan moral serta material dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. 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 Negeri Sunan Kalijaga.
3. Ibu Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, arahan, nasehat dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini.
5. Dosen penguji (Ibu Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD. dan Ibu Agessty Ika Nurlita, M.Si.) yang telah memberikan saran-saran dan perbaikan.
6. Ibu Ethik Susiawati Purnomo, S.Si., dan Bapak Dony Eko Saputro, S.Pd.I., selaku PLP serta Bapak dan Ibu Staff Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang banyak membantu Penulis selama proses penelitian.
7. Bapak Ibu Dosen Pengajar Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama perkuliahan.
8. Ayah Rahmat dan Ibu Durotun Nafisah selaku orang tua Penulis yang senantiasa mendampingi, mendoakan, memberikan dukungan, serta memfasilitasi segala kebutuhan Penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

9. Adik-adik tersayang Penulis, Mazaya Zahrina Zahra dan Rafanda Ayudya Rahmah yang telah memberikan semangat dan doa untuk Penulis.
10. Teman-teman dekat Penulis, Riska Dwi Ardani, Tariza Lia Dea Amanda, Nabilla Afira Shaibah, Olan Lusiana, Aldy Rahman Putra Sanjaya, Kirana Hayati, Amanda Novita, Imam Muhlis, dan Alfian Amirur. Terimakasih atas kebersamaannya, dan bantuannya telah menemani Penulis selama masa-masa perjuangan skripsi.
11. Teman-teman KKN 111 Tieng, Wonosobo. Arya Wisnu, Latifah Miftahuljannah, Geizka Medhika, M. Shofiyulloh, Sayyidah Latifah, Afifah Mega, M. Zaid, Alifah Fania, dan Khoirun Nisa atas semangat dan dukungannya sampai saat ini. Terimakasih atas kenangan 45 hari yang sangat menyenangkan semoga tetap selalu menjalin silaturahmi hingga kelak.
12. Teman-teman dan kakak-kakak di Pondok Pesantren Nurul Ummah Putri yang tidak bisa disebutkan satu-persatu. Terimakasih banyak atas waktunya, kebersamaannya, dukungan serta dorongan yang sangat berarti bagi Penulis.
13. Semua teman sejawat Biologi 2020 serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan semangat dalam proses penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.
14. Serta semua pihak yang telah memberi dukungan, bantuan, dan semangat dalam proses penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Sebagai penutup, Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, Penulis dengan senang hati menerima segala saran dan kritik yang membangun sebagai pengembangan penelitian dalam karya tulis ini. Penulis berharap bahwa skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya.

Yogyakarta, 23 Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
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. Kontaminasi <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i> pada Produk Pangan.....	6
B. Bakteri Asam Laktat Penghasil Bakteriosin	7
C. Kimchi sebagai Sumber BAL	9
D. Bakteriosin sebagai Biopreservasi Pangan	10
BAB III METODE PENELITIAN.....	11
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
B. Alat dan Bahan.....	11
C. Prosedur Kerja	11
D. Analisis Data.....	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
A. Hasil Penelitian	15
B. Pembahasan.....	19
BAB V PENUTUP.....	25
A. Kesimpulan	25
B. Saran	25

DAFTAR PUSTAKA.....	26
LAMPIRAN.....	34
CURRICULUM VITAE.....	36



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil pengukuran zona hambat bakteriosin pada perlakuan variasi pH, suhu, dan enzim proteolitik terhadap bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i> inkubasi 24 jam pada suhu 37°C.	16
---	----



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Hasil penapisan aktivitas bakteriosin ditandai dengan terbentuknya zona hambat. (a) Bakteriosin BALK₁₂ + *S. aureus*, (b) Bakteriosin BALK₅ + *S. aureus*, (c) Bakteriosin BALK₁₂ + *E. coli*, (d) Bakteriosin BALK₅ + *E. coli*. 15
- Gambar 2. Sampel ujiantang (challenge test) secara *in vivo* pada susu segar dengan beberapa perlakuan yaitu: *E. coli* + Aquades, *E. coli* + Bakteriosin, *S. aureus* + Aquades, dan *S. aureus* + Bakteriosin. (a) sampel hari ke-0, (b) sampel hari ke-2, (c) sampel hari ke-4, (d) sampel hari ke-6. 17
- Gambar 3. Pertumbuhan *E. coli* dan *S. aureus* selama periode inkubasi 6 hari pada suhu ruang. Huruf yang berbeda disebelah kanan angka menunjukkan nilai berbeda nyata ($p < 0,05$) 17

Potensi Bakteriosin Bakteri Asam Laktat asal Kimchi sebagai Biopreservasi Susu Segar

Arina Sofiatul Farda
20106040022

ABSTRAK

Bakteriosin merupakan senyawa protein yang disintesis oleh Bakteri Asam Laktat (BAL). Bakteriosin memiliki efek antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Pada penelitian ini dilakukan pengujian potensi bakteriosin bakteri asam laktat (BAL) asal kimchi sebagai biopreservasi susu segar. Pengujian dilakukan pada dua bakteriosin dari isolat BALK₅ dan BALK₁₂ terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dan *Escherichia coli* ATCC 25922. Diperoleh satu bakteriosin unggul yaitu dari BALK₁₂ yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji, stabil pada pH asam hingga netral, dapat diproduksi secara optimum pada suhu 35°C, serta tidak ada pertumbuhan pada penambahan enzim tripsin. Hasil uji tantang (*challenge test*) menunjukkan perubahan aroma dan tekstur sebagai indikator awal cemaran bakteri uji pada setiap perlakuan dan kontrol mulai hari ke-4 masa penyimpanan dalam suhu ruang. Tanpa penambahan bakteriosin, angka pertumbuhan bakteri uji meningkat secara signifikan dibandingkan dengan penambahan bakteriosin. Bakteriosin berpotensi sebagai biopreservasi pangan yang aman namun perlu dikaji kembali untuk mengetahui dosis yang tepat agar sesuai dengan standar Baku Mutu berdasarkan SNI.

