

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI PADA KEFIR BUBUK
FORTIFIKASI SUSU SAPI DENGAN KACANG HIJAU
DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN PATOGEN
BAKTERI ENTERIK**

SKRIPSI

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



Disusun oleh:
Zitta Farah Zuhaidah
20106040016

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2025**



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1972/Un.02/DST/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : Aktivitas Antibakteri pada Kefir Bubuk Fortifikasi Susu Sapi dengan Kacang Hijau dalam Menghambat Pertumbuhan Patogen Bakteri Enterik

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ZITTA FARAH ZUHAIDAH
Nomor Induk Mahasiswa : 20106040016
Telah diujikan pada : Selasa, 19 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: 68abc80368956

Ketua Sidang

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



Valid ID: 68a73670c031c

Penguji I

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



Valid ID: 68aa30727b43a

Penguji II

Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si.
SIGNED



Valid ID: 68ad263d09268

Yogyakarta, 19 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 : Zitta Farah Zuhaidah
NIM : 20106040016
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 dirujuki sumbernya.

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

Yogyakarta, 12 Agustus 2025
Yang menyatakan,




Zitta Farah Zuhaidah
NIM. 20106040016

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 : Zitta Farah Zuhaidah

NIM : 20106040016

Judul Skripsi : Aktivitas Antibakteri pada Kefir Bubuk Fortifikasi Susu Sapi dengan Kacang Hijau dalam Menghambat Pertumbuhan Patogen Bakteri Enterik

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.

Pembimbing 1

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

Yogyakarta, 12 Agustus 2025

Pembimbing 2

Ahmad Iskandar Setiawan, M.Sc.
NIP. 198503122019021006

NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
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 : Zitta Farah Zuhaidah
NIM : 20106040016
Judul Skripsi : Aktivitas Antibakteri pada Kefir Bubuk Fortifikasi Susu Sapi dengan Kacang Hijau dalam Menghambat Pertumbuhan Patogen Bakteri Enterik

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Biologi.
Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Konsultan 1

Yogyakarta, 25 Agustus 2025
Konsultan 2


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


Ahmad Iskandar Setiyawan, M.Sc.
NIP. 198503122019021006

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang, kecuali menurut kesanggupannya. Baginya ada sesuatu (pahala) dari (kebajikan) yang diusahakannya dan terhadapnya ada (pula) sesuatu (siksa) atas (kejahatan) yang diperbuatnya” (Qs. Al-Baqarah: 256).

"Allah menghendaki kemudahan bagimu dan tidak menghendaki kesukaran" (Qs. Al-Baqarah: 185).

"Janganlah engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita" (Qs. At-Taubah: 40).

“Kegagalan dan kesalahan adalah hal yang wajar terjadi, setidaknya kita tidak mengulangi kesalahan tersebut dan menjadikannya sebagai sebuah pembelajaran untuk berkembang lebih baik”

“Lebih baik mencoba dan berusaha semaksimalnya daripada tidak pernah mencoba dan menyesal kemudian hari”

Go ahead and grow up

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Dengan segala puji dan syukur atas limpahan rahmat dan karunia Allah SWT, yang telah memberikan kelancaran kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih banyak atas dukungan dan doa yang tidak henti dari kedua orang tua yang sayangi. Terima kasih atas dukungan dan semangat dari kakak-kakak tercinta. Tidak lupa, terima kasih banyak atas bantuan, dukungan, dan motivasi dari semua pihak yang terlibat selama proses penyusunan tugas akhir ini. Saya persembahkan karya tulis ilmiah ini untuk seluruh pihak yang terlibat, khususnya kedua orang tua dan keluarga yang saya cintai dan sayangi.



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala curahan rahmat, nikmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Tidak lupa shalawat dan salam penulis junjungkan kepada Nabi agung, Muhammad SAW yang kelak diharapkan syafaatnya di hari akhir.

Dengan penuh rasa syukur dan bahagia, penulis berhasil menyelesaikan penulisan laporan skripsi dengan judul “Aktivitas Antibakteri pada Kefir Bubuk Fortifikasi Susu Sapi dengan Kacang Hijau dalam Menghambat Pertumbuhan Patogen Bakteri Enterik”. Laporan skripsi ini disusun sebagai bagian dari persyaratan dalam gelar sarjana pada jenjang Strata-1 Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga. Penulis menyadari besarnya dukungan dan bantuan yang diterima selama ini sangatlah berarti bagi penulis selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., MA., M.Phil., Ph.D., selaku rektor UIN Sunan Kalijaga.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
3. Ibu Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si., selaku ketua Prodi Biologi UIN Sunan Kalijaga dan dosen penguji II yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama penyusunan skripsi.
4. Ibu Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD, selaku dosen pembimbing, yang sabar memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama penyusunan skripsi.
5. Bapak Ahmad Iskandar Setiyawan, M.Sc., selaku pembimbing BRIN, yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama penelitian di BRIN.
6. Ibu Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji I yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama penyusunan skripsi.

7. Ibu Agesty Ika Nurlita, M.Si., selaku dosen pendamping akademik yang sabar memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama ini.
8. Bapak Nasichun Azizs dan Noor Izzah, kedua orang tua tercinta penulis, yang selalu senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan secara moral maupun material tanpa henti kepada penulis. Sekaligus saudara-saudara penulis yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan dukungan.
9. Teman-teman BRINDAFUN (Amrizal, riti, dan Ghufro) yang sama-sama berjuang dan saling membantu selama penelitian di BRIN. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan bantuannya yang sangat berharga. Tidak Lupa, kepada Bapak Andi Febrisiantosa, PhD yang telah kebersamai penulis dan teman-teman BRINDAFUN dalam proses yang berharga ini.
10. Para pegawai dan teman-teman PRTTP BRIN Playen yang telah kebersamai dan memberikan bantuan berharga kepada penulis selama penelitian.
11. Rekan-rekan seangkatan Biologi atas kebersamaan dalam menempuh perjalanan akademik ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak ikut andil dalam kelancaran penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis. Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisan karya tulis ilmiah ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan baik disengaja maupun tidak disengaja. Selain itu, penulis terbuka untuk menerima saran dan masukan untuk memperbaiki karya tulis ilmiah ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif dalam perkembangan riset dan dapat dijadikan sebagai referensi ilmiah bagi khalayak umum.

Yogyakarta, 21 Juni 2025

Penulis

Aktivitas Antibakteri pada Kefir Bubuk Fortifikasi Susu Sapi dengan Kacang Hijau dalam Menghambat Pertumbuhan Patogen Bakteri Enterik

Zitta Farah Zuhaidah
20106040016

ABSTRAK

Meningkatnya preferensi konsumen terhadap pangan fungsional yang praktis telah mendorong perkembangan produk probiotik kering dalam bentuk bubuk. Salah satunya adalah kefir bubuk sebagai produk alternatif yang praktis dan fungsional. Kefir merupakan minuman susu fermentasi dari Kaukasus yang diinisiasi oleh biji kefir yang berasal dari konsorsium Bakteri Asam Laktat (BAL), khamir, dan bakteri asam asetat. Mengingat tingginya senyawa metabolit yang terkandung, kefir dapat dimanfaatkan sebagai minuman fungsional alternatif dalam pertahanan melawan bakteri enteropatogenik. Senyawa metabolit tersebut mengakibatkan fluktuasi nilai pH, kadar total asam, dan viabilitas mikroorganisme pada kefir. Pada penelitian ini dilakukan analisis aktivitas antibakteri pada kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan kacang hijau terhadap patogen bakteri enterik. Semua formula menunjukkan adanya daya inhibisi pada persentase sekitar 22-98%. SKH1 menunjukkan persentase daya inhibisi tertinggi sebesar 98,41% terhadap *S. aureus* ATCC 25923 dan 93,35% pada *E. coli* ATCC 8739. Selain itu, SKH1 memiliki nilai pH rendah, total asam tinggi, dan viabilitas mikroorganisme tinggi. Tingginya aktivitas antibakteri ini karena efek sinergis dari berbagai senyawa metabolit yang dihasilkan untuk menciptakan lingkungan yang merugikan bagi patogen bakteri enterik.

Kata kunci: Aktivitas antibakteri; kefir; patogen bakteri enterik; probiotik; senyawa metabolit

Antibacterial Activity of Kefir Powder Fortified Cow Milk with Mung Bean in Inhibiting The Growth of Enteric Bacterial Pathogens

Zitta Farah Zuhaidah
20106040016

ABSTRACT

*The increasing consumer preference for practical functional foods has driven the development of dry probiotic products in powder form. One such product is powdered kefir, a practical and functional alternative. Kefir is a fermented milk drink from the Caucasus region, initiated by kefir grains originating from a consortium of lactic acid bacteria (LAB), yeast, and acetic acid bacteria. Given the high levels of metabolites it contains, kefir can be used as an alternative functional beverage in the defense against enteropathogenic bacteria. These metabolites cause fluctuations in pH, total acid content, and microorganism viability in kefir. In this study, an analysis of the antibacterial activity of powdered kefir fortified with cow's milk and mung beans against enteric bacterial pathogens was conducted. All formulas showed inhibition rates of around 22-98%. SKH1 showed the highest inhibition rate of 98.41% against *S. aureus* ATCC 25923 and 93.35% against *E. coli* ATCC 8739. In addition, SKH1 had a low pH value, high total acidity, and high microorganism viability. The high antibacterial activity is due to the synergistic effects of various metabolites produced to create an unfavorable environment for enteric bacterial pathogens.*