Kata kunci: Bakteriosin, BAL, Biopreservasi, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Potential of Lactic Acid Bacteriocin from Kimchi as Biopreservation of Fresh Milk

Arina Sofiatul Farda
20106040022

ABSTRACT

Bacteriocins are protein compounds synthesized by lactic acid bacteria (LAB). Bacteriocins have antimicrobial effects that can inhibit the growth of pathogens. This study tested the potential of lactic acid bacteria (LAB) bacteriocins from kimchi as biopreservation of fresh milk. Two bacteriocins from isolates BALK5 and BALK12 were tested against the growth of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 and *Escherichia coli* ATCC 25922. One superior bacteriocin was obtained from BALK12 which was able to inhibit the growth of test bacteria, was stable at acidic to neutral pH, could be produced optimally at 35°C, and there was no growth in the addition of trypsin enzyme. The results of the challenge test showed changes in aroma and texture as an early indicator of test bacterial contamination in each treatment and control starting from the 4th day of storage at room temperature. Without the addition of bacteriocin, the growth rate of test bacteria increased significantly compared to the addition of bacteriocin. Bacteriocin has the potential as a safe food biopreservation but needs to be reviewed to determine the right dose to comply with the Quality Standard based on SNI.

Keywords: Bacteriocins, LAB, Biopreservation, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Susu merupakan salah satu bahan pangan yang memiliki nilai gizi tinggi dengan komposisi gizi yang sangat baik (Nurliana *et al.*, 2009) serta mengandung kalsium, fosfor, dan vitamin (Wibowo, 2002). Komposisi gizi susu yang sangat lengkap yaitu protein, karbohidrat, lemak, dan mineral membuat susu menjadi salah satu bahan pangan yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat (Harpini, 2008). Komposisi susu terdiri dari 87 % air; 3 % protein; 3-4 % lemak; 4-5 % laktosa; 0,8 % mineral; dan 0,1 % vitamin (Padaga & Aulanni'am, 2017). Kandungan nutrisi tinggi pada susu menyebabkan mikroorganisme mudah tumbuh, sehingga susu lebih cepat mengalami pembusukan. Banyak terjadi kasus keracunan setelah mengonsumsi susu di Indonesia yang telah dilaporkan oleh berbagai media, menurut Badan Pemeriksaan Obat dan Makanan (BPOM, 2009) kasus keracunan susu tersebut disebabkan oleh kontaminasi bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Menurut Jayaro *et al* (2006), beberapa bakteri seperti *Listeria monocytogenes*, *Camphylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella* sp. juga diketahui sebagai bakteri yang berpotensi menjadi kontaminan susu. Maka dari itu, cemaran bakteri pada susu merupakan hal yang harus menjadi perhatian besar.

Masa simpan susu bervariasi tergantung jenis susu. Susu segar mampu bertahan selama 1-2 hari pada suhu ruang tanpa pengawetan dan 3 hari pada suhu dingin, susu pasteurisasi bertahan selama 1 minggu pada suhu dingin, sedangkan susu UHT dapat bertahan hingga 6 bulan pada suhu ruang (Man & Jones, 2000). Perbedaan susu UHT dan pasteurisasi terletak pada proses pengolahannya. Susu UHT diolah dengan pemanasan pada suhu 138-145°C selama 2-10 detik sehingga diperoleh susu yang steril dan tidak memerlukan penyimpanan dalam lemari es selama distribusi, maka dari itu susu UHT memiliki masa simpan yang lebih panjang (Rosenberg, 2022). Sedangkan susu pasteurisasi dilakukan dengan pemanasan pada suhu 72-75°C selama 15-20 detik yang memungkinkan sebagian besar mikroorganisme dalam susu mati namun tidak membuat susu menjadi steril dan memerlukan penyimpanan pada lemari es dengan suhu $\leq 4^{\circ}\text{C}$ selama distribusi dan

penyimpanan (Barraquio, 2014) Rendahnya masa simpan susu segar menjadi perhatian khusus sehingga perlu dilakukan pengawetan dengan menambahkan senyawa antimikroorganisme, pemanasan, dan penyimpanan pada suhu di bawah 8°C (Kilcast & Subramaniam, 2011). Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) No. 3141.1 tahun 2011 menetapkan cemaran mikroorganisme pada susu segar mempunyai batas maksimum cemaran *Staphylococcus aureus* 1×10^2 CFU/mL dan *Enterobacteriaceae* 1×10^3 CFU/mL dengan *Total Plate Count* (TPC) maksimal 1×10^6 CFU/mL. *Colony Form Units* (CFU) menunjukkan jumlah koloni yang tumbuh tiap gram atau mililiter sampel yang di hitung dari cawan petri, faktor pengenceran, dan volume yang digunakan (Soestyaningsih & Azizah, 2020). Berdasarkan uraian tersebut, cemaran pada susu segar menjadi hal yang perlu dikontrol.

Pengawetan dengan menambahkan senyawa kimia saat ini mulai dihindari karena dapat menyebabkan toksisitas serta dampak negatif pada tubuh, sedangkan proses pemanasan dengan suhu tinggi dapat menyebabkan penurunan kandungan gizi pada susu. Oleh karena itu, perlu dicari agensia biopreservasi alternatif yang aman dan terhindar dari toksin salah satunya yaitu bakteriosin. Penambahan bakteriosin pada makanan berpotensi mengurangi dampak negatif dari pengawetan secara kimia dan fisik (Grumezescu & Holban, 2019).