Keywords: antibacterial activity; enteric bacterial pathogens; kefir; metabolite compounds; probiotics

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
NOTA DINAS	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Karakteristik Kefir dan Manfaatnya	5
B. Kacang Hijau dan Fungsi Fisiologisnya	7
C. Pengeringan Kefir dengan Metode Spray dry	9
D. Aktivitas Antibakteri Kefir terhadap Patogen Bakteri Enterik	10
E. Metode Antibakteri dan Mekanismenya	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
A. Waktu dan Tempat Penelitian	14
B. Alat dan Bahan.....	14
C. Metode Penelitian	15
D. Analisis Statistika	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
A. Hasil Penelitian.....	20
B. Pembahasan	23
BAB V PENUTUP	30
A. Kesimpulan.....	30
B. Saran	30
DAFTAR PUSTAKA.....	31

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Kefir fortifikasi susu sapi dengan kacang hijau (a) sebelum fermentasi 24 jam; (b) setelah fermentasi 24 jam; dan (c) setelah pengeringan spray dry 20
- Gambar 2. Aktivitas antibakteri pada kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau terhadap bakteri *S. aureus* ATCC 25923 dan *E. coli* ATCC 8739. Tanda Bintang (*) menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ($P < 0,05$) 21
- Gambar 3. Pertumbuhan mikroorganisme (BAL dan khamir) pada kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau. Tanda Bintang (*) menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ($P < 0,05$) 22
- Gambar 4. Pertumbuhan BAL (a) dan khamir (b) pada kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau 22
- Gambar 5. Nilai pH dan total asam pada kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau. Tanda Bintang (*) menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ($P < 0,05$) 23

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Meningkatnya preferensi konsumen terhadap pangan fungsional yang praktis telah mendorong perkembangan produk probiotik kering dalam bentuk bubuk. Bubuk probiotik kering telah diminati di pasaran karena secara signifikan meningkatkan efektivitas, stabilitas, dan bioavailabilitas pada produk pangan. Secara komersil, bubuk probiotik kering disukai oleh pelaku industri karena biaya produksi, penyimpanan, pengemasan, dan distribusi yang lebih rendah dan murah (Huang *et al.*, 2017). Salah satunya produk bubuk probiotik kering adalah kefir bubuk sebagai produk alternatif yang praktis. Kefir merupakan minuman susu fermentasi dari Kaukasus yang diinisiasi oleh biji kefir yang kaya *starter* probiotik (Al-Mohammadi *et al.*, 2021). Biji kefir berasal dari konsorsium eksopolisakarida berbagai spesies mikroorganisme, terutama Bakteri Asam Laktat (BAL) dan khamir (Gut *et al.*, 2021). Menurut Al-Mohammadi *et al.* (2021), kefir memiliki banyak senyawa fungsional yang berfungsi sebagai aktivitas antimikroba, antioksidan, antikarsinogenik, hipokolesterolemik, antihipertensi, antialergi, antitumor, dan antiinflamasi.

Menurut González-Orozco *et al.* (2023), bakteri dan khamir yang telah diisolasi dari kefir telah terbukti memiliki aktivitas antimikroba secara *in vivo* dan *in vitro* terhadap bakteri enteropatogenik dan mikroorganisme pembusuk. Hal ini karena BAL dalam kefir mengandung berbagai zat antimikroba alami diantaranya asam organik (asam laktat), peptida antimikroba seperti bakteriosin, dan hidrogen peroksida (Santoso *et al.*, 2024). Selain itu, khamir dapat menghasilkan senyawa metabolit berupa etanol yang dapat menghambat pertumbuhan patogen (Al-Mohammadi *et al.*, 2021). Senyawa metabolit tersebut dapat mengakibatkan fluktuasi nilai pH dan total asam pada kefir. Menurut Rizqianti *et al.* (2021), Semakin rendah nilai pH dan semakin tinggi total asam, maka aktivitas pertumbuhan mikroorganisme pada kefir mengalami kenaikan.

Produksi asam laktat yang menurunkan pH medium dapat mengganggu permeabilitas membran dan sistem transportasi substrat (Santoso *et al.*, 2024). Maka dari itu, Akumulasi asam laktat dan penurunan pH menghasilkan aktivitas penghambatan spektrum luas terhadap patogen (Shen *et al.*, 2018).

Mengingat tingginya kandungan senyawa metabolit fungsional kefir, kefir dapat dimanfaatkan sebagai minuman fungsional alternatif dalam pertahanan melawan patogen bakteri enterik. Patogen enterik merupakan mikroorganisme yang menginfeksi saluran pencernaan, biasanya menyebabkan gejala diare, mual, perut kram, demam, atau penyakit parah hingga kematian (Tan *et al.*, 2022). World Health Organization (WHO) (2022) melaporkan bahwa patogen bakteri enterik merupakan penyebab 350 juta kasus penyakit dan 187 ribu kematian di seluruh dunia. Saat ini, penggunaan antibiotik sebagai pengobatan pertama untuk infeksi patogen bakteri enterik (Tan *et al.*, 2022). Namun, terjadi penyalahgunaan dan penggunaan antibiotik secara luas dan tidak teratur dalam pengobatan manusia, hewan, serta budidaya akuatik untuk tujuan terapeutik atau profilaksis, sehingga mendorong perkembangan dan seleksi bakteri resistan terhadap antibiotik (Gach *et al.*, 2024). Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif untuk melawan infeksi patogen bakteri enterik. Salah satunya dengan mengonsumsi minuman probiotik, yaitu kefir yang telah terbukti memiliki sifat antibakteri terhadap patogen bakteri enterik (Gut *et al.*, 2021). Didukung oleh penelitian Tan *et al.* (2022) menjelaskan bahwa isolat mikroorganisme pada kefir dapat menghambat pertumbuhan patogen enterik meliputi *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium perfringens*, *C. difficile*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enterika*, dan *Klebsiella pneumoniae*.

Dalam beberapa dekade terakhir, terjadi peningkatan fortifikasi kefir dalam meningkatkan manfaat nutrasetikalnya. Minuman berbasis susu fermentasi yang diperkaya dengan ekstrak nabati menunjukkan sifat biologis dan memberi fitur baru yang signifikan. Fortifikasi ekstrak biji dan kacang-kacangan dapat menjadi substrat dan memperkaya nutrisi pada kefir (da Costa *et al.*, 2018). Salah satu fortifikasi kefir adalah kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Kacang hijau

merupakan pangan fungsional sumber vitamin, mineral, dan asam amino esensial serta mempunyai nilai gizi yang tinggi (Shi *et al.*, 2016). Menurut Shi *et al.* (2016), kacang hijau mengandung banyak metabolit sekunder, seperti flavonoid ($22,69 \pm 1,08$ mg/g) dan asam fenolik ($2,21 \pm 0,07$ mg/g) yang berkontribusi terhadap aktivitas antimikroba. Dalam penelitian Santoso *et al.* (2024) menjelaskan fermentasi susu kacang hijau dengan isolat BAL memiliki aktivitas antimikroba terhadap *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *B. subtilis*, *Kocuria rhizophila*, dan *S. aureus*. Oleh karena itu, fortifikasi kacang hijau dalam kefir susu sapi dapat meningkatkan nutrasetikal sekaligus memberi fitur rasa baru dalam minuman fungsional ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri pada produk kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan kacang hijau dengan berbagai konsentrasi berbeda dalam menghambat pertumbuhan patogen bakteri enterik. Fortifikasi pangan ini untuk menghasilkan produk minuman yang lebih fungsional dan praktis.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana aktivitas antibakteri pada kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau dalam menghambat pertumbuhan patogen bakteri enterik?
2. Berapa formulasi kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau yang terbaik dalam menghambat pertumbuhan patogen bakteri enterik?
3. Apakah kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme pada produk?
4. Apakah kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau berpengaruh terhadap nilai pH dan total asam pada produk?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis dan mengevaluasi aktivitas antibakteri pada kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau dalam menghambat pertumbuhan patogen bakteri enterik.
2. Menganalisis dan mengevaluasi formulasi kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau yang terbaik dalam menghambat pertumbuhan patogen bakteri enterik.
3. Menganalisis pengaruh kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau terhadap pertumbuhan mikroorganisme pada produk.
4. Menganalisis pengaruh kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau terhadap nilai pH dan total asam pada produk.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi bagi *civitas academica* atau khalayak umum terkait aktivitas antibakteri terhadap patogen bakteri enterik dan viabilitas mikroorganisme pada kefir bubuk susu sapi yang difortifikasi dengan sari kacang hijau. Selain itu, penelitian ini dapat mendorong perkembangan riset dan memberikan inovasi dalam industri pangan fungsional dengan daya simpan lama yang memiliki sifat nutrasetikal.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa,