Bakteriosin merupakan kelompok protein yang disintesis oleh Bakteri Asam Laktat (BAL). Bakteri Asam Laktat juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan spektrum luas, yaitu menghambat bakteri dari golongan Gram positif dan Gram negatif, (Chi & Holo, 2018; Goyal *et al.*, 2018), tumbuh pada suhu 5°C - 45°C serta pH 3,5 – 10,0, dengan pH optimum 5,5 – 6,5 (Abdel *et al.*, 2013; Nousiainen *et al.*, 2004). Bakteriosin BAL memiliki banyak sifat antara lain memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain, stabil terhadap suhu panas, dan diproduksi oleh berbagai bakteri berupa bakteri Gram positif maupun Gram negatif (Savadojo *et al.*, 2006). Sifat lainnya yaitu mudah terdegradasi oleh enzim proteolitik dalam pencernaan manusia dan hewan seperti kompleks tripsin, kimotripsin, dan pankreatin (Patrovsky *et al.* 2016). Menurut Egan *et al.*, (2016) bakteriosin tidak berdampak negatif terhadap mikrobiota usus,

bersifat termotabil, tidak toksik, serta tidak menimbulkan perubahan bau maupun rasa pada produk pangan.

Bakteriosin telah banyak dimanfaatkan sebagai pengawet alami atau agen biopreservatif pada berbagai macam produk pangan (De vuyst & Leroy, 2007; Perez *et al.*, 2014), antara lain ikan, daging, susu, salad, minuman beralkohol, dan sayuran fermentasi (O'Sullivan *et al.*, 2003; Ramu *et al.*, 2015). Bakteriosin merupakan peptida atau senyawa protein ekstraseluler yang didalamnya memiliki aktivitas bakterisidal, sehingga mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Abdullah, 2014). Hasil penelitian Pei *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa bakteriosin nisin dapat menghambat pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* CICC 6241, *Leuconostoc mesenteroides* CICC 9008, dan *Oenococcus oeni* CICC 6066 dengan angka kematian berturut-turut sebesar 90,11%; 85,37%; dan 87,25%.

Bakteriosin dihasilkan dari Bakteri Asam Laktat (BAL) yang terkandung dalam makanan fermentasi, salah satu makanan fermentasi yang kaya akan BAL adalah kimchi. Kimchi merupakan makanan tradisional Korea yang terbuat dari sayuran dan rempah-rempah yang difermentasi oleh berbagai mikroorganisme seperti *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Enterococcus* dan *Pediococcus* (Han *et al.*, 1990; Taman *et al.*, 2003). Penelitian yang dilakukan oleh Choi *et al.*, (2018) dan Yolanda *et al.*, (2017) menemukan adanya genus *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, dan *Weissella* dalam fermentasi kimchi yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella enteritidis*. Kimchi menjadi salah satu produk pangan fungsional karena di dalamnya mengandung BAL yang bersifat probiotik bagi kesehatan usus, produksi vitamin, membantu penyerapan makanan, dan mencegah pertumbuhan bakteri patogen (Adib, 2015). *Escherichia coli* merupakan bakteri patogen penyebab infeksi saluran pencernaan yang dapat terjadi akibat keracunan makanan (Rahmawati *et al.*, 2014). Selain *E. coli*, bakteri patogen lain yang dapat menjadi cemaran pada makanan yaitu *Staphylococcus aureus* (Swarbrick, 2004).

Penelitian yang dilakukan oleh Saputri (2023) berhasil mengisolasi dua belas isolat BAL asal kimchi. Berdasarkan penelitian tersebut, dipilih dua isolat unggul dengan zona hambat tertinggi yaitu BALK₅ dan BALK₁₂ yang memiliki rata-rata diameter zona hambat

berturut-turut sebesar 4,35 mm dan 3,52 mm yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Listeria monocytogenes* pada uji antagonis. Hasil ujiantang BALK₅ dan BALK₁₂ secara *in vivo* pada daging ayam yang terkontaminasi *L. monocytogenes* juga menunjukkan penghambatan BAL terbaik terhadap pertumbuhan bakteri uji. Setelah dilakukan identifikasi tingkat genus menggunakan metode *profile matching*, dua isolat unggul BALK₅ dan BALK₁₂ diidentifikasi sebagai genus *Lactobacillus* karena memiliki karakter yang mirip dengan anggota genus *Lactobacillus* sp. meliputi sifat Gram positif, bentuk sel batang berantai dan tidak menghasilkan endospora. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, Peneliti memilih menggunakan isolat BAL asal kimchi yaitu BALK₅ dan BALK₁₂ sebagai sumber bakteriosin karena memiliki potensi besar sebagai biopreservasi pangan.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Abubakar & Arpah (2015) mengenai aktivitas bakteriosin dari tiga genus *Lactobacillus* sp. terhadap *E. coli* dan *S. aureus* menunjukkan hasil dengan rata-rata diameter zona hambat berturut-turut sebesar 9,0 mm dan 10,0 mm. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Hariani (2013) menunjukkan aktivitas penghambatan *L. plantarum* terhadap *S. aureus* sebesar 5,33 mm dan *E. coli* sebesar 4 mm. Beberapa penelitian di atas, menunjukkan bahwa bakteriosin BAL memiliki potensi tinggi sebagai anti bakteri pada makanan maupun minuman. Dengan demikian, pemanfaatan BAL yang berasal dari kimchi berpotensi sebagai biopreservasi pangan khususnya pada susu segar terhadap kontaminasi bakteri patogen *E. coli* dan *S. aureus*. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai potensi BAL asal kimchi sebagai agen biopreservasi dan diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif untuk memperpanjang masa simpan susu segar yang aman.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil penapisan aktivitas bakteriosin asal bakteri asam laktat BALK₅ dan BALK₁₂ terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*?
2. Bagaimana hasil uji stabilitas aktivitas bakteriosin terpilih pada perlakuan variasi pH, suhu, dan enzim proteolitik?
3. Bagaimana hasil uji tantang (*challenge test*) bakteriosin terpilih pada susu segar secara *in vivo*?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hasil penapisan aktivitas bakteriosin asal bakteri asam laktat BALK₅ dan BALK₁₂ terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.
2. Mengetahui hasil uji stabilitas aktivitas bakteriosin terpilih pada perlakuan variasi pH, suhu, dan enzim proteolitik.
3. Mengetahui hasil uji tantang (*challenge test*) bakteriosin terpilih pada susu segar secara in vivo.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi ilmiah terkait potensi bakteriosin asal Bakteri Asam Laktat sebagai alternatif biopreservasi susu segar terhadap kontaminasi *E. coli* dan *S. aureus* yang diharapkan dapat memperpanjang masa simpan susu lebih lama dan aman.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Bakteriosin dari BALK₁₂ menunjukkan kemampuan menghambat pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli* lebih besar daripada bakteriosin dari isolat BALK₅.
2. Aktivitas bakteriosin asal BALK₁₂ stabil pada pH 2 hingga pH 6, suhu optimum pertumbuhan BALK₁₂ yaitu 35°C sehingga meningkatkan produksi bakteriosin, serta aktivitas bakteriosin menghilang setelah penambahan enzim tripsin.
3. Bakteriosin dari BALK₁₂ terbukti mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli* pada ujiantang (*challenge test*) secara *in vivo* pada susu segar.

B. Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai kualitas organoleptik dan mutu pada susu segar yang diberi perlakuan biopreservatif bakteriosin.
2. Diperlukan pengembangan/penelitian terkait variasi perlakuan atau uji pada produk pangan dengan penambahan bakteriosin.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel, A. A., Fedel, E. L., Seed, A. M., & Salih, A. M. 2013. Growth performance and rumen fermentation of lambs fed untreated or urea-treated groundnut hull with different protein sources. *Journal of Animal Production Advances*, 3(3), 86–96.
- Abdulla AA. 2014. Antimicrobial activity of *Lactobacillus acidophilus* that carry the bacteriocin gene. *Microbiol Appl Sci*. 11(6): 269-276.
- Abubakar & Arpah M, 2015. Pengaruh Suhu Produksi Terhadap Aktivitas Ekstrak Kasar Bakteriosin dari Berbagai Galur *Lactobacillus sp.* dalam Menghambat *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Buletin Peternakan*, 30 (3): 189-198.
- Adib A. 2015. Fungsi Probiotik dalam Saluran Cerna dan Kesehatan. Binus University. [Online] Available at: <http://foodtech.binus.ac.id/2015/07/08/fungsi-probiotikdalam-saluran-cerna-dan-kesehatan/> [Accessed 10 Aug. 2024]
- Ahmad, V., Khan, M. S., Jamal, Q. M. S., Alzohairy, M. A., Al Karaawi, M. A., & Siddiqui, M. U. 2017. Antimicrobial potential of bacteriocins: in therapy, agriculture and food preservation. *International journal of antimicrobial agents*, 49(1), 1-11.
- Anna Lidiyawati, dkk. 2020. Aplikasi Dekok Daun Kemangi (*Ocimum basilicum L*) Sebagai Bahan Aktif Untuk Mencegah Kejadian Mastitis Subklinis Pada Sapi Perah. *Journal of Tropical Animal Produstion*. Vol 21:253-258.
- Arief I.I., Jakaria, S.T., Wulandari, Z. dan Andreas, E. 2013. Isolation and characterization of plantaricin produced by *Lactobacillus plantarum* Strain (IIA/1A5, IIA/1B1, IIA/2B2). *Media Peternakan*. 36: 91-100.
- Badan Pengawasan Obat Dan Makanan. 2009. Penetapan Batas Maksimum Cemaran Mikroba Dan Kimia Dalam Makanan. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.00.06.1.52.4011. Jakarta.
- BPOM. 2009. Laporan Pemeriksaan Kasus Keracunan Susu di Sekolah Dasar (SD) Cipayung, Jakarta Timur dan Kecamatan Sindangkarta, Kab. Bandung. Jakarta: BPOM.
- Badan Standarisasi Nasional. 1998. Susu segar. SNI 01-3141-1998. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 3141.1-2011. Syarat Mutu Susu Segar. Jakarta.
- Barraquio, V. L. 2014. Which Milk is Fresh? *International Journal of Dairy Science & Processing*, 1–6.
- Beltrán-Barrientos LM, Hernandez A, Mendoza M, Torres-Llanaez M. 2016. Invited review: Fermented milk as antihypertensive functional food. *Journal of Dairy Science* 99: 4099– 4110.
- Cheigh, C. I., & Lampert, M. F. 2002. Influence of cultivation temperature on bacteriocin production by *Lactococcus lactis subsp. lactis* A164 (nisin-like bacteriocin). *Applied and Environmental Microbiology*, 68(9), 4465–4471.
- Chi, H., dan Holo, H. 2018. Aktivitas Antimikroorganisme Sinergis Antar Bakteriosin Spektrum Luas Garvicin KS dan Nisin, Farnesol dan Polimiksin B Terhadap Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif. *Curt. Microbiol*. 75 272.