1. Semua formulasi kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau memiliki kemampuan antibakteri dalam menghambat pertumbuhan patogen bakteri enterik.
2. SKH1 (100% susu sapi) memiliki persentase daya inhibisi antibakteri tertinggi sebesar 98,41% terhadap *S. aureus* ATCC 25923 dan 93,35% pada *E. coli* ATCC 8739.
3. Fortifikasi sari kacang hijau pada kefir bubuk susu sapi dapat menurunkan viabilitas BAL dan mengakibatkan fluktuasi pada viabilitas khamir.
4. Fortifikasi sari kacang hijau pada kefir bubuk susu sapi dapat menaikkan nilai pH dan menurunkan total asam pada produk.

B. Saran

Terdapat beberapa saran dari penelitian ini untuk masa depan, sebagai berikut:

1. Penelitian lanjutan terkait indentifikasi mikrobiota biji kefir pada penelitian ini. Kemudian dapat diseleksi strainnya untuk dapat memanfaatkan substrat nabati yang lebih efisien.
2. Penelitian lanjutan secara spesifik terkait senyawa metabolit antibakteri yang terkandung dalam kefir bubuk fortifikasi susu sapi dengan sari kacang hijau.
3. Penelitian lanjutan tentang mekanisme aktivitas antibakteri dari kefir bubuk fortifikasi ini dalam melawan patogen bakteri enterik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Rahman, M. A., Tashiro, Y., & Sonomoto, K. (2013). Recent advances in lactic acid production by microbial fermentation processes. *Biotechnology Advances*, 31(6), 877–902. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.04.002>
- Abedi, E., & Hashemi, S. M. B. (2020). Lactic acid production – producing microorganisms and substrates sources-state of art. *Heliyon*, 6(10), e04974. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04974>
- Agriopoulou, S., Tarapoulouzi, M., Varzakas, T., & Jafari, S. M. (2023). Application of encapsulation strategies for probiotics: from individual loading to co-encapsulation. *Microorganisms*, 11(12), 1–25. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11122896>
- Ahmed, A. A. H., Maharik, N. M. S., Valero, A., & Kamal, S. M. (2019). Incidence of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* in milk and Egyptian artisanal dairy products. *Food Control*, 104, 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.04.017>
- Aiello, F., Restuccia, D., Spizzirri, U. G., Carullo, G., Leporini, M., & Loizzo, M. R. (2020). Improving kefir bioactive properties by functional enrichment with plant and agro-food waste extracts. *Fermentation*, 6(3). <https://doi.org/10.3390/fermentation6030083>
- Al-Dabbas, M. M., Al-Ismail, K., Taleb, R. A., & Ibrahim, S. (2010). Acid-base buffering properties of five legumes and selected food in vitro. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 5(2), 154–160. <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2010.154.160>
- Al-Mohammadi, A.-R., Ibrahim, R.A., Moustafa, A. H., & Ismaiel, A.A., Abou Zeid, A., & Enan, G. (2021). Chemical constitution and antimicrobial activity of kefir fermented beverage. *Molecules*, 26, 2635.
- Andaru, D. P., Rizqiati, H., & Nurwantoro, N. (2019). Pengaruh lama fermentasi berbeda terhadap total bakteri asam laktat, total asam, kadar alkohol dan organoleptik kefir whey susu sapi. *J. Teknologi Pangan*, 3(2), 199–203.
- Arslan, S. (2015). A review: chemical, microbiological and nutritional characteristics of kefir. *CYTA - Journal of Food*, 13(3), 340–345. <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.981588>
- Atalar, I. (2019). Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk. *Lwt*, 107(January), 256–263. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.013>
- Atalar, I., & Dervisoglu, M. (2015). Optimization of spray drying process parameters for kefir powder using response surface methodology. *Lwt*, 60(2), 751–757. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.10.023>
- Azizi, N. F., Kumar, M. R., Yeap, S. K., Abdullah, J. O., Khalid, M., Omar, A. R., Osman, M. A., Mortadza, S. A. S., & Alitheen, N. B. (2021). Kefir and its biological activities. *Foods*, 10(6), 1–26. <https://doi.org/10.3390/foods10061210>
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: a review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Broeckx, G., Vandenheuvel, D., Claes, I. J. J., Lebeer, S., & Kiekens, F. (2016). Drying techniques of probiotic bacteria as an important step towards the development of novel pharmabiotics. *International Journal of Pharmaceutics*, 505(1–2), 303–318. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2016.04.002>

- Çakmakçı, S., Öz, E., Çakiroğlu, K., Polat, A., Gülçin, İ., Ilgaz, Ş., Seyyedcheraghi, K., & Özhamamci, İ. (2019). Probiotic shelf life, antioxidant, sensory, physical and chemical properties of yogurts produced with *Lactobacillus acidophilus* and green tea powder. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25(5), 673–682. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2018.21598>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2019). Antibiotic resistance threats in the united states 2019. *Cdc*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13756-020-00872-w>
- Chaturvedi, S., Khartad, A., & Chakraborty, S. (2021). The potential of non-dairy synbiotic instant beverage powder: Review on a new generation of healthy ready-to-reconstitute drinks. *Food Bioscience*, 42(March 2021), 101195. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101195>
- Codex Alimentarius Commission. 2003. Codex standard for fermented milks (CXS 243-2003). Diakses pada 22 Agustus 2025, dari https://www.fao.org/fao-who-codex-alimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B243-2003%252FCXS_243e.pdf.
- da Costa, M. R., de Alencar, E. R., dos Santos Leandro, E., Mendonça, M. A., & de Souza Ferreira, W. F. (2018). Characterization of the kefir beverage produced from yam (*Colocasia esculenta* L.), sesame seed (*Sesamum indicum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) extracts. *Journal of Food Science and Technology*, 55(12), 4851–4858. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3419-0>
- Diosma, G., Romanin, D. E., Rey-Burusco, M. F., Londero, A., & Garrote, G. L. (2014). Yeasts from kefir grains: Isolation, identification, and probiotic characterization. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 30(1), 43–53. <https://doi.org/10.1007/s11274-013-1419-9>
- Fan, D., Stoyanova, L. G., & Netrusov, A. I. (2022). Microbiome and metabiotic properties of kefir grains and kefirs based on them. *Microbiology (Russian Federation)*, 91(4), 339–355. <https://doi.org/10.1134/S0026261722100885>
- Favilla, A. L. C., Rosa dos Santos Junior, E., Novo Leal Rodrigues, M. C., Baião, D. dos S., Flosi Paschoalin, V. M., Lemos Miguel, M. A., da Silva Carneiro, C., & Trindade Rocha Pierucci, A. P. (2022). Microbial and physicochemical properties of spray dried kefir microcapsules during storage. *Lwt*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112710>
- Fiorda, F. A., de Melo Pereira, G. V., Thomaz-Soccol, V., Rakshit, S. K., Pagnoncelli, M. G. B., Vandenberghe, L. P. de S., & Soccol, C. R. (2017). Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation - a review. *Food Microbiology*, 66, 86–95. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.04.004>
- Fitzgerald, J. R. (2014). Evolution of *Staphylococcus aureus* during human colonization and infection. *Infection, Genetics and Evolution*, 21, 542–547. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2013.04.020>
- Gach, M. W., Lazarus, G., Simadibrata, D. M., Sinto, R., Saharman, Y. R., Limato, R., Nelwan, E. J., van Doorn, H. R., Karuniawati, A., & Hamers, R. L. (2024). Antimicrobial resistance among common bacterial pathogens in Indonesia: a systematic review. *The Lancet Regional Health - Southeast Asia*, 26, 100414. <https://doi.org/10.1016/j.lansea.2024.100414>
- Ganesan, K., & Xu, B. (2018). A critical review on phytochemical profile and health promoting effects of mung bean (*Vigna radiata*). *Food Science and Human Wellness*, 7(1), 11–33. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2017.11.002>