- Choi, A.R., Jayanta. K.P., Wang. J.K., & Seok.S.K. 2018. Antagonistic activities and probiotic potential of lactic acid bacteria derived from a plant-based fermented food. *Frontiers in Microbiology*, 9(August), 1–12.
- Chotiah, S. 2020. Beberapa bakteri patogen yang mungkin dapat ditemukan pada susu sapi dan pencegahannya. *Prosiding Semiloka Nasional Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas*, halaman 266–267. Bogor: Balai Besar Penelitian Veteriner.
- Cotter, P. D., Hill, C., & Ross, R. P. 2013. Bacteriocins: developing innate immunity for food. *Nature Reviews Microbiology*, 3(10), 777-788
- Cutting, S. M. 2011. Bacillus probiotics. *Food Microbiology*, 28, 214–220.
- Cut Y., Yulia S. I., Irma D., Cut N. D. 2023. Aktivitas Bakteriosin Bakteri Asam Laktat (Bk-01) dalam Menghambat *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/bioleuser> (diakses pada 8 juli 2024)
- Darna, Masnur T. dan Rahmawati. 2018. Identifikasi Bakteri Anggota *Enterobacteriaceae* pada Makanan Tradisional Sotong Pangkong. *Jurnal Laboran Medika*. 2(2): 6-12.
- De Vuyst, L., Moreno, M. F., & Revets, H. 2003. Screening for enterocins and detection of hemolysin and vancomycin resistance in enterococci of different origins. *International journal of food microbiology*, 84(3), 299-318.
- De Vuyst, L., & Leroy, F. 2007. Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*, 13, 194–199.
- Diez-González, S., & Nolan, S. 2007. N-heterocyclic carbene–copper(I) complexes in homogeneous catalysis. *Synlett*, (14), 2158–2167.
- Dougkas, A., Reynolds, C. K., Givens, D. I., Elwood, P. C., et al. 2011. Associations between dairy consumption and body weight: a review of the evidence and underlying mechanisms. *Nutrition Research Reviews*, 24(1), 72–95.
- Effendy, M. H. & Lusiastuti, A. M., 2004. Perbedaan komponen protein permukaan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis* penyebab bovine mastitis. *Universitas Airlangga* (Unpublished thesis).
- Egan, K., Field, D., Rea, M. C., Ross, R. P., Hill, C., & Cotter, P. D. 2016. Bacteriocins: novel solutions to age old spore-related problems?. *Frontiers in microbiology*, 7, 461.
- Emelia, Afghani J., Harlia. 2020. Aktivitas Antibakteri Fraksi Metanol dan Fraksi Kloroform Kayu Gaharu Buaya (*Aetoxylon sympetalum*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 8(3): 72-77.
- Emmawati A, Laksmi B, Nuraida L. 2015. Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolates from Mandai Function as Probiotic. *Jurnal Agritech* 35: 146.
- Endah K., Tania Y., Rini N., Fadilla S., & Periskila P. D. K. K. 2020. Characterization of a bacteriocin as biopreservative synthesized by indigenous lactic acid bacteria from dadih soya traditional product used in West Sumatra, Indonesia. 21(9): 4192-4198.
- Fatimah M. P., Megantara I., Anggeani T. T. K. 2020. Utilization Of Bacteriocin From Fermented Products As Antibacterial Against *Staphylococcus aureus*: Literature Review. 9(5): 835-848.
- Field D, Ross RP, Hill C. 2018. Mengembangkan bakteriosin asam laktat bakteri menjadi biopreservatif generasi berikutnya. *Curr Opin Ilmu Makanan* 20: 1-6.

- Goyal, C., Malik, R. K., dan Pradhan, D. 2018. Pemurnian dan Karakterisa Bakteriosin Spektrum Luas yang Diproduksi oleh Strain *Lactococcus lack* yang Diisolasi dari Produk Susu India. *J. Ilmu Pangan Teknol* 5 3683 – 3602.
- Grumezescu, A dan Holban, A. M. 2019. Preservatives and Preservation Approaches in Beverages. *Woodhead Publishing Limited*, UK.
- Hairunnisa, R. S. 2019. Identifikasi bakteri asam laktat penghasil bakteriosin dari makanan botok ikan tongkol (*Euthynnus affinis* C) khas Kalimantan Barat yang memiliki aktivitas terhadap bakteri pathogen
- Han, J. S., He, C., & 1990. Influence of microinjection of dynorphin antibody into periaqueductal gray (PAG) on analgesia induced by electroacupuncture of different frequencies in rats. *Zhen Ci Yan Jiu*, 15(2), 97–103.
- Hariani L. 2013. Produksi bakteriosin oleh *Lactobacillus plantarum* DJ3 dan aplikasinya sebagai pengawet daging. *El-Hayah* 4(1): 17-25.
- Harpini B. 2008. Upaya menyongsong industri pengolahan dan pemasaran susu pada peternakan rakyat. *Dalam: Prosiding Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas 2020*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan bekerja sama dengan Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Keuangan dan Perbankan Indonesia”. Jakarta.
- Hatta T, Tanaka R, Ohmomo S. 2010. Isolation and characterization of plantaricin ASM1: A new bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum* A-1. *Elviser*, 94- 99.
- Hayati, L. N., Tyasningsih, W., Praja, R. N., Chusniati, S., Yunita, M. N., & Wibawati, P. A. 2019. Isolation and Identification of *Staphylococcus aureus* in Dairy Milk of the Etawah Crossbred Goat with Subclinical Mastitis in Kalipuro Village, *Banyuwangi. Jurnal Medik Veteriner*, 2(2), 76–82
- Ismail, Y. S., Yulvizar, C., & Putriani. 2017. Isolasi, karakterisasi dan uji aktivitas antimikroba bakteri asam laktat dari fermentasi biji kakao (*Theobroma cacao* L.). *Bioleuser*, 1(2), 45–53.
- Isnaeny, F.Y. 2009. Total Bakteri dan Bakteri Coliform Pada Susu Segar dan Susu Pasteurisasi Hasil Peternakan Sapi Perah. [Skripsi]. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Jawetz, E, Melnick, J.L & Adelberg, E.A. 2005. Mikrobiologi Kedokteran. Jakarta: *Salemba Medika*.
- Jayarao, B.M., S.C. Donaldson, B.A. Straley, A.A. Sawant, N.V. Hegde, and J.L. Brown. 2006. A survey of foodborne pathogens in bulk tank milk and raw milk consumption among farm families in Pennsylvania. *J. Dairy Sci.* (89): 2451–2458.
- Jiang, H., Zou, J., Cheng, H., Fang, J., & Huang, G. 2017. Purification, characterization, and mode of action of pentocin JL1, a novel bacteriocin isolated from *Lactobacillus pentosus*, against drug resistant *Staphylococcus aureus*. *BioMed research international*, 2017.
- Jones, R. J., Hussein, H. M., & Rios, J. 2002. The properties of bacteriocins obtained under different conditions of growth from *Bacillus pumilus*. *Journal of Food Research*, 5(2), 95–102.
- Kandou FE dan Pandiangan D, 2018. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Tumbuhan Paku Diantum capillus veneris dan Asplenium nidus Terhadap Bakteri Gram Negatif *Escherichia coli* dengan Metode Difusi Agar. *JURNAL MIPA UNSRAT ONLINE*, 7 (1): 25-28.
- Karimela, E.J., Frans, G.I. dan Henny A.D. 2017. Karakteristik *Staphylococcus aureus* Yang Di Isolasi Dari Ikan Asap Pinekuhe Hasil Olahan Tradisional Kabupaten Sangihe. *JPHPI*. 20(1): 188-198.