- Gao, Z., Daliri, E. B. M., Wang, J. U. N., Liu, D., Chen, S., Ye, X., & Ding, T. (2019). Inhibitory effect of lactic acid bacteria on foodborne pathogens: A review. *Journal of Food Protection*, 82(3), 441–453. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-303>
- Gocer, E. M. C., & Koptagel, E. (2023). Production and evaluation of microbiological & rheological characteristics of kefir beverages made from nuts. *Food Bioscience*, 52(June 2022), 102367. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102367>
- Gomes, T. A. T., Elias, W. P., Scaletsky, I. C. A., Guth, B. E. C., Rodrigues, J. F., Piazza, R. M. F., Ferreira, L. C. S., & Martinez, M. B. (2016). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47, 3–30. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.10.015>
- González-Orozco, B. D., García-Cano, I., Escobar-Zepeda, A., Jiménez-Flores, R., & Álvarez, V. B. (2023). Metagenomic analysis and antibacterial activity of kefir microorganisms. *Journal of Food Science*, 88(7), 2933–2949. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16614>
- Gonzalez-Pastor, R., Carrera-Pacheco, S. E., Zúñiga-Miranda, J., Rodríguez-Pólit, C., Mayorga-Ramos, A., Guamán, L. P., & Barba-Ostria, C. (2023). Current landscape of methods to evaluate antimicrobial activity of natural extracts. *Molecules*, 28(3). <https://doi.org/10.3390/molecules28031068>
- Grasso, N., Alonso-Miravalles, L., & O'Mahony, J. A. (2020). Composition, physicochemical and sensorial properties of commercial plant-based yogurts. *Foods*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/foods9030252>
- Gunkova, P. I., Buchilina, A. S., Maksimiuk, N. N., Bazarnova, Y. G., & Girel, K. S. (2021). Carbohydrate fermentation test of lactic acid starter cultures. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 852(1). <https://doi.org/10.1088/17551315/852/1/012035>
- Gut, A. M., Vasiljevic, T., Yeager, T., & Donkor, O. N. (2021). Kefir characteristics and antibacterial properties - Potential applications in control of enteric bacterial infection. *International Dairy Journal*, 118, 105021. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105021>
- Harper, A. R., Dobson, R. C. J., Morris, V. K., & Moggré, G. J. (2022). Fermentation of plant-based dairy alternatives by lactic acid bacteria. *Microbial Biotechnology*, 15(5), 1404–1421. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.14008>
- Hossain, T. J. (2024). Methods for screening and evaluation of antimicrobial activity: a review of protocols, advantages, and limitations. *European Journal of Microbiology and Immunology*, 14(2), 97–115. <https://doi.org/10.1556/1886.2024.00035>
- Hou, D., Yousaf, L., Xue, Y., Hu, J., Wu, J., Hu, X., Feng, N., & Shen, Q. (2019). Mung bean (*Vigna radiata* L.): Bioactive polyphenols, polysaccharides, peptides, and health benefits. *Nutrients*, 11(6), 1–28. <https://doi.org/10.3390/nu11061238>
- Huang, S., Vignolles, M. L., Chen, X. D., Le Loir, Y., Jan, G., Schuck, P., & Jeantet, R. (2017). Spray drying of probiotics and other food-grade bacteria: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 63, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.02.007>
- 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*, 10(12), 1–13.
- Jang, J., Hur, H. G., Sadowsky, M. J., Byappanahalli, M. N., Yan, T., & Ishii, S. (2017). Environmental *Escherichia coli*: ecology and public health implications—a review. *Journal of Applied Microbiology*, 123(3), 570–581. <https://doi.org/10.1111/jam.13468>
- Kivanc, M., & Yapici, E. (2019). Survival of *Escherichia coli* o157:H7 and *Staphylococcus aureus* during the fermentation and storage of kefir. *Food Science and Technology*,