- Kilcast, D dan Subramaniam, P. 2011. Food and Beverage Stability and Shelf Life. *Woodhead Publishing Limited, UK*.
- Kumar, M., et al. 2020. Isolation of Novel Probiotic *Lactobacillus* and *Enterococcus* Strains from Healthy Human Individuals. *Frontiers in Microbiology*, 11, 597946.
- Lee, C. S., Kim, M., Lee, C., Yu, Z., & Lee, J. 2016. The microbiota of recreational freshwaters and the implications for environmental and public health. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1826.
- Lee, J. S., Lee K. C., Ahn, J. S., Mheen, T. I., Pyun Y. R., dan Park, Y. H. 2008. *Weissella koreensis* Sp. Nov., Isolated From Kimchi. *Korea Research. Institute Of Bioscience And Biotechnology*. 52(4):1257-61
- Leroy, F., & De Vuyst, L. 2004. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology*, 15(2), 67- 78.
- Lianou, A., Ourania. R., Evgenia. S., & George. J. E. N. 2021. Growth of *Listeria monocytogenes* in partially cooked battered chicken nuggets as a function of storage temperature. *Foods*, 10(3), 1–14.
- Man, C. M. D dan Jones, A. A. 2000. ShelfLife Evaluation of Food 2nd edition. *Aspen Publisher, Inc. Gaithersburg, Maryland*
- Martins, I. M., Cortes, J. C. G., Munoz, J., Moreno, B., Ramos, M., Clemente, J. A., Duran, A., dan Ribas, J.C. 2011. Differential Activities Of Three Families Of Specific β (1,3) Glucan Synthase Inhibitors in Wild-type and Resistant Strains of Fission Yeast. *The Journal of Biological Chemistry*, 286(5): 3484-3496.
- Mastuti, S. 2022. Potensi Bakteriosin pada Bakteri Asam Laktat terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*.
- Mayliani, F., Kusharyati, D. F., & Ryandini, D. 2022. Karakterisasi dan Optimasi Aktivitas Bakteriosin Isolat Bakteri Asam Laktat LG-90 Asal Sedimen Mangrove Pantai Logending. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 4(1), 53–60.
- Meiyasa, F. 2020. Potensi *Lactobacillus* dalam Mencegah *Listeria monocytogenes*. *Media Gizi Pangan*, 27(1), 38–52.
- Mesi N., Rikhsan K., Rahmawati. 2023. Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Rebung Bambu Apus (*Gigantochloa apus*) yang Difermentasi. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/LifeSci> (diakses pada 20 juli 2024).
- Mohanty, D., & Ray, P. 2016. Antimicrobial properties of probiotic *Lactobacillus casei* (DM 60) against selected pathogens. *International Journal of Science, Environment, and Technology*, 5(3): 1426-1428
- Mojgani, N. and C. Amirnia. 2007. Kinetics of Growth and bacteriocin production in *L. casei* RN 78 isolated from a dairy sample in IR Iran. *International journal of Dairy science* 2(1): 1-12
- Mokoena, M. P. 2017. Bakteri Asam Laktat dan Bakteriosinnya: Klasifikasi, Biosintesis dan Aplikasi Terhadap Uropatogen: Sebuah Tinjauan Mini. *Molekul* 22, 1255.
- Narimo, Rafika S., Pratiwi A. 2013. Antibacterial Activity Test Of Bacteriocin From *Lactobacillus Brevis*, *Lactobacillus Casei* And *Lactobacillus Plantarum* Against Gram Positive Pathogenic Bacteria. Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran *Universitas Tanjungpura*.
- Naufal A., Kusdiyantini E., Raharjo B. 2017. Identifikasi Jenis Pigmen Dan Uji Potensi Antioksidan Ekstrak Pigmen Bakteri *Serratia marcescens* Hasil Isolasi Dari Sedimen Sumber Air Panas Gedong Songo. Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro. *Bioma Vol. 19, No. 2, Hal. 95-103*.

- Nousiainen, Juha, Shingfield, K., & Huhtanen, P. (2004). *Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. Journal of Dairy Science*, 87(2), 386–398.
- Nuraida, L. 2014. The Choice of Natural Preservatives. *Food review Indonesia*. 9:
- Nurhidayati, I.S. dan E. Martindah. 2015. Pengendalian Mastitis Subklinis melalui Pemberian Antibiotik Saat Periode Kering pada Sapi Perah. *Jurnal WARTAZOA*. 25(2): 65-74.
- Nur Khikmah. 2015. Uji Antibakteri Susu Fermentasi Komersial Pada Bakteri Patogen. *Jurnal Penelitian Saintek*, Vol. 20. *Akademi Analis Kesehatan Manggala Yogyakarta*.
- Nurliana, S., Sudarwanto, M., Sudirman, L. I., & Sanjaya, A. W. 2009. Prospek makanan tradisional Aceh sebagai makanan kesehatan: deteksi awal aktivitas antimikrob minyak pliek u dan ekstrak kasar dari pliek u. *Forum Pascasarjana*, 32(January), 1–10.
- Nygren BI, Schilling KA, Blanton EM, Silk BJ, Cole DJ, Mintz ED. 2012. Foodborne Outbreaks Of *Shigellosis* in the USA. Dalam: *Epidemiology And Infection*. New York, 141(2): 233–241.
- Ogunbanwo, S.T., Sanni, A.I. & Onilude, A.A. 2003. Characterization of bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum* F1 and *Lactobacillus brevis* OG1. *African Journal of Biotechnology*. 2(8): 219–227.
- Okfrianti Y., Darwis, Pravita A. 2018. Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* C410LI dan *Lactobacillus rossiae* LS6 yang Diisolasi dari Lemea Rejang terhadap Suhu, pH dan Garam Empedu Berpotensi sebagai Prebiotik. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kesehatan* Vol 6, No 1.
- Öncül, N., & Yıldırım, Z. 2019. Inhibitory effect of bacteriocins against *Escherichia coli* O157:H7. *Food Science and Technology International*, 25(6), 504–514.
- O'Sullivan, L., Ryan, M. P., Ross, R. P., & Hill, C. 2003. Generation of food-grade lactococcal starters which produce the *Lantibiotics* lacticin 3147 and lacticin 481. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(6), 3681–3685.
- Padaga, M. C dan Aulanni'am. 2017. Susu Sebagai Nutrasetika untuk Penyakit Gangguan Metabolik. *UB Press, Malang*.
- Park, K. Y & Ji. K. J. 2016. Kimchi (Korean Fermented Vegetables) as a Probiotic Food. In *Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics: Bioactive Foods in Health Promotion*. *Elsevier Inc*.
- Patra, J.K., Das, G., Paramithiotis, S., Kimchi, Han-Seung Shin. 2016. Kimchi and Other Widely Consumed Traditional Fermented Foods of Korea: A Review. *Front Microbiol*. 7.
- Patrovsky M, Kourimska L, Havlikova S, Markova J, Pechar R, Rada V. 2016. Utilization of bacteriocin-producing bacteria in dairy products. *Mljekarstvo* 66(3): 215-224.
- Perez, R. H., Zendo, T., & Sonomoto, K. 2014. Novel bacteriocins from lactic acid bacteria (LAB): various structures and applications. *Microbial cell factories*, 13(1), 1-13.
- Pei, Y., Bai, Y., Li, D., Wang, C., Xu, N., & Hu, Y. 2016. Screening and characterization of ethanol-tolerant and thermotolerant acetic acid bacteria from Chinese vinegar Pei. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32:14.
- Purnomo, Y., 2005. Optimasi Penambahan Crude Papain dan Suhu Inkubasi pada Proses Pembuatan virgin coconut oil (VCO). Jurusan Teknologi Pangan. *UPV "Veteran" Jawa Timur*.

- Rahmawati N, Sudjarwo E, Widodo E. 2014. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Herbal Terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu Peternakan* 24 (3): 2431.
- Rahmawita, R., Putri, DH., Advinda, L. 2018. Kualitas Jajanan Anak Sekolah Dasar Secara Mikrobiologi di Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat. *Biomedika*. Vol 10. No 2. Hal 102-106
- Ramesh C, Ray DM. 2015. Food Biology Series. 108–109. *CRC Press*, Boca Raton, Florida.
- Ramu, R., Shirahatti, P. S., Devi, A. T., Prasad, A., Kumuda, J., Lochana, M. S., & Prasad, N. 2015. Bacteriocins and their applications in food preservation. *Critical reviews in food science and nutrition*.
- Rea, M. C., Ross, R. P., Cotter, P. D., & Hill, C. 2011. Classification of bacteriocins from Gram-positive bacteria. *Dalam D. Drider & S. Rebuffat (Eds.), Prokaryotic Antimicrobial Peptides: From Genes to Applications. Springer* (hal. 29–53).
- Rosenberg, M. 2022. UHT Sterilized Milks. *In Encyclopedia of Dairy Sciences* (pp. 477–488). Elsevier.
- Saimah, S., Sudarwanto, M. B., & Latif, H. 2016. Dekontaminasi Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada Sarang Burung Walet dengan Perlakuan Pemanasan. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 10(2), 143–147.
- Singh, A. K., Rehal, J., Kaur, A., & Jyot, G. 2015. Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(11), 1575–1589.
- Sankar NR, Priyanka VD, Reddy PS, Rajanikanth P, Kumar VK, Indira M. 2012. Purification and characterization of bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum* isolated from cow milk. *International Journal of Microbiology Research*, 3 (2), 133-137.
- Saputri, R. E. 2023. Potensi Isolat Bakteri Asam Laktat Dari Kimchi Sebagai Biopreservasi Daging Ayam Terhadap Kontaminasi *L. monocytogenes*. [Skripsi]. Biologi: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Sari, R., Apridamayanti, P., Octaciani, M. 2018. Optimization of Bacteriocin Activity Produced by *Lactobacillus plantarum* Bacteria from Ce Hun Tiau Beverages. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 5(1), 1-6.
- Savadogo, P., Sawadogo, L., & Tigabu, M. 2006. Effects of grazing intensity and prescribed fire on soil physical and hydrological properties and pasture yield in the savanna woodlands of Burkina Faso. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118, 80–92
- Septiani, Dwi EN, & Wijayanti I, 2017. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Lamun (*Cymodocea rotundata*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Journal of Fisheries Science and technology* (IJFST), 13 (1): 1-6.
- Shah, S, Trivedi, B, Patel, J, Dave, JH, Sathvara N & Shah, V, 2014, 'Evaluation and Comparison of Antimicrobial Activity of Tulsi (*Ocimum sanctum*), Neem (*Azadirachta indica*) and Triphala Extract Against *Streptococcus mutans* & *Lactobacillus acidophilus*: An In Vitro Study', *National Journal of Integrated Research in Medicine*, vol. 5, no. 4, hal. 17-21.
- Sifour M, Tayeb I, Haddar HO, Namous H, Aissaoui. 2012. Production and characterization of bacteriocin of *Lactobacillus plantarum* F12 with inhibitory Activity Against *Listeria monocytogenes*. *TOJSAT*, 2(1), 55-61.
- Soestyaningsih, E. dan Azizah. 2020. Akurasi Perhitungan Bakteri pada Daging Sapi Menggunakan Metode Hitung Cawan. *Jurnal Berkala Sainstek*, 8(3), 75-79.
- Sumual AM, Fatimawali, & Tallei TE, 2019. Uji Antibakteri dari Bakteri Asam Laktat Hasil Fermentasi Selada Romain (*Lactuca sativa* var. *longifolia* Lam.). *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT*, 8 (2): 2302-2493.

- Supardi dan Sukamto. 1999. Mikrobiologi, Pengolahan dan Keamanan Pangan. Jakarta: Alumni.
- Song, E. Lin. A., Hye. W. L., Myung. S. K., You. J. K., Daija. J., & Myeong. S. L. 2023. Effects of kimchi on human health: a scoping review of randomized controlled trials. *Journal of Ethnic Foods*, 10(1).
- Swarbrick J. 2004. Microbial Contamination Control in the Pharmaceutical Industry. Volume 142. New York: *Marcel Dekker Inc.*
- Syukur, S. 2017. Bioteknologi Dasar dan Bakteri Asam Laktat Antimikrobia. Padang: *Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas Lantai Dasar Gedung Perpustakaan Pusat Kampus Universitas Andalas Jl. Dr. Mohammad Hatta Limau Manis, Padang, Sumatera Barat, Indonesia.* <http://carano.pustaka.unand.ac.id/index.php/car/catalog/book/24>
- Tahara, T. M., C. Oshimura, K. Umezawa, & Kanatani. 1996. Isolation partial characterization and mode of action acidocin J1132. a two-compound bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus* JCM 1132. *Appl Environ Microbiol.* 62:892-897.
- Tambekar, D. H., & Bhutada, S. A. 2010. Acid and bile tolerance, antibacterial activity, antibiotic resistance and bacteriocins activity of probiotic *Lactobacillus* species. *Recent Research in Science and Technology*, 2(4).
- Teme N., Sio S., Purwatiningsih T. I. 2021. Pengaruh Wadah dan Lama Penyimpanan terhadap Kualitas Fisik dan Jumlah Bakteri Susu Sapi Friesian Holstein di Benlutu. *Journal of Animal Science International Standard of Serial Number* 2502-1869.
- Todorov, S. D., & Dicks, L. M. T. 2005. *Lactobacillus plantarum* isolated from molasses produces bacteriocins active against Gram-negative bacteria. *Enzyme and Microbial Technology*, 36(3), 318–326.
- Todorov, S. D., Nyati, H., Meincken, M., & Dicks, L. M. T. 2007a. Partial characterization of bacteriocin AMA-K, produced by *Lactobacillus plantarum* AMA-K isolated from naturally fermented milk from Zimbabwe. *Food Control*, 18(7), 656–664.
- Todorov, S. D., Baljinder, K., van Staden, A. D., & Dicks, L. M. T. 2019. The effect of initial pH and substrate on bacteriocin activity and gene expression in *Lactobacillus plantarum* strains. *Fermentation*, 7(4), 320.
- Triwidyastuti, Y., Nizar, M., Harianto, dan Jusak, J. 2019. Pengendali Suhu Pada Proses Pasteurisasi Susu Dengan Menggunakan Metode *Pid* Dan Metode *Fuzzy Sugeno*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*. 6(4), p. 355-362.
- Usmiati, S., Miskiyah, dan Rarah, R. A. M. 2009. Pengaruh Penggunaan Bacteriosin dari *Lactobacillus sp.* Galur SCG 1223 Terhadap Kualitas Mikrobiologi Daging Sapi Segar. Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- Veronica, W., dan Z. hanum. 2015. Kualitas susu pasteurisasi komer sil. *Jurnal Agripet*, 15(2): 92-97.
- Wibowo, W. 2002. Bioteknologi Fermentasi Susu. *Pusat Pengembangan Biobiology Research*, Vol. 5, No. 25., 4363-4367.
- Widyastuti Y dan Sofarianawati E. 1999. Karakter bakteri asam laktat *Enterococcus sp.* yang diisolasi dari saluran pencernaan ternak. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia* 4(2):50-53.
- Winarno, FG, & Fernandez, IE, 2007, Susu dan Produk Fermentasinya, *M-Brio Press*, Bogor.
- Woraprayote, W., Yuwares, M., Supaluk, S., Adisorn, S., Soottawat, B. and Wonnop, V. 2016. Bacteriocins from lactic acid bacteria and their applications in meat and meat products. *Journal Meat Science*. 120: 118- 13

- Yang, F. L., Li, X. S., Liang, X. W., Zhang, X. F., Qin, G. S., & Yang, B. Z. 2012. Detection of virulence-associated genes in *Staphylococcus aureus* isolated from bovine clinical mastitis milk samples in Guangxi. *Tropical Animal Health and Production*, 44(8), 1821–1826.
- Yenni O., Darwis, Ayu P. 2018. Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* C410LI dan *Lactobacillus rossiae* LS6 yang Diisolasi dari Lemea Rejang terhadap Suhu, pH dan Garam Empedu Berpotensi sebagai Prebiotik. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kesehatan* Vol 6, No 1
- Yi L, Dang Y, Wu J, Zhang L, Liu X, Liu B, Zhou Y, & Lu 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.
- Yildirim, Z., Öncül, N., Yildirim, M., & Karabiyikli. 2016. Application of *Lactococcin* BZ and *Enterocin* KP against *Listeria monocytogenes* in milk as biopreservation agents. *Acta Alimentaria*, 45(4), 486–492.
- Yolanda & Meitiniari. 2017. Isolasi Bakteri Asam Laktat Dari Kimchi Dan Kemampuannya Menghasilkan Zat Anti Bakteri. *Scripta Biologica*, 4(3), 165.
- Yusuf, R. 2010. Kandungan protein susu sapi perah Friesian Holstein akibat pemberian pakan yang mengandung tepung katu (*Sauropus androgynus* (L) merr) yang berbeda. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol 6(1): 1--6.
- Zou J, Jiang H, Cheng H, Fang J, Huang G. 2018. Strategi penyaringan, pemurnian dan karakterisasi bakteriosin. *Intl J Biol Makromol* 117: 781-789.