- 39(Suppl. 1), 225–230. <https://doi.org/10.1590/fst.39517>
- Kucharska-Guzik, A., Guzik, Ł., Charzyńska, A., & Michalska-Ciechanowska, A. (2025). Influence of freeze drying and spray drying on the physical and chemical properties of powders from *Cistus creticus* L. extract. *Foods*, 14(5), 1–16. <https://doi.org/10.3390/foods14050849>
- Mehta, N., Rao, P., & Saini, R. (2021). A review on metabolites and pharmaceutical potential of food legume crop mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *Biotechnologia*, 102(4), 425–435. <https://doi.org/10.5114/BTA.2021.111107>
- Mergani, A. E., Wanes, D., Schecker, N., Branitzki-Heinemann, K., Naim, H. Y., & von Köckritz-Blickwede, M. (2021). *Staphylococcus aureus* infection influences the function of intestinal cells by altering the lipid raft-dependent sorting of sucrase–isomaltase. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 9(August). <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.699970>
- Muhialdin, B. J., Kadum, H., Zarei, M., & Meor Hussin, A. S. (2020). Effects of metabolite changes during lacto-fermentation on the biological activity and consumer acceptability for dragon fruit juice. *Lwt*, 121(2020), 108992. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108992>
- Prado, M. R., Blandón, L. M., Vandenberghe, L. P. S., Rodrigues, C., Castro, G. R., Thomaz-Soccol, V., & Soccol, C. R. (2015). Milk kefir: Composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Frontiers in Microbiology*, 6(OCT), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01177>
- Rasheed, N. A., & Hussein, N. R. (2021). *Staphylococcus aureus*: an overview of discovery, characteristics, epidemiology, virulence factors and antimicrobial sensitivity. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 08(03), 1160–1183.
- Remígio, M. S. do N., Greco, T., Silva Júnior, J. O. C., Converti, A., Ribeiro-Costa, R. M., Rossi, A., & Barbosa, W. L. R. (2024). Spray-drying microencapsulation of *Bauhinia unguolata* L. var. *obtusifolia* aqueous extract containing phenolic compounds: a comparative study using different wall materials. *Pharmaceutics*, 16(4). <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16040488>
- Rizqiyati, H., Susanti, S., Febrisiantosa, A., Setyawardani, T., Ayu, C., Diponegoro, U., Peternakan, F., & Soedirman, U. J. (2021). Physical and chemical characteristics of goat milk powder with different drying methods after storage. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak (JITEK)*, 16(1), 65–74.
- Sadiah, I., Nurlaelasari, A., & Handayani, M. N. (2017). Physicochemical characteristics of mung bean kefir with variation levels of skim milk and fermentation time. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 180(1), 012288. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>
- Santos, J. P. V., Araújo, T. F., Ferreira, C. L. de L. F., & Goulart, S. M. (2013). Evaluation of antagonistic activity of milk fermented with kefir grains of different origins. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 56(5), 823–827. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132013000500014>
- Santoso, I., Fadhillah, Q. G., Maryanto, A. E., Dwiranti, A., Wang, P., Al-Rais, M. F., & Sigar, I. M. (2024). Characteristics of isolated lactic acid bacilli bacteria from black glutinous rice (*Oryza sativa* L.) tapai and its antimicrobial activity in mung bean (*Vigna radiata* L.) milk. *Kuwait Journal of Science*, 51(2), 100161. <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2023.12.001>
- Saygili, D., Yerlikaya, O., & Akpınar, A. (2023). The effect of using different yeast species on the composition of carbohydrates and volatile aroma compounds in kefir drinks. *Food Bioscience*, 54(June), 102867. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102867>
- Shen, Y., Kim, D.-H., Chon, J.-W., Kim, H., Song, K.-Y., & Seo, K.-H. (2018). Nutritional

- effects and antimicrobial activity of kefir (grains). *Journal of Milk Science and Biotechnology*, 36(1), 1–13. <https://doi.org/10.22424/jmsb.2018.36.1.1>
- Shi, Z., Yao, Y., Zhu, Y., & Ren, G. (2016). Nutritional composition and antioxidant activity of twenty mung bean cultivars in China. *Crop Journal*, 4(5), 398–406. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.06.011>
- Sinkovič, L., Pipan, B., Šibul, F., Nemeš, I., Tepić Horecki, A., & Meglič, V. (2023). Nutrients, phytic acid and bioactive compounds in marketable pulses. *Plants*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/plants12010170>
- Tan, L. L., Tan, C. H., Ng, N. K. J., Tan, Y. H., Conway, P. L., & Loo, S. C. J. (2022). Potential probiotic strains from milk and water kefir grains in Singapore—use for defense against enteric bacterial pathogens. *Frontiers in Microbiology*, 13(April), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.857720>
- Tang, D., Dong, Y., Ren, H., Li, L., & He, C. (2014). A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common food mung bean and its sprouts (*Vigna radiata*). *Chemistry Central Journal*, 8(1).
- Teijeiro, M., Pérez, P. F., De Antoni, G. L., & Golowczyc, M. A. (2018). Suitability of kefir powder production using spray drying. *Food Research International*, 112(May), 169–174. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.023>
- Vivek, K., Mishra, S., Pradhan, R. C., Nagarajan, M., Kumar, P. K., Singh, S. S., Manvi, D., & Gowda, N. N. (2023). A comprehensive review on microencapsulation of probiotics: technology, carriers and current trends. *Applied Food Research*, 3(1), 100248. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100248>
- World Health Organization. (2022). WHO estimates of the global burden of foodborne diseases. Diakses pada 3 Oktober 2024, dari <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/?sequence=1>.
- Wu, H., Rui, X., Li, W., Chen, X., Jiang, M., & Dong, M. (2015). Mung bean (*Vigna radiata*) as probiotic food through fermentation with *Lactobacillus plantarum* B1-6. *Lwt*, 63(1), 445–451. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.011>
- Yi-Shen, Z., Shuai, S., & Fitzgerald, R. (2018). Mung bean proteins and peptides: nutritional, functional and bioactive properties. *Food and Nutrition Research*, 62, 1–11. <https://doi.org/10.29219/fnr.v62.1290>
- Zhang, Z., Liu, C., Wu, S., & Ma, T. (2023). The non-nutritional factor types, mechanisms of action and passivation methods in food processing of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.): a systematic review. *Foods*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/foods12193697>

SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA