

**KARAKTERISASI BAKTERI ASAM LAKTAT DARI SUSU  
KAMBING PERANAKAN ETAWAH (*Capra aegagrus hircus*)  
SEBAGAI PENGHASIL ANTIBAKTERI**

**SKRIPSI**

**Diajukan Oleh:**

**NOVA IRMAYANTI  
NIM. 160703017  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Biologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM-BANDA ACEH  
2021 M / 1442 H**

**KARAKTERISASI BAKTERI ASAM LAKTAT DARI SUSU KAMBING  
PERANAKAN ETAWAH (*Capra aegagrus hircus*)  
SEBAGAI PENGHASIL ANTIBAKTERI**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Mem peroleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Biologi

Oleh:

**NOVA IRMAYANTI**

**NIM. 160703017**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Biologi

Disetujui Oleh

Pembimbing I,



**Syafrina Sari Lubis, M.Si**  
**NIDN. 2025048003**

Pembimbing II,



**Diannita Harahap, M.Si**  
**NIDN. 2022038701**

**KARAKTERISASI BAKTERI ASAM LAKTAT DARI SUSU KAMBING  
PERANAKAN ETAWAH (*Capra aegagrus hircus*)  
SEBAGAI PENGHASIL ANTIBAKTERI**

**SKRIPSI**

**Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus  
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
dalam Ilmu Biologi**

Pada Hari/Tanggal: Senin/09 Agustus 2021  
14 Jumadil Akhir 1442 H

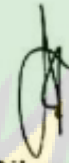
Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



**Syafrina Sari Lubis, M.Si**  
NIDN. 2025048003

Sekretaris,



**Ayu Nirmala Sari, M.Si**  
NIDN. 2027028901

Penguji I,



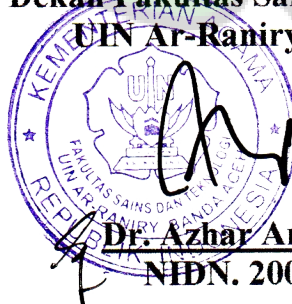
**Diannita Harahap, M.Si**  
NIDN. 2022038701

Penguji II,



**Feizia Huslina, M. Sc**  
NIDN. 2012048701

**Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh**



**Dr. Azhar Amsal, M.Pd.**  
NIDN. 2001066802

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nova Irmayanti  
NIM : 160703017  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Susu Kambing  
Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*) Sebagai Penghasil  
Antibakteri

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 09 Agustus 2021

Yang menyatakan,



*Nova Irmayanti*

Nova Irmayanti

## ABSTRAK

Nama : Nova Irmayanti  
NIM : 160703017  
Program Studi : Biologi Fakultas Sains dan Teknologi (FST)  
Judul : Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Susu Kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*) Sebagai Penghasil Antibakteri  
Tanggal Sidang : Juli 2021  
Tebal Skripsi : 79 halaman  
Pembimbing : Syafrina Sari Lubis, M.Si  
Kata kunci : Susu kambing peranakan etawah, bakteri asam laktat, karakterisasi, zona hambat, *E. coli* ATCC 25922 dan *P. aeruginosa* PAO01

Kambing peranakan etawah di Indonesia dipelihara dengan tujuan sebagai penghasil daging dan susu. Susu merupakan salah satu habitat bakteri asam laktat. BAL memiliki senyawa antimikroba yang menghasilkan asam laktat dan juga asam asetat/etanol, karbon dioksida, dan bakteriosin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik isolat BAL dari susu kambing peranakan etawa (*Capra aegagrus hircus*) dan untuk mengetahui kemampuan isolat BAL dari susu kambing peranakan etawah (*Capra aegagrus hircus*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* ATCC 25922 dan *P. aeruginosa* PAO01 yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Unsyiah. Isolasi BAL dari susu kambing peranakan etawah menggunakan media MRSB (*De Man Rogosa dan sharpe Broth*) dan media MRSA (*De Man Rogosa dan sharpe Agar*) diperoleh 11 isolat BAL. Hasil pengamatan morfologi koloni menunjukkan karakteristik yang berbeda – beda yaitu bentuk koloni bulat besar, tak teratur, bulat kecil, kumparan, dan bulat sedang. Tepian koloni licin dan bergerigi, elevasi koloni timbul datar, melengkung, dan rata dengan warna koloni putih samar, kuning muda, dan kuning pekat. Seluruh sel berbentuk basil (Gram positif), dan tidak memiliki endospora. Hasil uji biokimia terdapat 4 isolat dengan katalase negatif, dan 6 isolat katalase positif, uji MR/VP (*Metil Red- Vouges Pioskaner*) terdapat 8 isolat positif dan 3 isolat negatif dalam uji MR, sedangkan uji VP dan uji indol seluruh isolat negatif, Hasil uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*) terdapat 3 isolat memiliki hasil positif yang dapat memfermentasi karbohidrat (glukosa, sukrosa dan laktosa), sedangkan 1 isolat memiliki hasil positif sukrosa dan laktosa, 7 isolat negatif ketiga gula, dan seluruh isolat negatif H<sub>2</sub>S. Berdasarkan identifikasi bakteri asam laktat dari kesebelas isolat merupakan genus *Lactobacillus*, dan hasil uji biokimia ini diduga LC2, LC3 dan LC8 merupakan spesies *L.bulgaricus* sedangkan LC9 merupakan spesies *L. plantarum*, sedangkan isolat LC1, LC4, LC5, LC6, LC7, LC10 dan LC11 termasuk kedalam bakteri *L. desidiosus*. Hasil uji kemampuan isolat BAL dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*, zona hambat terbesar yaitu isolat LC9 dengan nilai rata-rata 7,87 digolongkan sedang. Sedangkan uji kemampuan isolat BAL dalam menghambat pertumbuhan bakteri *P. aeruginosa* untuk 11 isolat digolongkan lemah, karena tidak dapat menghambat pertumbuhan bakteri *P. aeruginosa*.



## ABSTRACT

Name : Nova Irmayanti  
NIM : 160703017  
Study Program : Biology Faculty of Science and Tecnology (FST)  
Judul : Characterization of Lactic Acid Bacteria from Etawah Crossbreed Goat Milk (*Capra aegagrus hircus*) as an Antibacterial Producer  
Keywords : Etawah Crossbreed Goat Milk, Lactic Acid Bacteria, Characterization, Inhibition Zone, *E. coli* ATCC 25922 and *P. aeruginosa* PAO01

Etawah crossbreed goats in Indonesia are kept for the purpose of producing meat and milk. Milk is a habitat for lactic acid bacteria. LAB has antimicrobial compounds that produce lactic acid as well as acetic acid/ethanol, carbon dioxide, and bacteriocins. This study aimed to determine the characteristics of LAB isolates from Etawa crossbreed goat milk (*Capra aegagrus hircus*) and to determine the ability of LAB isolates from Etawa crossbreed goat milk (*Capra aegagrus hircus*) in inhibiting the growth of bacteria *E. coli* ATCC 25922 and *P. aeruginosa* PAO01 obtained. from the Laboratory of Microbiology, FMIPA Unsyiah. Isolation of LAB from etawah crossbreed goat's milk using MRSB media (De Man Rogosa and Sharpe Broth) and MRSA media (De Man Rogosa and Sharpe Agar) obtained 11 LAB isolates. The results of observations of colony morphology showed different characteristics, namely the shape of the colony was large round, irregular, small round, coiled, and medium round. The edges of the colonies were smooth and jagged, the elevations of the colonies were flat, curved, and flat with the color of the colonies being faint white, light yellow, and dark yellow. All cells are bacilli (Gram positive), and do not have endospores. The results of the biochemical test were 4 isolates with negative catalase, and 6 isolates catalase positive, the MR/VP test (Methyl Red-Vouges Pioskaner) there were 8 positive isolates and 3 negative isolates in the MR test, while the VP test and indole test all isolates were negative. TSIA (Triple Sugar Iron Agar) test showed that 3 isolates had positive results that could ferment carbohydrates (glucose, sucrose and lactose), while 1 isolate had positive results for sucrose and lactose, 7 isolates were negative for all three sugars, and all isolates were negative for H<sub>2</sub>S. Based on the identification of lactic acid bacteria from the eleven isolates belonging to the genus *Lactobacillus*, and the results of this biochemical test it is suspected that LC2, LC3 and LC8 are *L. bulgaricus* species while LC9 is a species of *L. plantarum*, while isolates LC1, LC4, LC5, LC6, LC7, LC10 and LC11 belongs to the bacteria *L. desidiosus*. The results of the test of the ability of LAB isolates to inhibit the growth of *E. coli* bacteria, the largest zone of inhibition was LC9 isolate with an average value of 7.87 which was classified as moderate. Meanwhile, the test of the ability of LAB isolates to inhibit the growth of *P. aeruginosa* bacteria for 11 isolates was classified as weak, because it could not inhibit the growth of *P. aeruginosa* bacteria.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji beserta syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat-Nya berupa kesehatan, kesempatan dan karunia-Nya serta pengetahuan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “**KARAKTERISASI BAKTERI ASAM LAKTAT DARI SUSU KAMBING PERANAKAN ETAWAH (*Capra aegagrus hircus*) SEBAGAI PENGHASIL ANTIBAKTERI**”. Shalawat dan salam penulis sanjungkan kepada baginda besar kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari jaman jahiliah ke jaman islamiyah.

Skripsi ini merupakan suatu syarat untuk menyelesaikan mata kuliah di Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Dalam menyelesaikan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari banyak pihak yang membantu baik bimbingan, arahan, dan saran, maupun dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua penulis, Ibunda Yusriati dan Alm. Ayahanda Marduansyah atas ketulusan kasih sayangnya, sehingga memberi bantuan dalam bentuk doa dan material untuk kesuksesan penulis dalam menyelesaikan kuliah.
2. Syafrina Sari Lubis, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik (PA) serta selaku dosen Pembimbing I skripsi, yang telah membimbing dan memberikan masukan, saran, nasihat, koreksi, dan ilmu selama aktivitas kuliah, sampai bimbingan skripsi terlaksanakan.

3. Arif Sardi, M.Si. selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Diannita Harahap, M.Si. selaku dosen Pembimbing II skripsi yang telah membimbing dan memberikan masukan, saran, nasihat, koreksi, dan ilmu selama aktivitas kuliah dan hingga sampai bimbingan skripsi.
5. Feizia Huslina, M.Sc. selaku dosen Penguji skripsi yang telah membimbing dan memberikan masukan, saran, nasihat, koreksi, dan ilmu selama aktivitas kuliah, hingga sampai bimbingan skripsi.
6. Ayu Nirmala Sari, M.Si. selaku dosen Prodi Biologi serta selaku dosen sekretaris skripsi yang telah membimbing dan memberikan masukan, saran, nasihat, koreksi, dan ilmu selama aktivitas kuliah, hingga sampai bimbingan skripsi.
7. Dr. Azhar Amsal, M. Pd. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.
8. Seluruh Dosen dan Staf Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.
9. Kepada sahabat saya M. Yunus, Sri Rizki, Nurul Amalia, Fatillah, dan seluruh teman-teman dari Biologi leting 2016 yang telah memberikan semangat, dukungan, serta motivasi kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terimakasih atas bimbingan dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini secara tepat waktu dengan baik dan benar. Semoga segala bantuan dan do'a yang telah diberikan mendapat balasan



dari Allah SWT. Skripsi ini telah dibuat semaksimal mungkin dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Banda Aceh, 09 Agustus 2021  
Penulis,

Nova Irmayanti  
NIM. 160703017



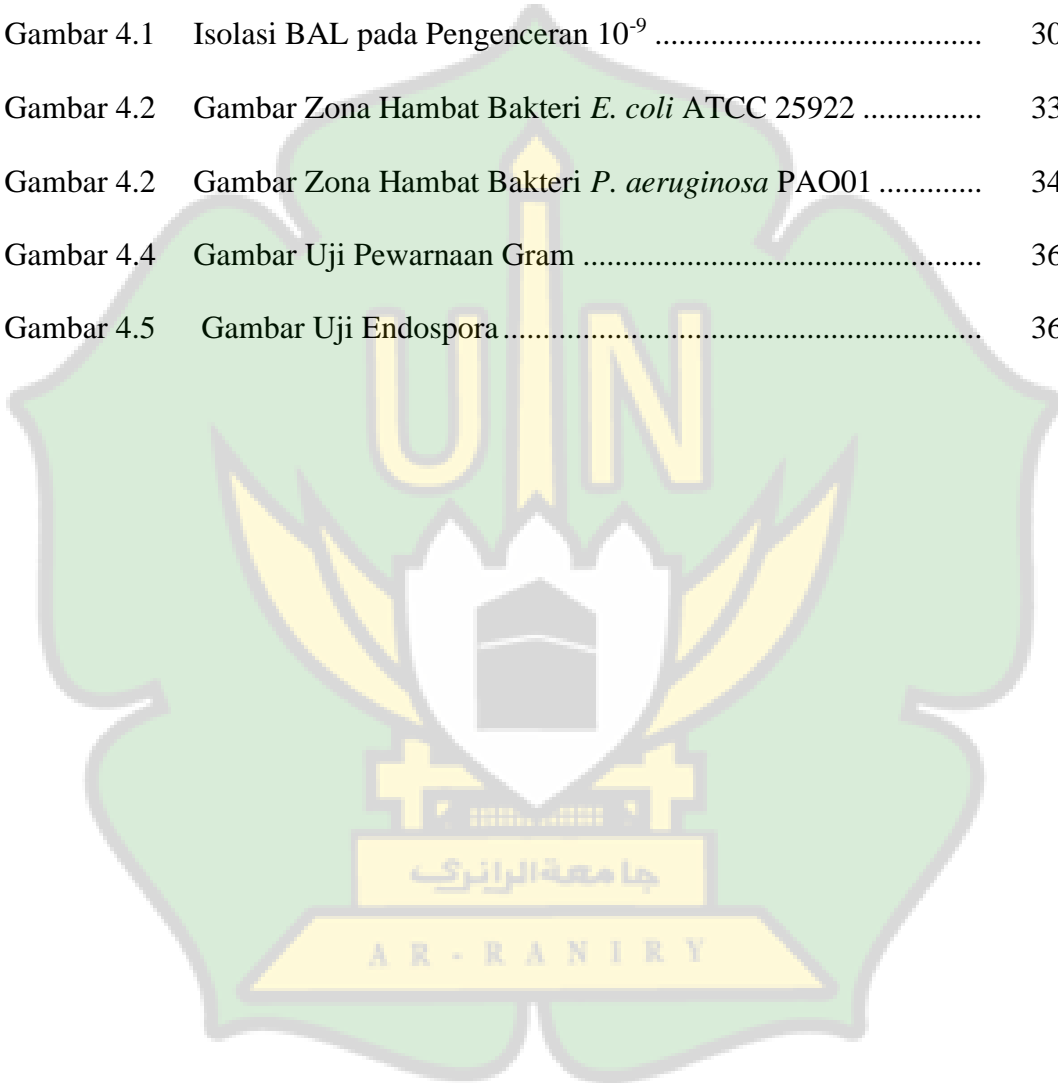
## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Susu Kambing.....	7
2.2 Kambing Peranakan Etawah ( <i>Capra aegagrus hircus</i> ) .....	10
2.3 Bakteri Asam Laktat (BAL) .....	12
2.4 Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	15
2.5 Bakteri <i>Escherichia coli</i> .....	17
2.6 Deskripsi Metode Difusi Agar .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
3.1 Waktu dan Tempat.....	22
3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.3 Alat dan Bahan.....	22
3.4 Prosedur Kerja.....	23
3.4.1 Metode Pengambilan Sampel .....	23
3.4.2 Metode Peremajaan Isolat Uji .....	24
3.4.3 Isolasi Bakteri Asam Laktat (BAL).....	24
3.4.4 Karakterisasi BAL .....	25
3.4.4.1 Uji Pewarnaan Gram.....	26

3.4.4.2 Uji Endospora .....	26
3.4.4.3 Uji Katalase.....	27
3.4.4.4 Uji MR-VP (Metyl Red-Voges Poskauer) .....	27
3.4.4.5 Uji Indol .....	28
3.4.4.6 Uji TSIA.....	28
3.4.5 Uji Tantang Antibakteri Isolat BAL Terhadap Bakteri Uji .....	28
3.4.6 Analisis Data .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	30
4.1.1 Karakterisasi BAL dari Susu Kambing Peranakan Etawah ( <i>Capra aegagrus hircus</i> ) .....	30
4.1.2 Kemampuan Isolat BAL Dari Susu Kambing Peranakan Etawah Terhadap <i>E.coli</i> ATCC 25922.....	33
4.1.3 Kemampuan Isolat BAL Dari Susu Kambing Peranakan Etawah Terhadap <i>P. aeruginosa</i> PAO01.....	34
4.2. Pembahasan.....	35
4.2.1 Karakterisasi BAL dari Susu Kambing Peranakan Etawah ( <i>Capra aegagrus hircus</i> ) .....	35
4.2.2 Kemampuan Isolat BAL dari Susu Kambing Peranakan Etawah Terhadap Bakteri Uji.....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
DAFTAR PUSTAKA .....	46

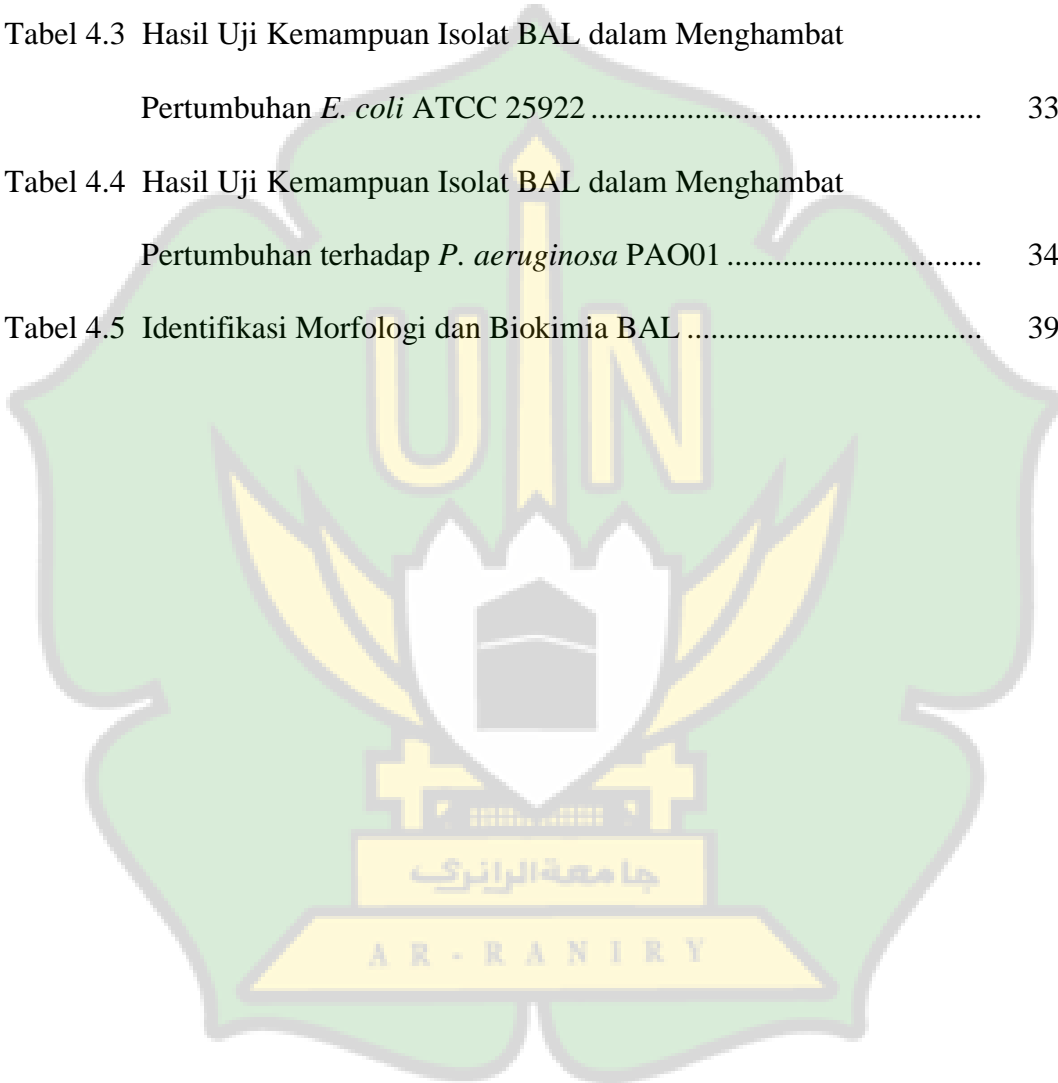
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Karakteristik Kambing Peranakan Etawah.....	11
Gambar 1.2	Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	16
Gambar 1.3	Bakteri <i>Escherichia coli</i> .....	18
Gambar 4.1	Isolasi BAL pada Pengenceran $10^{-9}$ .....	30
Gambar 4.2	Gambar Zona Hambat Bakteri <i>E. coli</i> ATCC 25922 .....	33
Gambar 4.2	Gambar Zona Hambat Bakteri <i>P. aeruginosa</i> PAO01 .....	34
Gambar 4.4	Gambar Uji Pewarnaan Gram .....	36
Gambar 4.5	Gambar Uji Endospora.....	36



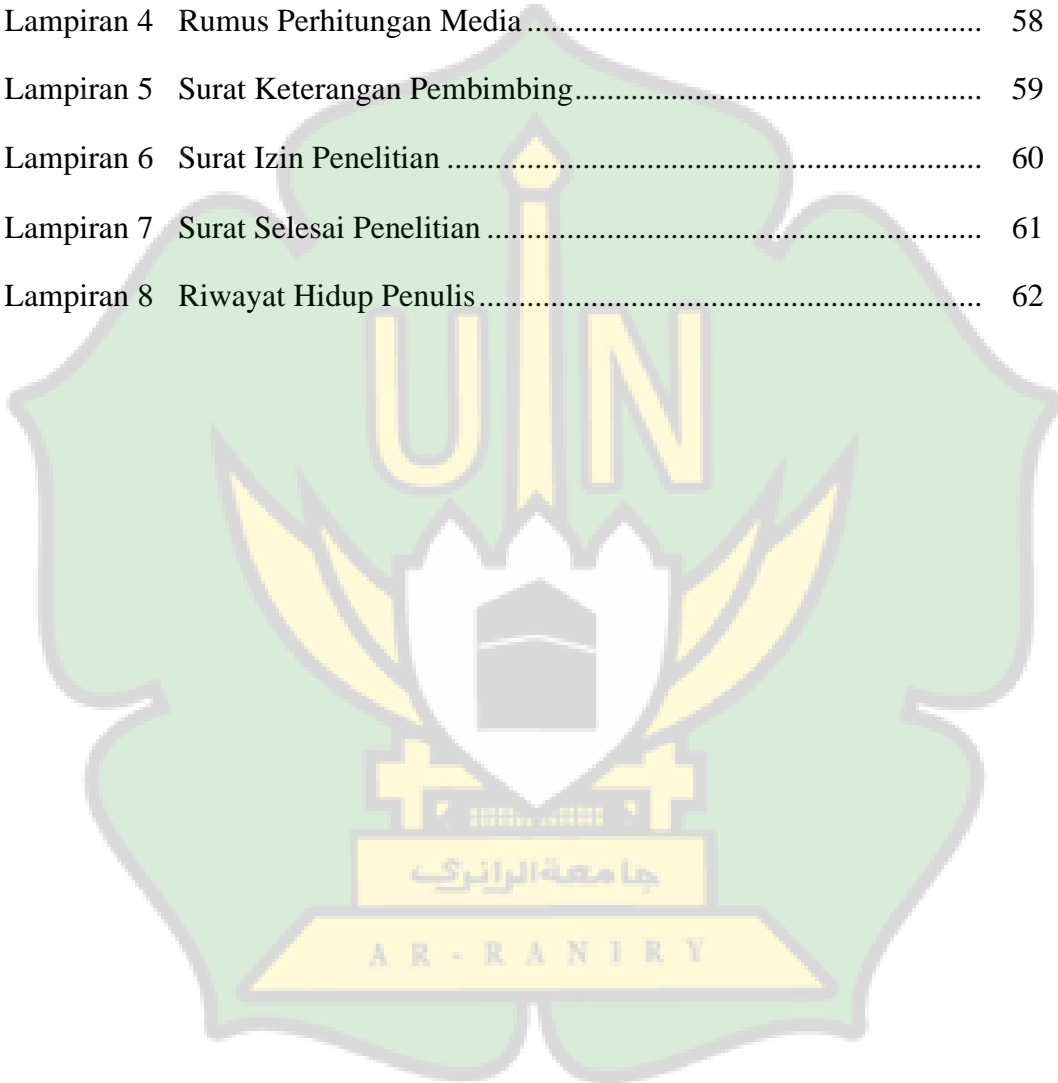
## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rincian Pelaksanaan Penelitian .....	22
Tabel 4.1 Karakteristik Morfologi Koloni dan Mikroskopis BAL .....	31
Tabel 4.2 Hasil Uji Biokimia .....	32
Tabel 4.3 Hasil Uji Kemampuan Isolat BAL dalam Menghambat Pertumbuhan <i>E. coli</i> ATCC 25922 .....	33
Tabel 4.4 Hasil Uji Kemampuan Isolat BAL dalam Menghambat Pertumbuhan terhadap <i>P. aeruginosa</i> PAO01 .....	34
Tabel 4.5 Identifikasi Morfologi dan Biokimia BAL .....	39



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Alur Penelitian .....	55
Lampiran 2	Dokumentasi Kegiatan .....	56
Lampiran 3	Rumus Menghitung Ulangan Uji Tantang .....	57
Lampiran 4	Rumus Perhitungan Media .....	58
Lampiran 5	Surat Keterangan Pembimbing .....	59
Lampiran 6	Surat Izin Penelitian .....	60
Lampiran 7	Surat Selesai Penelitian .....	61
Lampiran 8	Riwayat Hidup Penulis .....	62





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Di Indonesia banyak masyarakat yang memelihara hewan ternak untuk memenuhi kebutuhan konsumen baik dari dagingnya maupun produksi susu salah satu hewan ternak yang dipelihara yaitu kambing peranakan etawah (*Capra aegagrus hircus*) yaitu kambing hasil perkawinan antara kambing Etawah dengan kambing lokal sehingga menghasilkan kambing yang disebut Peranakan Etawah (PE). Karakteristik produksi hampir sama dengan kambing Etawah yaitu mampu beradaptasi terhadap kondisi lokal dan merupakan ternak penghasil daging serta susu yang lebih tinggi dari kambing lokal (Kurniasih *et al.*, 2013). Keunggulan kambing Peranakan Etawah sudah banyak dilaporkan, diantaranya beradaptasi baik dengan lingkungan di Indonesia dan memiliki indeks reproduksi yang cukup baik (Tusmantoyo, 2014).

Susu kambing memiliki harga yang cukup tinggi sehingga pemeliharaan kambing peranakan etawah salah satu hal yang menjadi alasan bahwa usaha ternak kambing peranakan etawah memiliki peluang bisnis yang sangat bagus (Rosartio *et al.*, 2015). Susu kambing etawah yang diyakini memiliki banyak khasiat seperti nutrisi yang dimanfaatkan dari susu sangat banyak, alergenitas yang rendah dan komposisi kimia bermanfaat, lebih mirip dengan susu manusia dibandingkan susu sapi. Susu kambing peranakan etawah dapat menjadi salah satu susu alternatif selain susu sapi yang saat ini menjadi susu komersial (Ratya *et al.*, 2017). Susu merupakan bahan makanan yang bernilai gizi tinggi yang diperoleh dari hasil pemerahan hewan ternak seperti sapi, kerbau, dan kambing yang sehat

(Rosartio *et al.*, 2015). Secara umum produksi susu kambing belum dikenal secara luas seperti susu sapi padahal susu kambing memiliki komposisi kimia yang cukup baik, dan memberi manfaat yang baik untuk kesehatan tubuh karena susu banyak mengandung nutrisi dan komponen bioaktif yang berperan menjaga kesehatan tubuh (Wasiati & Faizal, 2018).

Komponen penting dalam air susu adalah protein, lemak, vitamin, mineral, laktosa serta enzim-enzim dan beberapa jenis mikroba yang bermanfaat bagi kesehatan sebagai probiotik (Rosartio *et al.*, 2015). Susu kambing mengandung sekitar 3.4% protein (Triprisila *et al.*, 2016). Kandungan utama dalam protein susu kambing yaitu 80% kasein dan 20% *whey*. Kasein dibagi menjadi  $\alpha$ -kasein,  $\beta$ -kasein, dan  $\kappa$ -kasein, sedangkan *whey* dibagi menjadi  $\alpha$ -laktalbumin,  $\beta$ -laktoglobulin, serum albumin, imunoglobulin, dan glikomakropeptida (Mohanty *et al.*, 2016).

Komponen susu kambing pada dasarnya mengandung nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba. Mikroba yang umumnya terdapat dalam susu adalah bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat merupakan bakteri anaerob fakultatif yang mampu hidup pada berbagai habitat di alam, seperti pada tanaman, saluran pencernaan dan berbagai produk makanan atau minuman fermentasi. Bakteri asam laktat adalah kelompok bakteri Gram positif, tidak membentuk spora, bentuk sel kokus dan basil, memproduksi asam laktat sebagai produk akhir fermentasi karbohidrat. Bakteri asam laktat dikelompokkan ke dalam beberapa genus yaitu *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Alloicoccus*, *Weisella* dan *Lactobacillus* (Indriyati, 2010).

Rozila *et al.*, (2012), menyatakan bahwa BAL dari susu kambing memiliki aktivitas antimikrobal terhadap bakteri Gram positif (*Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Listeria monocytogene*) maupun bakteri Gram negatif (*E. coli* O157, *E. coli* V517, *Salmonella typhi* dan *Enterobacter aerogenes*) dengan zona hambatan antara 8 sampai 25 mm (Safriani, 2016), BAL fermentasi yang diperoleh dari susu kambing etawa terdiri tiga genus yaitu *Leuconostoc*, *Enterococcus*, dan *Lactobacillus*. Isolat bakteri asam laktat dari fermentasi susu kambing peranakan etawah memiliki daya hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. (Nursini & Yogeswara, 2015), terdapat 5 BAL isolat susu kambing yaitu GM35, GM46, GM47, GM49, GM102 yang mampu menekan pertumbuhan bakteri patogen saluran cerna *E.coli*, *S. aureus* dan *S. typhi*. Sifat antibakteri oleh genus *Lactobacillus* mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen golongan *Enterobacteriaceae* (*Salmonella* sp, *E. coli*, *Shiigella* sp), *Bacillus cereus* dan *Stapylococcus aureus* (Khikmah, 2015).

Kelompok BAL dari genus *Bifidobacteria* dan beberapa spesies *Lactobasili*, *Streptococcus* dan *Pediococcus* telah diketahui mempunyai peranan penting dalam menjaga fungsi fisiologis dan kesehatan manusia dengan meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Pato, 2015). Selain itu, kelompok bakteri ini juga diketahui mampu menekan jumlah bakteri patogen, seperti *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* yang dapat menyebabkan penyakit gangguan saluran pencernaan. Hal ini disebabkan oleh kemampuan BAL untuk menghasilkan senyawa aktif, yang menghasilkan asam laktat dan juga asam asetat/etanol, karbon dioksida, dan bakteriosin. Asam laktat sebagai produk metabolit primer,

*Bakteriosin* sebagai produk metabolit sekunder, serta komponen antimikrobia lainnya seperti diasetil dan hidrogen peroksida (Arpah, 2015).

Senyawa antibakteri merupakan salah satu senyawa antibiotik. Penggunaan antibiotik secara berlebihan dan tidak tepat menyebabkan banyak timbul kasus resistensi mikroba. Resistensi juga muncul karena penggunaan yang berlebihan dari antibiotik berspektrum luas atau penggunaan antibiotik yang ditujukan pada tanaman dan hewan dalam jangka waktu yang lama sehingga berimbas kepada manusia (Mulyani, 2013).

Resistensi antibiotik terbagi dua kelompok yaitu resistensi alami dan resistensi yang didapat. Resistensi alami yaitu sifat dari antibiotik yang memang kurang atau tidak aktif terhadap suatu bakteri dan bersifat diturunkan. Bakteri yang resisten terhadap antibiotik contohnya seperti bakteri *Pseudomonas aeruginosa* yang resisten terhadap kloramfenikol. Masalah resistensi ini dapat diprediksi, sehingga dalam pemberian antibiotik dapat dipilih antibiotik dengan cara kerja yang berbeda (Rina, 2017). Hampir 80% *E. coli* resisten terhadap amoksisilin dan 20% resisten terhadap kloramfenikol. Sebesar 66,7% *Escherichia coli* resisten terhadap resiamoksisilin dan 6.7% resisten terhadap kloramfenikol (Sasongko, 2014).

Untuk menangani kasus resisten antibiotik oleh beberapa mikroorganisme perlu dilakukan pencarian bahan atau zat lain yang memiliki sifat antibakteri, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Susu Kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*) sebagai Penghasil Antibakteri Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*.”

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakterisasi BAL dari susu kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*)?
2. Bagaimana kemampuan isolat BAL dari susu kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*) dalam menghambat pertumbuhan *Esherichia coli*
3. Bagaimana kemampuan isolat BAL dari susu kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*) dalam menghambat pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*?

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakterisasi isolat BAL dari susu kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*).
2. Untuk mengetahui kemampuan isolat BAL dari susu kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Esherichia coli*
3. Untuk mengetahui kemampuan isolat BAL dari susu kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

## 1.4. Manfaat Penelitian

1. Sebagai informasi mengenai karakterisasi isolat BAL dari susu kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*)
2. Sebagai informasi bahwa keberadaan BAL dari susu kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Esherichia coli*.

3. Sebagai informasi bahwa keberadaan BAL dari susu kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Susu Kambing

Susu kambing sangat kaya akan nutrisi, dan mengandung sumber nutrisi yang baik untuk tubuh dan sangat penting bagi pertumbuhan manusia seperti nutrisi yang terdapat dalam susu yaitu kalsium penting untuk kesehatan tulang dan gigi, kontraksi otot, pembekuan darah normal dan fungsi sistem saraf. Kalsium juga memainkan peran protektif pada hipertensi, kanker tertentu dan dalam manajemen berat badan. Susu kambing kaya akan protein yang dibutuhkan untuk mengembangkan dan mempertahankan otot, mempromosikan kesehatan kulit dan rambut, menjaga tingkat keseimbangan dan albumin darah hormonal dan penting untuk membantu antibodi melawan infeksi. Vitamin A dibutuhkan untuk penglihatan dan sistem kekebalan tubuh. Vitamin B12 dibutuhkan untuk fungsi pada enzim dalam memproduksi energi dari lemak dan protein (Anita & Karjadidjaja, 2014).

Allah berfirman dalam surat An-Nahl ayat 66

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۚ نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهِۦٓ مِنْ بَيْنِ فَرْثٍ وَدَمٍ لَبْنَا خَالِصًا سَائِغًا الشَّرِيبِ

Artinya:

*Dan sesungguhnya pada binatang ternak itu benar-benar terdapat pelajaran bagi kamu. Kami memberimu minum dari pada apa yang berada dalam*

*perutnya (berupa) susu yang bersih antara tahi dan darah, yang mudah ditelan bagi orang-orang yang meminumnya (QS. An-Nahl: 66)*

Berdasarkan ayat tersebut kita mengetahui bahwa Allah menciptakan susu susu yang bersih antara kotoran dan darah. Namun ini menjadi sebuah kebesaran Yang Maha Kuasa yang harus manusia yakini, dan tidak ada yang bisa menyamai-Nya. Selain pelajaran yang telah disampaikan oleh ayat di atas, air susu juga mempunyai manfaat yang banyak sehingga air susu yang menjadi makanan bergizi bagi manusia dalam kehidupannya. Allah SWT juga menyebutkan bahwa minuman susu itu mudah dicerna oleh manusia. Dalam istilah ilmu gizi maksud dari mudah dicerna yaitu mempunyai arti fisiologis yang baik sehingga tidak mungkin Allah menjerumuskan hamba-hamba-Nya dengan menunjukkan sumber minuman yang justru menimbulkan berbagai macam penyakit (Machrus, 2017).

Allah berfirman dalam surat Al-mu'minun ayat 21

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً نُّسْقِيكُم مِّمَّا فِي بُطُونِهَا وَلَكُمْ فِيهَا مَنفَعٌ كَثِيرَةٌ وَ مِنْهَا تَأْكُلُونَ

Artinya:

*“Dan sesungguhnya pada binatang-binatang ternak, benar-benar terdapat pelajaran yang penting bagi kamu, Kami memberi minum kamu dari air susu yang ada dalam perutnya, dan (juga) pada binatang-binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak untuk kamu, dan sebagian dari padanya kamu makan,”( QS, Al-mu'minun : 21 ).*

Allah swt berfirman bahwa diantara nikmat-nikmat Nya bagi umat manusia ialah binatang-binatang ternak yang telah ditundukkan untuk dimanfaatkan sebagai sarana pengangkutan, kulitnya, dan bulunya sebagai bahan makanan utama (

Bahreisy, 2016). Sesungguhnya pada hewan-hewan ternak itu terdapat suatu pelajaran bagimu. Kami juga memberimu minum dari air susu yang penuh nutrisi yang ada dalam perutnya, dan padanya, yaitu pada binatang-binatang ternak itu, juga terdapat banyak manfaat untukmu seperti daging, kulit, bulu, dan tenaganya. Semua itu dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan (Yunanda, 2019).

Di dalam Tafsir Ibnu Katsir pun juga dikatakan bahwa Allah swt berfirman, bagi kamu wahai umat manusia terdapat tanda-tanda kebesaran Allah swt di dalam binatang-binatang ternak yang telah diciptakan, yaitu: unta, sapi, dan kambing yang telah memberikan kepadamu minuman yang lezat, mudah ditelan, susu yang keluar dari perut binatang diantara kotoran dan darah dalam keadaan putih, bersih, lezat rasanya dan segar untuk di minum (Supar, 2016).

Sedangkan dilihat dari sudut pandang sains, susu mempunyai komposisi yang dibagi menjadi dua. Pertama, dilihat dari sifat fisik susu yang sama halnya membahas tentang kelezatan berupa warna, bau, rasa, berat jenis susu, titik beku, titik didih dan kekentalan susu serta bahan pembentuk susu berasal dari darah. Air susu mengalir melalui saluran-saluran halus dari gelembung susu ke ruang kisterna dan ruang puting susu. Dalam keadaan normal, lubang susu akan tertutup. Kedua, dilihat dari sifat kimia susu yang sama halnya membahas tentang gizi berupa protein, lemak, vitamin, air, mineral. Keduanya saling melengkapi satu sama lain, sehingga susu dipandang sebagai makanan yang terpenting bagi manusia, bahkan makanan yang sempurna (Machrus, 2017).

Menurut Sanam *et al.*, (2014), secara alamiah yang dimaksud dengan susu adalah hasil pemerahan sapi atau hewan menyusui lainnya, yang dapat dimakan

atau dapat digunakan sebagai bahan makanan, yang aman dan sehat serta dikurangi komponen-komponennya atau ditambah bahan-bahan lain. Susu merupakan produk pangan hampir sempurna kandungan gizinya dan sangat dianjurkan dikonsumsi, terutama oleh anak-anak yang berada dalam masa pertumbuhan.

Susu kambing memiliki komposisi seperti kalsium dan protein lebih besar dari susu sapi. Kandungan nutrisi dalam susu kambing lebih mudah diserap karena hanya membutuhkan waktu 20 menit untuk dicerna, sedangkan susu sapi membutuhkan 120 menit. Disamping itu susu kambing merupakan salah satu bahan pangan yang mempunyai kandungan nutrisi lengkap, kadar air tinggi dan tingkat keasaman yang rendah (pH mendekati netral), mempunyai antiseptik alami - anti bakteri, mengandung *Flourin* yang sangat baik untuk penderita TBC, asma, bronchitis, dan autisme. Butiran lemak susu kambing lebih kecil daripada susu sapi sehingga mudah dicerna (Rukmana, 2015).

Namun komposisi susu kambing sangat beragam tergantung pada beberapa faktor antara lain bangsa kambing, tingkat laktasi, pakan, interval pemerahan, suhu dan umur kambing juga dapat mempengaruhi faktor banyak atau sedikitnya susu (Rosartio *et al.*, 2015).

## **2.2. Kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*)**

Kambing Peranakan Etawah (PE) merupakan bangsa kambing yang diperoleh dari kawin tatar (*grading-up*) antara kambing asli Indonesia (kambing kacang) dengan kambing Etawah yang didatangkan dari India. Pemeliharaan kambing PE di Indonesia ditujukan untuk penghasil daging dan susu (*dual purpose*). Pemeliharaan kambing PE sebagai ternak penghasil daging dan susu memiliki potensi yang cukup tinggi karena memiliki kemampuan adaptasi yang

luas, yaitu dari daerah tropis hingga subtropis, sehingga mampu beradaptasi dengan baik terhadap iklim yang ada di Indonesia (Ramdani & Kusmayadi, 2016).

a. Klasifikasi Kambing Etawah (*Capra aegagrus hircus*)

Kambing etawah memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Sub Kingdom	: <i>Bilateria</i>
Phylum	: <i>Chordata</i>
Subphylum	: <i>Vertebrata</i>
Class	: <i>Mamalia</i>
Sub Ordo	: <i>Artiodactylata</i>
Familiy	: <i>Bovidae</i>
Sub Family	: <i>Caprinae</i>
Genus	: <i>Capra</i>
Spesies	: <i>Capra aegagrus hircus</i> (www.itis.gov, 2020).



Gambar 2.1. Kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*)

Sumber : (Wasiati & Faizal, 2018).

Menurut Nugraha *et al.*, (2019), karakteristik warna tubuh dan kepala pada kambing Peranakan Etawah (PE) betina menunjukkan bahwa kambing PE dengan karakteristik persentase tertinggi ditemukan pada kombinasi warna coklat-hitam-putih sebesar 58,7% sedangkan pada kepala dan telinga sebesar 45,4%. Kambing PE di Desa Kendalbulur dan Desa Waung Kecamatan Boyolangu, Kabupaten Tulungagung didominasi oleh kombinasi warna coklat-hitam-putih. (Rahmiati & Mumpuni, 2017), warna kambing PE didominasi warna hitam-putih sebesar 93,10%. Nugraha *et al.*, (2019), menyatakan tentang Penetapan Standar Nasional

Indonesia SNI 7352.1:2015 bahwa persyaratan kualitatif kambing PE yaitu warna bulu putih, hitam, coklat atau kombinasinya.

Haki, (2019), menyatakan bahwa faktor genetik dan lingkungan memiliki peran penting, karena meskipun ternak memiliki genetik yang unggul, tetapi tanpa dukungan pemeliharaan dan pemberian pakan yang baik, produksinya tidak akan maksimal. Pengembangan kambing oleh peternak kebanyakan kambing jenis Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*) karena memiliki banyak keunggulan. Kambing PE (*Capra aegagrus hircus*) memiliki keunggulan yaitu cepat berkembang biak dan mudah beradaptasi dengan pakan yang tersedia (Faizi, 2017).

Induk kambing akan diperah dan di produksi susu ketika anak kambing sudah masuk usia tiga bulan. Sebanyak 48,65 persen peternak di Jawa Barat melakukan pemerahan (produksi) selama 120 hari, 40,54 persen selama 90 hari dan 10,81 persen selama 60 hari. Induk kambing laktasi dapat diperah setiap hari selama masa laktasi, akan tetapi masih ada peternak (21,62%) yang melakukan pemerahan dua hari sekali. Cara pemeliharaan dan perawatan kambing PE yang dilakukan oleh peternak dengan perlakuan yang berbeda-beda, sehingga terdapat perbedaan jumlah susu yang dihasilkan per ekor setiap kali pemerahan. Rata-rata jumlah susu yang dapat dihasilkan per ekor setiap kali pemerahan adalah 0,57 liter (Ramadhan, *et al.*, 2013).

### **2.3. Bakteri Asam Laktat (BAL)**

Secara umum BAL dikenal sebagai organisme yang aman (mikroba GRAS, *Generally Recognized as Safe*), berperan penting dalam fermentasi makanan dan pengawetan, baik sebagai mikroflora alami maupun mikroflora yang diberikan dalam bentuk *stater*. BAL merupakan bakteri yang dapat mengubah glukosa



menjadi asam laktat, umumnya Gram positif yang berbentuk kokus atau batang, tidak membentuk spora, dengan suhu optimumnya  $\pm 40^{\circ}\text{C}$ , bersifat anaerob dan asam laktat sebagai produk utama dalam fermentasi karbohidrat. Bakteri asam laktat mampu tumbuh pada kadar gula, alkohol, garam yang tinggi dan mampu memfermentasikan monosakarida dan disakarida (Yang *et al.*, 2014).

Karakteristik BAL mempunyai ciri khas tersendiri sehingga dapat dibedakan dengan bakteri-bakteri lain, dari segi ukurannya sedikit lebih besar dibandingkan bakteri-bakteri lain pada umumnya dengan bentuk mikroskopis lonjong, batang, bulat maupun koma. Seluruh BAL termasuk bakteri Gram positif, yang dimaksud bakteri Gram positif yaitu memiliki dinding peptidoglikan yang tersusun dari peptida (asam-asam amino) dan glikan (karbohidrat) (Zoumpopoulou *et al.*, 2017). Karakteristik lain yang khas dari BAL yaitu tidak berspora dan pada umumnya tidak ber-flagella (Cousin *et al.*, 2015). BAL pada umumnya ditemukan bergerombol dalam bentuk-bentuk tertentu (Ni *et al.*, 2015).

Bakteri asam laktat (BAL) adalah kelompok bakteri probiotik bersifat non patogen, menghasilkan asam laktat, kelompok jenis bakteri Gram positif, berbentuk *coccus* (bulat), atau *bacillus* (batang), tidak membentuk spora, katalase negatif dan oksidase positif, proses fermentasi menghasilkan asam laktat (Indriani, 2014). Bakteri asam laktat mempunyai kemampuan memfermentasikan gula menjadi asam laktat, karena produksi asam laktat oleh BAL berjalan dengan cepat, maka pertumbuhan mikroba lain yang tidak diinginkan dapat terhambat. BAL adalah famili *Lactobacillaceae* yaitu *Lactobacillus* dan famili *Streptococcaceae* terutama *Leuconostoc*, *Streptococcus* dan *Pediococcus* (Putri *et al.*, 2018).

Sifat-sifat khusus bakteri asam laktat adalah mampu tumbuh pada kadar gula, alkohol, dan garam yang tinggi, mampu memfermentasikan monosakarida dan disakarida (Kadir, 2016). Beberapa genus BAL antara lain *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus* dan *Streptococcus* banyak digunakan untuk pengawetan alami karena potensinya menghasilkan senyawa antimikroba (Kartikasari, 2018).

Sifat terpenting dari BAL adalah kemampuannya untuk merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang sederhana sehingga dihasilkan asam laktat. Sifat ini penting dalam pembuatan produk fermentasi termasuk silase. Produk asam menyebabkan pertumbuhan mikrobial lain yang tidak diinginkan terhambat. Bakteri patogen seperti *Salmonella* dan *Staphylococcus aureus* yang terdapat pada suatu bahan akan dihambat pertumbuhannya jika dalam bahan terdapat bakteri asam laktat (Rahayu *et al.*, 2015).

BAL menghasilkan asam-asam organik (asam laktat, asam asetat, asam format), hidrogen peroksida, diasetil dan bakteriosin yang bersifat antibakteri. Antibakteri merupakan zat yang dapat mengganggu pertumbuhan atau bahkan mematikan bakteri dengan cara mengganggu metabolisme mikroba yang merugikan. Sifat antibakteri oleh genus *Lactobacillus* mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen golongan *Enterobacteriaceae* (*Salmonella sp.*, *E. coli*, *Shigella sp.*), *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* (Khikmah, 2015).

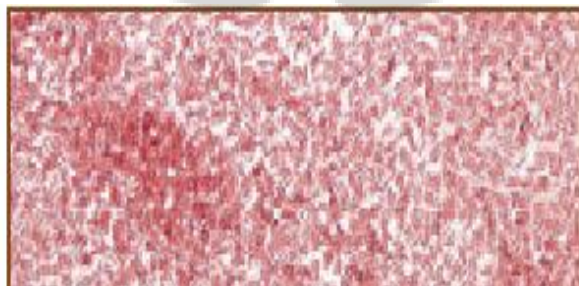
Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Alang, (2018), menunjukkan bahwa karakterisasi biokimia isolat yang tumbuh pada susu kambing etawa yang telah difermentasi memiliki ciri-ciri yang menyerupai *Lactobacillus* dan

*Lactococcus*, dimana bakteri ini dalam kondisi ruang akan mengubah susu menjadi asam dan menggumpalkan susu. Ciri khas *Lactobacillus* dan *Lactococcus* adalah warna koloni putih susu atau sedikit krem, dengan tepi koloni bulat berbentuk seperti wol. Perbedaan *Lactobacillus* dan *Lactococcus* adalah dari bentuk selnya. *Lactobacillus* memiliki bentuk basil atau panjang dan *Lactococcus* memiliki bentuk *coccus* atau bulat.

#### 2.4. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Genus *Pseudomonas* adalah berbentuk batang gram negatif, bergerak, bersifat aerob, beberapa diantaranya menghasilkan pigmen yang larut dalam air, tumbuhan dan hewan. *P. aeruginosa* terlihat sebagai bakteri tunggal, berpasangan dan kadang-kadang membentuk rantai yang pendek. *P. aeruginosa* tidak memiliki spora, tidak mempunyai selubung. *P. aeruginosa* dapat bergerak, berbentuk batang, berukuran 0,6 x 2  $\mu\text{m}$ . Bakteri ini merupakan Gram negatif yang bersifat aerobik obligat yang tumbuh dengan cepat pada berbagai tipe media, *P. aeruginosa* tumbuh baik pada suhu 37–42 °C. *P. aeruginosa* dapat menyebabkan infeksi pada saluran urinaria, sistem respirasi, dermis, jaringan lunak, bakteremia, tulang, dan saluran gastrointestinal (Savitri *et al.*, 2019).

Berdasarkan taksonomi *Pseudomonas aeruginosa* memiliki klasifikasi sebagai berikut:



Gambar 2.2. Karakteristik Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*  
Sumber: (Michael dan Burton, 2011).

Kingdom : *Procaryotae*  
Subkingdom : *Negibacteria*  
Phylum : *Proteobacteria*  
Class : *Gammaproteobacteria*  
Ordo : *Pseudomonadales*  
Family : *Pseudomonadaceae*  
Genus : *Pseudomonas*  
Species : *Pseudomonas aeruginosa* (www.itis.gov, 2020).

Menurut Patria, (2016), pada proses identifikasi spesies secara biokimia salah satu karakteristik utama dari spesies *P. aeruginosa* yaitu kemampuannya menghidrolisis senyawa urea menjadi ammonia dan karbondioksida, dan pada proses identifikasi spesies secara biokimia salah satu karakteristik utama dari spesies *P. aeruginosa* adalah kemampuannya menghidrolisis senyawa urea menjadi ammonia dan karbondioksida.

*P. aeruginosa* merupakan bakteri yang mampu beradaptasi dengan kondisi oksigen dan nutrisi yang rendah. Bakteri ini juga dapat tumbuh dalam rentang suhu 4-42°C. Bakteri *P. aeruginosa* mampu menghasilkan pigmen yang tak berfluoresensi kehijauan (pilosianin). *P. aeruginosa* menghasilkan pigmen yang berfluoresensi antara lain: piooverdin (warna hijau), piorubin (warna merah gelap), piomelanin (hitam), *P. aeruginosa* yang berasal dari koloni yang berbeda mempunyai aktivitas biokimia, enzimatik dan kepekaan antimikroba yang berbeda pula (Farida, 2016).

Resistensi antibiotik pada *P. aeruginosa* mengalami peningkatan. Di Amerika Serikat, dari 51.000 infeksi *P. aeruginosa* tiap tahun, lebih dari 6.000 (13%) mengalami multi-drug resistant (MDR).<sup>10</sup> *P. aeruginosa* dilaporkan memiliki resistensi terhadap beberapa jenis antibiotik, seperti *imipenem* (20,8%), *sefalosporin* seperti *sefotaksim* (90%) dan *seftriakson* (85%), *aminoglikosida*

seperti *tobramisin* (70,07%) dan *gentamisin* (71,89%), *fluorokuinolon* seperti *siprofloksasin* (35%) dan *levofloksasin* (32%) (Dharmayanti & Sukrama, 2019). Resistensi antibiotik dapat terjadi pada *P. aeruginosa* karena beberapa sebab, antara lain: permeabilitas membran yang rendah, sistem pompa efluks, dan produksi enzim yang dapat menyebabkan inaktivasi antibiotik (Israningsih, 2020). Selain itu, resistensi bakteri terhadap antibiotik juga sering terjadi karena penggunaan antibiotik spektrum luas yang tidak tepat guna dan berlebihan serta penyebaran bakteri resisten dari satu pasien ke pasien lain (*National Nosocomial Infection Surveillance System*, 2004).

## 2.5. Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* biasanya hidup di usus manusia dan hewan. Bakteri ini tergolong bakteri Gram negatif, berbentuk batang 19 biasanya berukuran  $0,5 \times 1 - 3 \mu$ , tidak membentuk spora, kebanyakan bersifat motil (dapat bergerak) menggunakan flagela, ada yang mempunyai kapsul, dapat menghasilkan gas dari glukosa, dan dapat memfermentasi laktosa (BPOM RI, 2014). *Escherichia coli* diklasifikasikan berdasarkan karakteristik sifat virulensinya, dan masing-masing kelompok menyebabkan penyakit melalui mekanisme yang berbeda. *Strain Escherichia coli* antara lain EPEC (*Enteropathogenic Escherichia coli*), EIEC (*Enteroinvasive Escherichia coli*), EAEC, (*Enteroadgregative Escherichia coli*), ETEC (*Enterotoxigenic Escherichia coli*), dan EHEC (*Enterohemorrhagic Escherichia coli*) (Brooks *et al.*, 2012).

*E. coli* pada dasarnya merupakan bakteri yang tidak berbahaya dan merupakan bagian penting dari saluran usus manusia yang sehat. Beberapa *E. coli* yang bersifat patogen, bakteri *E. coli* yang bersifat patogen ini dapat menyebabkan

penyakit seperti, diare atau penyakit luar saluran usus dan menyebabkan kematian jika dikonsumsi dalam jumlah yang banyak. Jenis *E. coli* yang dapat menyebabkan diare dapat ditularkan melalui air atau makanan yang terkontaminasi, atau melalui kontak dengan hewan atau orang apalagi jika minuman dan makanan yang terkontaminasi oleh bakteri yang patogen terminum dalam jumlah yang banyak (Martani, 2020).

Berdasarkan taksonominya *Escherichia coli* diklasifikasikan sebagai berikut :



Gambar 2.3. Bakteri *Escherichia coli*  
Sumber: (Brooks *et al.*, 2012).

Kingdom	: Prokariot
Divisi	: Gracilicutes
Kelas	: Scotobacteria
Ordo	: Eubacteriales
Famili	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Escherichia</i>
Spesies	: <i>Escherichia coli</i> (Brooks <i>et al.</i> , 2012).

Toksistasitas *E. coli* antara lain menyebabkan masalah perut dan usus, seperti diare dan muntah. Sebagian kecil kasus infeksi bisa mengancam jiwa, sementara penderita yang lain akan pulih setelah sekitar satu minggu. Anak-anak, orang-orang dengan gangguan sistem kekebalan tubuh, dan orang tua berada pada risiko tertinggi akibat serangan *E. coli* (Yunita, 2015). Diare dapat disebabkan oleh infeksi bakteri, virus dan parasit. Penyebab diare terbanyak kedua setelah rotavirus adalah infeksi karena bakteri *E. coli* (Abdel-Monem *et al.*, 2014).



Penyakit yang ditimbulkan *E. coli* terdapat dalam usus hewan seperti sapi, rusa, dan kambing yang memakan kembali makanan yang sudah dikeluarkan. *E. coli* biasanya tidak menyebabkan masalah bagi hewan, tapi ketika kotoran atau sumber air dari hewan yang terinfeksi kontak dengan manusia maka infeksi dapat terjadi. Kebanyakan orang yang terinfeksi *E. coli* terjadi karena makanan yang terkontaminasi, susu yang tidak dipasteurisasi, atau air yang tidak dimasak. Selain hal di atas, daging mentah juga dapat membawa *E. coli*. Kontaminasi *E. coli* juga dapat menyebar antar manusia melalui kontak langsung dengan kotoran yang terkontaminasi (Yunita, 2015).

Isolat *E. coli* menunjukkan resistensi yang cukup tinggi terhadap beberapa antibiotik. Tingkat resistensi paling tinggi adalah terhadap antibiotik penisilin (100%), amoksisilin (100%), streptomisin (70%), trimetoprim sulfametoksazol (60%), dan tetrasiklin (30%). Resistensi yang muncul dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko seperti penggunaan antibiotik yang tidak tepat pada hewan maupun manusia, baik untuk pencegahan maupun untuk pengobatan penyakit (Normaliska *et al.*, 2019).

Resistensi bakteri penghasil ESBL (*Extended spectrum  $\beta$ -lactamase*) terhadap berbagai antibiotik telah banyak dilaporkan. Di Indonesia, penelitian pada sampel susu dari peternakan sapi perah di Jawa Barat menunjukkan bahwa tujuh dari 80 peternakan yang diambil sampel, isolatnya positif *Klebsiella pneumoniae* penghasil ESBL (Sudarwanto *et al.*, 2015). Penelitian *E. coli* penghasil ESBL dari feses sapi potong di RPH-R Kota Bogor adalah sebesar 15,8% (Sukmawinata, 2015), dan setelah diuji ke tingkat molekuler menggunakan PCR diperoleh 19 sampel dari 220 sampel (86%) positif terdeteksi *E. coli* penghasil ESBL tipe CTX-M (Sudarwanto

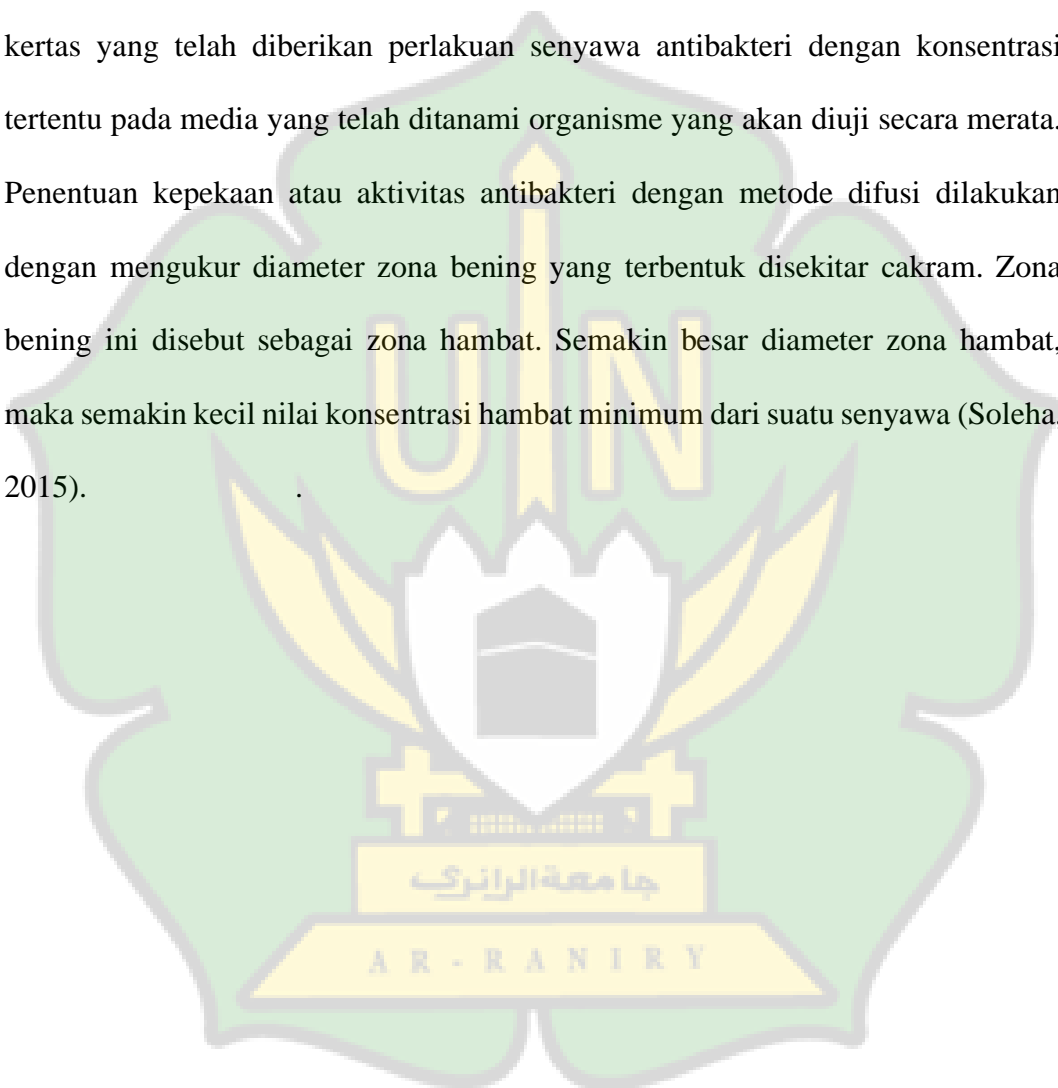
*et al.*, 2015). *E. coli* penghasil ESBL juga ditemukan pada sampel feses ayam broiler di Sentra Pematangan Ayam Kota Bogor sebanyak 12 dari 200 sampel yang diperiksa (6.0%), setelah diuji ke tingkat molekuler diperoleh *E. coli* penghasil ESBL tipe CTX- M-1 dan CTX-M-55 masing-masing sebanyak 6 sampel (Lukman *et al.*, 2016).

## 2.6. Deskripsi Metode Difusi Agar

Metode difusi agar dilakukan dengan menggunakan media agar yang diinokulasikan inokulum mikroorganisme uji. Kemudian kertas cakram (diameter 6 mm) yang mengandung senyawa uji dengan konsentrasi yang diinginkan diletakkan pada permukaan media agar. Cawan petri tersebut diinkubasi pada kondisi yang sesuai dan agen antimikroba akan berdifusi ke dalam agar dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dapat dilihat dari zona hambat yang terbentuk di sekitar kertas cakram. Keuntungan metode difusi agar dibandingkan dengan metode lain adalah mudah, murah, dapat menguji banyak mikroorganisme dan agen antimikroba, serta sangat mudah dalam menginterpretasikan hasil yang diperoleh (Nurhayati *et al.*, 2020).

Metode difusi digunakan untuk menentukan sensitivitas mikroba uji terhadap agen antimikroba. Metode ini dilakukan dengan menggunakan kertas cakram. Ke dalam media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri dimasukkan kertas cakram dan diisi dengan senyawa uji. Area jernih pada permukaan media agar mengindikasikan adanya hambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh agen antimikroba. Kelebihan metode difusi ini adalah mudah dilakukan karena tidak memiliki alat khusus dan mencakup fleksibilitas yang lebih besar dalam memilih obat yang akan diperiksa (Katrin *et al.*, 2015).

Prinsip uji dari metode delusi yaitu melarutkan senyawa antibakteri pada media agar atau kaldu yang kemudian ditanami bakteri uji untuk selanjutnya ditentukan konsentrasi terendah dari senyawa antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri (konsentrasi hambat minimum) setelah dilakukan inkubasi semalam. Sedangkan prinsip uji dari metode difusi yaitu menempatkan cakram kertas yang telah diberikan perlakuan senyawa antibakteri dengan konsentrasi tertentu pada media yang telah ditanami organisme yang akan diuji secara merata. Penentuan kepekaan atau aktivitas antibakteri dengan metode difusi dilakukan dengan mengukur diameter zona bening yang terbentuk disekitar cakram. Zona bening ini disebut sebagai zona hambat. Semakin besar diameter zona hambat, maka semakin kecil nilai konsentrasi hambat minimum dari suatu senyawa (Soleha, 2015).



### BAB III

#### METODE PENELITIAN

##### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada Maret – April 2021. Pengambilan sampel susu kambing Peranakan Etawah di Kawasan Lamtemen, Kabupaten Banda Aceh. Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

##### 3.2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Jadwal pelaksanaan penelitian dimulai pada tanggal 16 Maret – 14 April 2021. Adapun jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1. Rincian Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Maret	April	Mei
1.	Persiapan Alat dan Bahan	■	■	
2.	Sterisasi Alat dan Bahan	■	■	
3.	Pengambilan Sampel Susu Kambing Etawah	■	■	
4.	Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Susu Kambing Etawah	■	■	
5.	Karakterisasi dan Morfologi BAL		■	
6.	Pemurnian BAL		■	
7.	Uji Biokimia		■	
8.	Uji Tantang Antibakteri Isolat BAL terhadap Bakteri Uji		■	
9.	Analisis Data			■

##### 3.3. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah inkubator, mikropipet, cawan petri, *elemayer*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, timbangan analitik, *beaker glass*, autoklaf, *Lamina Air Flow* (LAF), bunsen, *ose*, botol semprot, pipet tetes,

mikropipet, pipet tip, magnetik spirel, pinset, batang pengaduk, oven, *hotplate*, spiritus, aluminium foil, *plastic wrap*, kertas label, tisu, kapas, kaca objek, kaca penutup, penggaris, jangka sorong, mikroskop dan kamera dokumentasi.

Bahan yang digunakan adalah media *De Man Rogosa dan sharpe* Agar (MRS Agar), media *De Man Rogosa dan sharpe Broth* (MRS Broth), Nutrient Agar (NA), *Muller Hinton Agar* (MHA), *Sulfida indole motility* (SIM), *Metil Red- Vouges Pioskaner* (MR-VP), media *Triple Sugar Iron* Agar (TSIA), *malachite green*, aquades, larutan standard *Mac Farland*, alkohol 95%, NaCl fisiologis 0,9%, NaCl 0,85 %, KOH 3% , CaCO<sub>3</sub>, kertas saring, *cotton bud*, cakram kosong, cakram klorafenikol 30 mm, larutan kristal violet, *Methyl red*, larutan iodine, *blue tip*, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%, alfa-naftol, grams iodine, reagen kovac's, lugol, safaranin, *E. coli* ATCC 25922 dan *P. aeruginosa* PAO01, dan susu kambing Peranakan Etawah diambil dari perternakan dan pemerahan susu kambing di Kawasan Lamtemen, Banda Aceh.

### **3.4. Prosedur Kerja**

#### **3.4.1. Pengambilan Sampel**

Sampel susu kambing peranakan Etawah diambil dari perternakan kambing di kawasan Lamtemen dimasukkan ke dalam botol sampel steril ukuran 100 mL (Nababan *et al.*, 2015). Botol sampel yang berisi susu dimasukkan ke dalam *cool box* lalu dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh untuk dilakukan proses pengujian lebih lanjut Isolat uji menggunakan stok kultur yang tersedia pada Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Unsyiah, bakteri uji yang digunakan adalah *E. coli* ATCC 25922 dan *P. aeruginosa* PAO01.

### 3.4.2. Peremajaan Isolat Uji

Isolat uji menggunakan Isolat uji menggunakan stok kultur yang tersedia pada Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Unsyiah Banda Aceh. Bakteri uji yang digunakan adalah bakteri *E. coli* ATCC 25922 dan *P. aeruginosa* PAO01 Peremajaan isolat dilakukan melalui beberapa tahap. Isolat murni diambil sebanyak 1 ose kemudian diinokulasikan ke dalam medium Nutrient Agar (NA) dan diinkubasi selama 24 jam. Selanjutnya kultur bakteri dilakukan dengan cara menanam isolat bakteri *E. coli* ATCC 25922 dan *P. aeruginosa* PAO01 ke dalam media Nutrient Agar (NA) steril. Kultur selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam di dalam inkubator (Oktavia & Pujiyanto, 2018).

### 3.4.3. Isolasi Bakteri Asam Laktat (BAL)

Susu kambing etawah sebanyak 5 mL dimasukkan ke dalam 45 mL MRS Broth dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C untuk mengadaptasi bakteri asam laktat yang terdapat pada susu dengan MRS cair. Setelah dilakukan inkubasi, kemudian dilakukan pengenceran berseri  $10^{-1}$  sampai  $10^{-9}$  dimasukkan ke dalam 9 mL aquades steril. Hasil pengenceran  $10^{-1}$  sampai  $10^{-9}$  ditanam ke dalam media *de Man, Rogosa and Sharpe agar* (MRS agar) mengandung 1%  $\text{CaCO}_3$  dengan metode *pour plate* dan diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37°C. Setelah 24-48 jam dilakukan pengamatan morfologi koloni berdasarkan bentuk, tepian, elevasi, struktur dalam dan warna. Koloni BAL yang tumbuh dicirikan oleh adanya perubahan warna media menjadi kuning muda di sekitar lokasi tumbuh koloni bakteri. Kemudian dimurnikan hingga diperoleh koloni tunggal dan ditumbuhkan pada media MRS agar miring sebagai stok (Delvia *et al.*, 2015).

Isolat yang berbeda diinokulasi kembali pada media MRS Agar lain dengan menggunakan metode cawan gores agar didapatkan biakan murni dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C (Fitriyana *et al.*, 2015). Koloni asam laktat (BAL) ditentukan berdasarkan perubahan warna media menjadi kuning muda disekitar lokasi tumbuh koloni bakteri. Koloni tersebut kemudian dimurnikan dengan metode *quadran streak* pada media MRS Agar dan dinkubasi kembali selama 48 jam pada suhu 37°C. Selanjutnya dilakukan subkultur koloni tunggal yang diperoleh pada media MRS Agar miring sebagai stok isolate uji selanjutnya (Yuni & Sari, 2013).

#### **3.4.4 Karakterisasi BAL**

Karakterisasi BAL dilakukan identifikasi morfologi BAL dengan dua cara, yaitu identifikasi makroskopik pengamatan terhadap koloni dan mikroskopik dengan pengamatan bentuk sel, serta pengujian biokimia. Identifikasi makroskopik yang diamati berupa bentuk warna, elevasi, dan bentuk tepian koloni BAL yang tumbuh ada media MRS *Agar*, sedangkan identifikasi mikroskopik berupa bentuk sel dan identifikasi fisiologis dengan uji pewarnaan Gram, uji katalase, uji endospor, uji indol, uji MR-VP (*Metyl Red-Voges Poskauer*) (Ismail, *et.al.*, 2017). Pengujian biokimia mengikuti prosedur Cappucino & Sherman (2014).

Identifikasi makroskopik dilakukan dengan memilih strain kuadran isolat tahap pertama. Isolasi koloni yang diduga BAL dapat dilihat dari bentuk, tepian, elevasi, perubahan warna, bentuk sel, kelompok Gram dan uji endospora. Koloni BAL yang dilihat bewarna putih hingga putih kekuningan, berbentuk bulat dengan tepian berwarna bening, sehingga perubahan warna media menjadi kuning muda atau putih susu di sekitaran media tumbuh koloni bakteri. Isolat BAL yang memiliki koloni yang sama dianggap sebagai satu jenis (*strain*). Setelah masa

penginkubasian 24-48 jam, isolat yang telah diidentifikasi bentuk makroskopik merujuk pada buku *Lacid Acid Bacteria Biodiversity and Taxonomy* oleh Wilhelm and Brian, (2014).

#### **3.4.4.1. Uji Pewarnaan Gram**

Isolat bakteri diambil menggunakan ose dan diletakkan di atas kaca preparat sebanyak 1 ose, lalu difiksasi di atas busen kemudian ditetaskan kristal violet sebanyak 2-3 tetes dan didiamkan selama 1 menit. Kemudian preparat dibilas dengan air mengalir hingga warna luntur. Selanjutnya preparat ditetaskan gram's iodine sebanyak 2-3 tetes dan didiamkan selama 1 menit. Kemudian preparat dibilas kembali dengan air mengalir dan dikeringkan dengan cara dianginkan, selanjutnya preparat tersebut ditetesi dengan 2-3 tetes larutan alkohol dan dibilas dengan air mengalir, lalu ditetesi dengan larutan safranin pada kaca preparat sebanyak 2-3 tetes kemudian didiamkan selama 1 menit dan dikering anginkan dan dibilas dengan air mengalir, selanjutnya preparat diamati di bawah mikroskop.

#### **4.4.4.2. Uji Endospora**

Bakteri dioleskan pada kaca objek lalu letakkan kertas saring di atasnya. Kemudian diletakkan kaca objek tersebut pada besi. Genangi olesan bakteri dengan *malachite green* sambil dipanasi dengan nyala api kecil. Pemanasan diatur supaya jangan sampai mendidih atau mengering. Ditambahkan beberapa tetes *malachite green* selama pemanasan untuk mencegah pengeringan. Olesan bakteri tersebut digenangi *malachite green* selama 5-10 menit. Dibiarkan kaca objek sampai dingin selama 1 menit, kemudian dicuci kelebihan zat warna dengan air mengalir. Lalu ditetesi olesan bakteri dengan safranin selama 1 menit, selanjutnya dicuci dengan



air mengalir. Kemudian dikeringkan dengan kertas saring, dan diamati dengan mikroskop 1000x menggunakan minyak emersi.

#### **4.4.4.3. Uji Katalase**

Pengujian katalase dilakukan untuk mengetahui kemampuan BAL dalam memproduksi enzim katalase. Uji katalase dilakukan menggunakan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) sebanyak 3%. Prosedur uji dikerjakan sebagai berikut: diambil satu ose isolat dari media pertumbuhan MRSA, kemudian diletakkan pada obyek gelas dan diteteskan pereaksi  $H_2O_2$  3% pada permukaan kaca preparat serta dibiarkan beberapa saat. Kemudian diamatin hasil uji positif ditandai dengan terbentuknya gelembung.

#### **4.4.4.4. Uji MR-VP (*Metyl Red-Voges Poskauer*)**

Isolat bakteri diinokulasi ke dalam media MR-VP dan diinkubasi pada suhu  $37^\circ C$  selama 48 jam. Pengamatan uji MR dilakukan dengan menambahkan 3 tetes reagen MR ke dalam media. Uji positif ditandai dengan perubahan warna media menjadi merah artinya terbentuk asam. Uji VP dilakukan dengan menambahkan 3 tetes KOH 3% dan 5 tetes alfa-naftol, lalu dikocok selama 30 detik. Kemudian diamati perubahan warnanya, warna kuning menunjukkan reaksi negatif dan warna merah menunjukkan reaksi positif.

#### 4.4.4.5. Uji Indol

Isolat bakteri diinokulasi ke dalam media *Sulfida indole motility* (SIM) dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Pengamatan hasil uji indol dilakukan dengan menambahkan 10 tetes reagen *Kovac's*. Uji positif ditandai dengan terbentuknya lapisan berwarna merah di bagian atas biakan.

#### 4.4.4.6. Uji TSIA

Isolat bakteri diinokulasikan pada media Triple Sugar Iron Agar (TSIA) dengan cara diinokulasikan tegak lurus pada bagian *butt* dan cara goresan sinambung pada bagian *slant*. Kemudian biakan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dan diamati perubahan warna media. Apabila pada bagian *slant* media berwarna merah dan *butt* berwarna kuning, maka bakteri mampu memfermentasi glukosa. Apabila pada bagian *slant* dan *butt* media berwarna kuning, maka bakteri mampu memfermentasi glukosa, laktosa dan sukrosa.

#### 4.4.5. Uji Tantang Antibakteri Isolat BAL Terhadap Bakteri Uji

Uji antimikroba isolat BAL terhadap pertumbuhan bakteri uji *E. coli* ATCC 25922 dan *P. aeruginosa* PAO01 dilakukan menggunakan metode Kirby Bauer. Suspensi kultur murni bakteri uji umur 24 jam dimasukkan ke dalam 2 ml NaCl fisiologis kemudian disetarakan dengan kekeruhan larutan standard *Mac Farland* 0,5 (konsentrasi mikroba  $6 \times 10^8$  CFU/ml). Kemudian dalam pembuatan suspensi isolat BAL dengan menggunakan NaCl 0,9 % 2 ml kemudian dimasukkan ke tabung reaksi. Kemudian disiapkan untuk 10 ml media MHA dan dituang secara aseptis ke dalam petri steril, dibiarkan memadat. Selanjutnya sebanyak 0,2 ml suspensi bakteri uji, inokulasikan ke dalam petri berisi media MHA secara *spread plate* (harus

merata di seluruh permukaan media) menggunakan *cotton bud* steril dan dibiarkan permukaan agar selama 15 menit.

*Blank disk* (kertas cakram kosong) yang sudah disiapkan kemudian diletakkan pada permukaan media MHA. Sebanyak 30 µl suspensi isolat BAL diteteskan pada masing-masing permukaan kertas cakram kosong, sebagai kontrol digunakan antibiotik kloramfenikol 30 mm. Inkubasi dilakukan selama 24 jam pada suhu 37°C. Kemudian diamati zona bening yang terbentuk, dan diukur dengan menggunakan jangka sorong (Meganada *et al.*, 2017).

Rumus untuk menghitung zona hambat adalah sebagai berikut (Miranda *et al.*, 2016):

$$\frac{(D_v - D_c) + (D_h - D_c)}{2}$$

Keterangan:

$D_c$  = diameter cakram

$D_v$  = diameter vertikal

$D_h$  = diameter horizontal

Zona hambat yang diamati yaitu, apabila diameter >20 mm digolongkan sangat kuat, 11-20 mm digolongkan kuat, 6-10 mm digolongkan sedang, dan <5 mm digolongkan lemah (Surjowardojo *et al.*, 2016).

#### 4.4.6. Analisa Data

Analisis data pengujian aktivitas antibakteri dilakukan secara analisis komparatif yang diolah dengan alat bantu perangkat komputer *software* SPSS versi 21.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

##### 4.1.1. Karakterisasi BAL dari Susu Kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh 11 isolat BAL dengan menggunakan media selektif MRSB dan MRSA. Berikut koloni BAL yang berhasil diisolasi dari susu kambing Peranakan Etawah data dilihat pada Gambar 4.1. dari pengamatan morfologi koloni dan mikroskopis isolat memiliki karakterisasi berbeda – beda Tabel 4.1. Hasil pengujian biokimia diketahui bahwa Katalase, MR – VP, Indol, TSIA menunjukkan reaksi berbeda, kemampuan fisiologis isolat BAL dapat dilihat (Tabel 4.2).



Gambar 4.1 Isolasi BAL pada Pengenceran  $10^{-9}$

Tabel 4.1 Karakteristik Morfologi Koloni dan Mikroskopis BAL

No	Kode Isolat	Morfologi Koloni				Bentuk Sel	Kelompok Gram	Uji Endospora
		Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna			
1	LC 1	Bulat besar	Licin	Timbul datar	Putih samar	Basil	+	-
2	LC 2	Tak teratur	Licin	Timbul datar	Putih samar	Basil	+	-
3	LC 3	Tak teratur	Licin	Melengkung	Kuning muda	Basil	+	-
4	LC 4	Kumpanan	Licin	Rata	Putih samar	Basil	+	-
5	LC 5	Bulat sedang	Bergerigi	Melengkung	Kuning pekat	Basil	+	-
6	LC 6	Bulat sedang	Licin	Melengkung	Kuning muda	Basil	+	-
7	LC 7	Bulat kecil	Licin	Melengkung	Kuning muda	Basil	+	-
8	LC 8	Tak teratur	Licin	Timbul datar	Kuning muda	Basil	+	-
9	LC 9	Bulat kecil	Licin	Melengkung	Kuning muda	Basil	+	-
10	LC 10	Kumpanan	Licin	Rata	Putih samar	Basil	+	-
11	LC 11	Bulat kecil	Licin	Rata	Putih samar	Basil	+	-

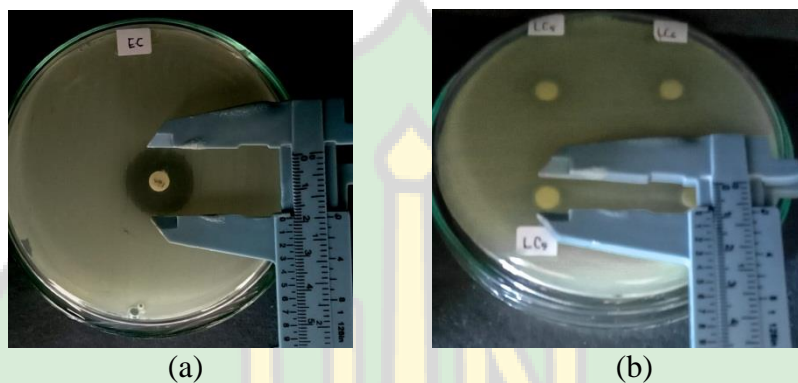
Keterangan: LC: Laktat Capra

Tabel 4.2 Hasil Uji Biokimia

No	Kode Isolat	Uji Katalase	Uji MR/VP		Uji Indol	Uji TSIA			
			MR	VP		Glukosa	Sukrosa	Laktosa	H <sub>2</sub> S
1	LC 1	-	+	-	-	-	-	-	-
2	LC 2	-	+	-	-	+	+	+	-
3	LC 3	-	+	-	-	+	+	+	-
4	LC 4	+	-	-	-	-	-	-	-
5	LC 5	+	+	-	-	-	-	-	-
6	LC 6	+	-	-	-	-	-	-	-
7	LC 7	+	-	-	-	-	-	-	-
8	LC 8	-	+	-	-	+	+	+	-
9	LC 9	+	+	-	-	-	+	+	-
10	LC 10	+	+	-	-	-	-	-	-
11	LC 11	+	+	-	-	-	-	-	-

#### 4.1.2 Kemampuan Isolat BAL dari Susu Kambing Peranakan Etawah Terhadap *E. coli* ATCC 25922

Hasil uji kemampuan isolat BAL dalam menghambat pertumbuhan *E. coli* ATCC 25922 dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Tabel 4.3



Gambar 4.2. Zona Hambat Bakteri *E. coli* ATCC 25922  
(a) Kontrol (b) LC9

Tabel 4.3 Hasil Uji Kemampuan Isolat BAL dalam Menghambat Pertumbuhan *E. coli* ATCC 25922

Luas Zona Bening Rata – rata (mm)												
Bakteri	Kontrol	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10	LC11
<i>E. coli</i>	15,6	0,0	0,0	4,21	0,0	6,59	6,99	0,0	0,0	7,87	3,28	2,82
<b>Kategori</b> (surjowarjo <i>et al.</i> ,2016)	Kuat	Lemah	Lemah	Lemah	Lemah	Sedang	Sedang	Lemah	Lemah	Sedang	Lemah	Lemah





## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Karakterisasi BAL dari Susu Kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus hircus*).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat 11 isolat BAL yang telah dilakukan karakterisasi morfologi koloni meliputi bentuk koloni, tepian, elevasi, dan warna terdapat 11 isolat yang berbeda - beda. Karakterisasi morfologi sel meliputi bentuk sel bakteri, kelompok Gram dan uji endospora (Tabel 4.1). Kemudian dilakukan karakterisasi berdasarkan hasil uji biokimia. Uji biokimia merupakan tahapan lanjutan yang diperlukan untuk mengidentifikasi suatu bakteri. Uji biokimia yang dilakukan pada penelitian ini meliputi uji katalase, MR-VP, indol, dan uji TSIA, dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa isolat memiliki karakterisasi morfologi yang berbeda – beda dapat dilihat pada Gambar 4.1. Hasil pewarnaan Gram kesebelas isolat yang diamati dengan mikroskop 1000x menunjukkan bahwa semua isolat memiliki bentuk sel basil dan hasil uji endospora seluruh isolat berbentuk sel vegetatif atau non endospora, kesebelas isolat tersebut berwarna ungu (Gambar 4.4) dan isolat uji endospora dapat dilihat pada (Gambar 4.5). Hal ini mengindikasikan bahwa isolat BAL yang diperoleh dari hasil pemerahan susu segar kambing Peranakan Etawah hanya bakteri Gram positif.

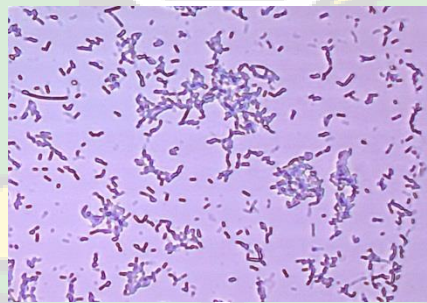
Menurut Cappuccino dan Sherman, (2014), BAL merupakan bakteri Gram positif. Bakteri Gram positif akan berwarna ungu ketika diberi pewarna utama (kristal violet) dan diperkuat oleh iodine serta tidak luruh ketika ditetesi alkohol. Dinding sel bakteri Gram positif terdiri dari lapisan peptidoglikan yang tebal. Peptidoglikan tidak larut dalam alkohol, sehingga warna ungu tidak tercuci keluar.

Pewarnaan Gram juga dapat digunakan untuk melihat bentuk dan susunan sel bakteri.



Gambar 4.4. Gambar Uji Pewarnaan Gram  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Bedasarkan uji endospora BAL dari susu kambing Peranakan Etawah merupakan bakteri sel vegetatif, spora yang dihasilkan oleh bakteri pada pewarnaan endospora akan menyerap pewarna *malachite green*, sedangkan sel *vegetatif* akan bewarna merah dikarenakan pewarnaan safranin. Pada penelitian yang telah dilakukan semua bakteri tidak ditemukan endospora pada sel isolat, yang artinya bakteri yang ditemukan negatif endospora.



Gambar 4.5. Gambar Uji Endospora  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Berdasarkan karakterisasi bakteri asam laktat pada uji pewarnaan Gram serta endospora yang telah dilakukan diketahui bahwa sebelas isolat merupakan endospora negatif. Endospora negatif dari bakteri tersebut merupakan ciri-ciri dari bakteri asam laktat, yaitu Gram positif dengan bentuk sel basil serta endospor negatif yang terlihat dengan tidak adanya spora pada bakteri. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Rustan, (2013), yang mengatakan bahwa mikroba yang tidak memiliki endospor dan dapat melakukan fermentasi pada produk tersebut adalah jenis bakteri penghasil asam laktat.

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Alang, (2018), menyatakan bahwa karakterisasi biokimia isolat yang tumbuh pada susu kambing etawa yang telah difermentasi memiliki ciri-ciri yang menyerupai *Lactobacillus* dan *Lactococcus*, dimana bakteri ini dalam kondisi ruang akan mengubah susu menjadi asam dan menggumpalkan susu. Ciri khas dari *Lactobacillus* dan *Lactococcus* adalah warna koloni putih susu atau sedikit krem hingga kekuningan, dengan tepi koloni bulat berbentuk seperti wol. Perbedaan *Lactobacillus* dan *Lactococcus* adalah dari bentuk selnya. *Lactobacillus* memiliki bentuk basil atau panjang dan *Lactococcus* memiliki bentuk *coccus* atau bulat, dan tergolong kedalam bakteri Gram positif.

Menurut Abubakr & Al-Adiwish, (2017), bakteri asam laktat adalah bakteri Gram positif, tidak terbentuk spora, katalase negatif, anaerobik yang dapat tumbuh dilingkungan oksigen dan pada peragian karbohidrat (glukosa dan laktosa) terutama membentuk asam laktat, dalam klasifikasi tersebut bakteri asam laktat termasuk dalam genus *Lactobacillus*, *Leconosto*, *Streptococcus*, *Pediococcus* dan *Bifidobacterium*.

Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Aini, (2015), mengenai bakteri asam laktat dalam susu kambing Saanen (*Capra aegagrus* H.), menunjukkan jenis Gram positif tidak membentuk spora dan bersifat anaerob, yaitu *Lactobacillus bulgaricus* (SP2), dan *Lactobacillus desidiosusus* (SP3).

Klasifikasi isolat bakteri berdasarkan pada sifat morfologi koloni, morfologi sel dan uji biokimia dengan mengacu pada buku *Lacid Acid Bacteria Biodiversity and Taxonomy* oleh Wilhelm and Brian, (2014). Berdasarkan identifikasi bakteri asam laktat dari 11 isolat merupakan genus *Lactobacillus*, dan hasil uji biokimia ini diduga LC2, LC3 dan LC8 termasuk ke dalam spesies *Lactobacillus bulgaricus* sedangkan LC5, LC6, dan LC9 termasuk ke dalam spesies *Lactobacillus plantarum*, sedangkan isolat LC1, LC4, LC7, LC10 dan LC11 termasuk ke dalam bakteri *Lactobacillus desidiosusus*. BAL susu kambing Peranakan Etawah segar diperoleh bahwa memiliki ciri-ciri yaitu selnya berbentuk batang (basil) berwarna ungu, bakteri Gram positif, non endospora, indol negatif, katalase negatif dan dapat memfermentasi ketiga gula (glukosa, sukrosa dan laktosa). Menurut (Suhaeni & Syakur, 2016), bakteri asam laktat merupakan bakteri katalase negatif karena tidak menghasilkan enzim katalase yang dapat memecah hidrogen peroksida.

Menurut Putri *et al.*, (2018), beberapa spesies *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, dan *Pediococcus* juga dapat menghasilkan katalase positif tergantung pada jenis mikroorganisme dan media pertumbuhannya. Media MRSA mengandung hematin, oleh sebab itu bakteri mampu mensintesis apoenzim, serta adanya korelasi antara aktivitas pemisahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. mekanisme enzim katalase memecah H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yaitu saat melakukan respirasi, bakteri menghasilkan berbagai macam komponen salah satunya H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Bakteri yang memiliki kemampuan

memecah  $H_2O_2$  dengan enzim katalase maka segera membentuk suatu sistem pertahanan dari toksik  $H_2O_2$  yang dihasilkannya sendiri. Bakteri katalase positif akan memecah  $H_2O_2$  menjadi  $H_2O$  dan  $O_2$  dimana parameter yang menunjukkan adanya aktivitas katalase tersebut adalah *bubble* (buih) berupa gelembung-gelembung oksigen (Mustaqim & Roza, 2014). Pada Tabel 4.5 dapat dilihat identifikasi morfologi dan biokimia spesies *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Lactobacillus desidiosus* (Wilhelm and Brian, 2014).

Tabel 4.5 Identifikasi Morfologi dan Biokimia BAL

Morfologi dan Biokimia	<i>L. bulgaricus</i>	<i>L. plantarum</i>	<i>L. desidiosus</i>
<b>Bentuk</b>	Tak teratur	Bulat kecil	Kumpanan
<b>Warna koloni</b>	Putih samar	Kuning muda-pekak	Putih-kekuningan
<b>Elevasi</b>	Timbul datar	Melengkung	Rata
<b>Tepian</b>	Licin	Licin	Licin
<b>Gram</b>	+	+	+
<b>Endospora</b>	-	-	-
<b>Katalase</b>	-	+	-/+
<b>MR</b>	+	+	-/+
<b>VP</b>	-	-	-
<b>Indol</b>	-	-	-
<b>TSIA</b>			
<b>Glukosa</b>	+	-	-
<b>Sukrosa</b>	+	+	-
<b>Laktosa</b>	+	+	-
<b>H<sub>2</sub>S</b>	-	-	-

Keterangan :

Negatif : -

Positif : +

Klasifikasi bakteri asam laktat menurut buku *Lacid Acid Bacteria Biodiversity and Taxonomy* oleh Wilhelm and Brian, (2014), adalah sebagai berikut:

1. Kingdom : *Bacteria*  
Divisi : *Firmicutes*  
Kelas : *Bacilli*  
Ordo : *Lactobacillales*  
Famili : *Lactobacillaceae*  
Genus : *Lactobacillus*  
Spesies : *Lactobacillus bulgaricus*.

2. Kingdom : *Bacteria*  
Divisi : *Firmicutes*  
Kelas : *Bacilli*  
Ordo : *Lactobacillales*  
Famili : *Lactobacillaceae*  
Genus : *Lactobacillus*  
Spesies : *Lactobacillus plantarum*.

3. Kingdom : *Bacteria*  
Divisi : *Firmicutes*  
Kelas : *Bacilli*  
Ordo : *Lactobacillales*  
Famili : *Lactobacillaceae*  
Genus : *Lactobacillus*  
Spesies : *Lactobacillus desidiosus*.



#### 4.2.2 Kemampuan Isolat BAL dari Susu Kambing Peranakan Etawah terhadap Bakteri Uji

Berdasarkan penelitian uji antimikroba isolat BAL terhadap bakteri *E. coli* ATCC 25922 yang telah dilakukan, diketahui bahwa Isolat LC9 merupakan isolat yang memiliki kemampuan penghambatan yang paling besar terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli* ATCC 25922 dengan diameter 7,87 mm yang digolongkan sedang LC5 6,59 mm dan LC6 6,99 mm digolongkan sedang dapat dilihat pada (Gambar 4.2), isolat LC9 dikelompokkan ke dalam spesies *Lactobacillus plantarum* LC5 dan LC6 dikelompokkan ke dalam spesies *Lactobacillus desidiosus*. Zona hambat yang dihasilkan oleh senyawa metabolit *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus desidiosus* terhadap bakteri patogen Gram negatif merupakan akibat dari adanya metabolit primer yaitu asam laktat, etanol, diasetil, dan karbondioksida maupun karena adanya metabolit sekunder yaitu bakteriosin dan senyawa hidrogen peroksida (Hidayatulloh *et al.*, 2019).

Menurut Kasi *et al.*, (2017), aktivitas zona hambat yang dihasilkan oleh senyawa antimikroba ditunjukkan dengan adanya zona bening di sekeliling kertas cakram. Zona bening yang terbentuk pada uji aktibakteri *E. coli* ATCC 25922 terlihat zona bening dengan batas tepi lingkaran yang tegas dan jelas. Pada kasus senyawa antibakteri dari BAL, zona bening dengan batas tepi lingkaran yang jelas dan tegas disebabkan oleh adanya aktivitas bakteriosin, karena bakteriosin memiliki sifat *single hit inactivation* yang artinya satu molekul bakteriosin akan membunuh satu sel bakteri indikator. Bakteriosin juga mencegah sintesis peptidoglikan yang utuh, sehingga dinding sel bakteri Gram positif akan melemah dan akibatnya sel bakteri akan mengalami lisis.

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Arifin, (2018), menyatakan bahwa isolat BAL asal Cincaluk dengan kode isolat GT mempunyai kemampuan yang lebih besar dalam menghambat bakteri *E. coli*, dengan nilai rata-rata 11,0 mm digolongkan kuat dan diduga isolat GT mampu menghasilkan bakteriosin yang lebih banyak dibandingkan isolat BAL lainnya. Melliawati *et al.*, (2015), melaporkan bahwa salah satu isolat BAL yang diisolasi dari kakao (G6) memiliki zona bening terbesar yaitu 15 mm sedangkan isolat dari tahu (LnA4) menghasilkan zona bening 10 mm. Bila dilihat dari zona bening yang dihasilkan dari isolat BAL yang berasal dari dadih, menghasilkan zona bening lebih luas sehingga menghasilkan aktivitas antibakteri lebih tinggi. Suwayvia, (2017), menyatakan bahwa antibakteri yang dihasilkan BAL diketahui memiliki komponen senyawa antibakteri yang terdiri dari asam laktat, asam asetat, bakteriosin, dan komponen penghambat lainnya.

Kemampuan kloramfenikol menunjukkan aktivitas zona hambat lebih besar terhadap bakteri *E. coli* dibandingkan dengan isolat BAL yaitu dengan luas zona hambat 15,6 mm digolongkan kuat terhadap *E. coli* ATCC 25922 dapat dilihat pada Tabel 4.3. Sedangkan kemampuan isolat BAL dalam menghambat pertumbuhan *P. aeruginosa* PAO01 dalam penelitian ini bahwa seluruh isolat BAL tidak mampu menghambat bakteri *P. aeruginosa* PAO01, zona hambat yang didapatkan semua isolat digolongkan lemah <5 mm, dan kontrol positif kloramfenikol menunjukkan aktivitas zona hambat digolongkan lemah <5 mm (Gambar 4.3.) Kemampuan kloramfenikol yang lemah terhadap *P. aeruginosa* PAO01 berkaitan dengan sifat resistensi bakteri terhadap antibiotik. Menurut Surjowardojo *et al.*, (2016), aktivitas zona hambat dikelompokkan menjadi empat kategori yaitu, apabila diameter >20



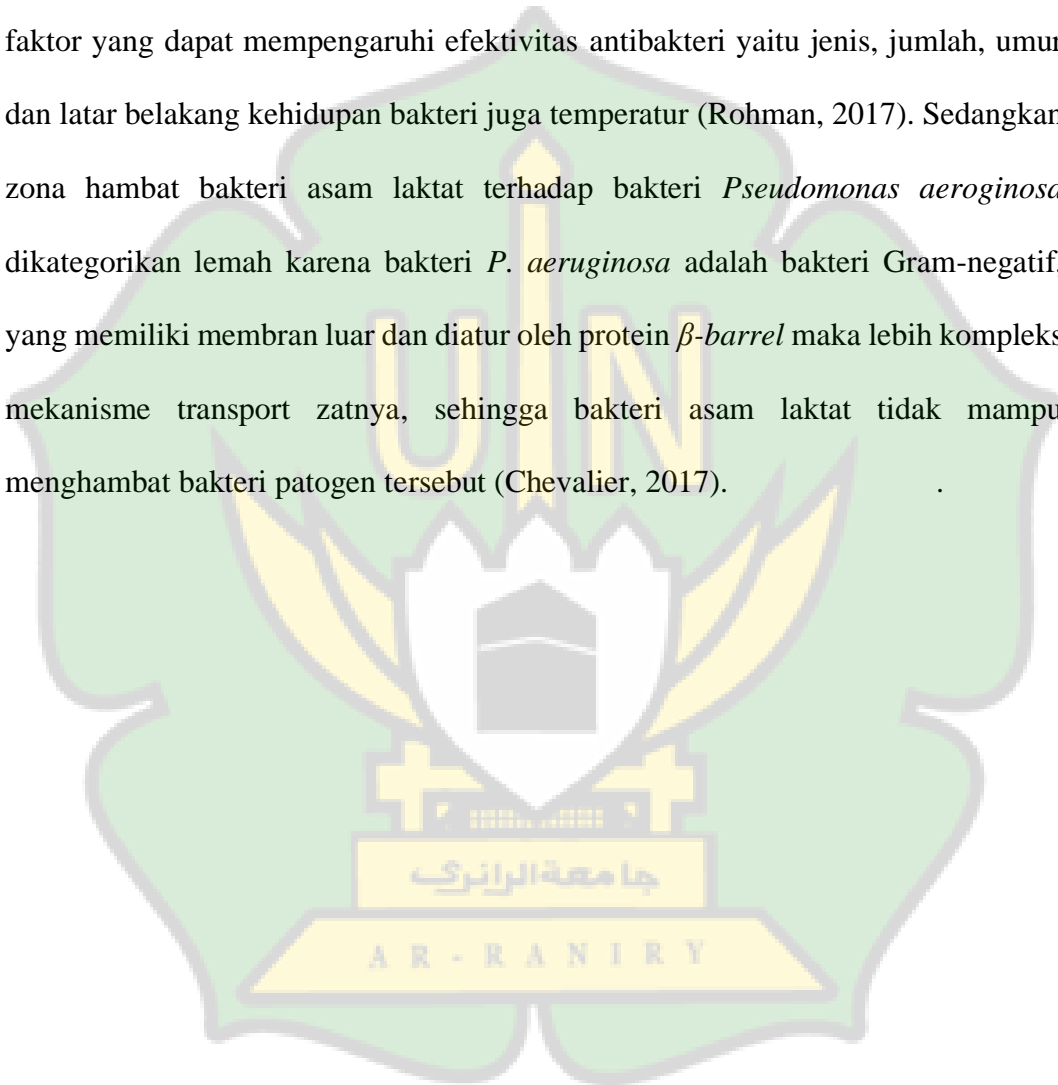
mm digolongkan sangat kuat, 11-20 mm digolongkan kuat, 6-10 mm digolongkan sedang, dan <5 mm digolongkan lemah.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Rukmono & Zuraida, (2013), menemukan lebih dari 70% bakteri yang resisten terhadap antibiotik kloramfenikol adalah bakteri Gram negatif, *Pseudomonas aeruginosa* (44%), *Alkaligenes* sp (15%), *Stafilococcus* sp. (14%) dan *Klebsiella* (11%). Bakteri *P. aeruginosa* dapat mengalami resistensi terhadap antibiotik dikarenakan mutasi gen spontan (tidak dapat ditransfer) atau transfer gen horizontal. Terdapat tiga mekanisme dalam transfer gen horizontal, yaitu konjugasi, transformasi dan transduksi. Konjugasi merupakan model transfer yang paling disukai dalam transfer gen dikarenakan gen resisten ini dapat dipindahkan memalui elemen *mobile* seperti transposon dan plasmid (Jose *et al.*, 2015).

Resistensi terhadap antibiotik kloramfenikol mayoritas disebabkan oleh adanya enzim yang menambahkan gugus asetil ke dalam antibiotik. Kloramfenikol yang terasetilasi tidak akan dapat terikat pada subunit 50s ribosom bakteri, sehingga tidak mampu menghambat sintesis protein. Bakteri yang resisten terhadap kloramfenikol memiliki plasmid dengan sebuah gen yang mengkode kloramfenikol asetiltransferase. Enzim ini menginaktivasi kloramfenikol yang telah melewati membran plasma dan memasuki sel. Kloramfenikol asetiltransferase diproduksi secara terus menerus oleh kebanyakan bakteri Gram negatif (Wirastuti, 2016).

Hasil penelitian aktivitas zona hambat bakteri asam laktat terhadap bakteri *E. coli* yang diperoleh dikategorikan sedang dalam aktivitas penghambatan bakteri patogen dikarenakan bakteriosin yang merupakan senyawa protein yang

dieksresikan oleh bakteri yang bersifat menghambat pertumbuhan bakteri patogen yang pada umumnya bakteriosin ini stabil dan bisa bertahan pada kondisi media pertumbuhan tertentu termasuk dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. Coli*, namun dalam proses penghambatan aktivitas ini bakteriosin tidak fleksibel dan tidak stabil terhadap pH dan suhu yang cukup luas hal ini dikarenakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas antibakteri yaitu jenis, jumlah, umur dan latar belakang kehidupan bakteri juga temperatur (Rohman, 2017). Sedangkan zona hambat bakteri asam laktat terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dikategorikan lemah karena bakteri *P. aeruginosa* adalah bakteri Gram-negatif, yang memiliki membran luar dan diatur oleh protein  $\beta$ -barrel maka lebih kompleks mekanisme transport zatnya, sehingga bakteri asam laktat tidak mampu menghambat bakteri patogen tersebut (Chevalier, 2017).



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

1. Pada penelitian yang telah dilakukan bakteri asam laktat dari susu kambing peranakan etawah memiliki karakterisasi morfologi yang berbeda-beda, bentuk sel basil dan non endosora (sel vegetatif)
2. Kemampuan isolat BAL dari susu kambing peranakan etawah dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* 25922 digolongkan sedang dengan diameter 7,87 mm
3. Kemampuan isolat BAL dari susu kambing peranakan etawah dalam menghambat pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* PAO01 digolongkan lemah <5 mm dengan diameter 0,95 mm

#### **5.2. Saran**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk identifikasi tingkat spesies dan mengetahui senyawa spesifik sebagai antimikroba pada bakteri asam laktat serta aktivitas antibakterinya terhadap bakteri patogen lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Monem, M. O., Mohamed, E. A., Awad, E. T., Ramadan, A.-H. M., & Mahmoud, H. A. (2014). Multiplex Pcr as Emerging Technique for Diagnosis of Enterotoxigenic *E. coli* Isolates from Pediatric Watery Diarrhea. *Journal of American Science*, 10 (10), 157–164. [https://www.researchgate.net/publication/312589326\\_Multiplex\\_PCR\\_as\\_emerging\\_technique\\_for\\_diagnosis\\_of\\_enterotoxigenic\\_E\\_coli\\_isolates\\_from\\_pediatriac\\_watery\\_diarrhea](https://www.researchgate.net/publication/312589326_Multiplex_PCR_as_emerging_technique_for_diagnosis_of_enterotoxigenic_E_coli_isolates_from_pediatriac_watery_diarrhea). Diakses 24 Juni 2021.
- Abubakar, M. A. S., & Al-Adiwish, W. M. (2017). Isolation and Identification of Lactic Acid Bacteria from Different Fruits with Proteolytic Activity. *International Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2(2), 58–64. e-ISSN: 2614-0497.
- Aini, N.L. (2015). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat pada Susu Kambing Saanen (*Capra aegagrus* H.). *SKRIPSI*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. <http://etheses.uin-malang.ac.id/4975/1/10620029.pdf>. Diakses 24 Juni 2021.
- Alang, H. (2018). Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Susu Kambing Etawah Fermentasi. *Jurnal Ilmiah Pena: Sains dan Ilmu Pendidikan*, 10(1), 1–5. <http://etheses.uin-malang.ac.id/4975/1/10620029.pdf>. Diakses 24 Juni 2021.
- Anita, S., & Karjadidjaja, I. (2014). Hubungan Pola Asupan Susu dan Hasil Olahan Susu dengan Tinggi Badan pada Anak kelas 4 SD Bunda Hati Kudus Februari 2014. *Tarumanagara Medical Journal*, 1(1), 174–182. e-ISSN: 2461-095X.
- Arifin. 2018. Daya Hambat Bakteri Asam Laktat (Bal) dari Cincaluk Terhadap Bakteri Patogen (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*) dan Produksi Enzim Protease. *Journal of Materials Processing Technology*, 1(1), 1–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001> <http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055> <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006> <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024> <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252> <http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252>. Diakses 16 Juni 2021.
- 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*, 39 (3), 189–198. E-ISSN-2407-876X.
- Badan POM RI, Sentra Informasi Keracunan Nasional. (2014). *Keracunan Pangan Akibat Bakteri Patogen*. Diakses pada 21 Mei 2020. Tersedia dari: <http://ik.pom.go.id/v2014/artikel/Keracunan-Pangan-AkibaBakteri-Patogen3.pdf>. Diakses 09 Juli 2021.

- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2015). Bibit Kambing Peranakan Etawah (PE). Jakarta (Indonesia): *Badan Standardisasi Nasional*. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/Pros.Semnas.TPV-2019-p.530-537>.
- Brooks, G. F., Carroll, K. C., Buter, J. S., Morse, S. A., dan Mietzner, T. A. (2012). Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, dan Adelberg. Edisi 23. Jakarta: EGC. ISBN 978-979448-859-1.
- Cappuccino, J. G., and Sherman, N. (2014). *Manual Laboratorium Mikrobiologi. Microbiology—Laboratory Manuals*. QW 25] LC Classification not assigned 579.078—dc23. 10th ed. p.; cm. Includes bibliographical references and index. ISBN-13: 978-0-321-84022-6 ISBN-10: 0-321-84022-4.
- Chevalier, S., E. Bouffartigues, J. Bodilis, O. Maillot, O. Lesouhaitier, M. G. J. Feuilloley, N. Orange, A. Dufour dan P. Cornelis. (2017). Structure, Function and Regulation of *Pseudomonas aeruginosa* Porins. *FEMS Microbiology Reviews*, 41 (5) : 698– 722. ISSN-0126-4400.
- Cousin, F. J., Lynch, S. M., Harris, H. M. B., McCann, A., Lynch, D. B., Neville, B. A., Irisawa, T., Okada, S., Endo, A., dan O’Toole, P. W. (2015). Detection and Genomic Characterization of Motility in *Lactobacillus curvatus*: Confirmation of Motility in a Species Outside the *Lactobacillus salivarius* clade. *Applied and Environmental Microbiology*, 81(4), 1297–1308. <https://doi.org/10.1186/s12866-020-01830-7>.
- Delvia, F., Fridayanti, A., & Ibrahim, A. (2015). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Buah Mangga (*Mangifera indica* L.). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences, 1*, 114–120. ISSN 2614-4778.
- Dharmayanti, I., & Sukrama, D. M. (2019). Karakteristik Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan Pola Kepekaannya Terhadap Antibiotik di Intensive Care Unit (ICU) Rs Sanglah Pada Bulan November 2014–Januari 2015. *E-Jurnal Medika*, 8(4). ISSN: 2303-1395.
- Faizi, D. B. (2017). *Korelasi Ukuran Tubuh dengan Bobot Badan Kambing Peranakan Ettawa (PE) Jantan di Kabupaten Malang*. Universitas Brawijaya. e- ISSN: 2656-4645.
- Farida, A. N. (2016). *Peran Bakteri Bacillus Cereus dan Pseudomonas Putida Dalam Bioremediasi Logam Berat (Fe, Cu, dan Zn) pada Tanah Tercemar Minyak Bumi-The Function Of Bacillus Cereus and Pseudomonas Putida For Heavy Metals (Fe, Cu And Zn) Bioremediation In Petroleum Contaminated Soil*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. <http://lib.unnes.ac.id/32280/1/4311413014.pdf>. Diakses 12 Agustus 2021.
- Fitriyana, N. I., Suwasono, S., & Kusnadi, J. (2015). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Indigenous dari Fermentasi Alami Biji Kakao Sebagai Kandidat Agen Antikapang. *AGROINTEK*, 9(1), 33–41.

file:///C:/Users/dell/Downloads/2122-4915-1-SM.pdf. Diakses 22 Juli 2021.

- Haki, M. Y. (2019). Pendugaan Bobot Badan Ternak Kambing Betina Berdasarkan Ukuran Linear Tubuh di Desa Boronubaen Kecamatan Biboki Utara Kabupaten Timor Tengah Utara. *JAS*, 4(4), 46–49. DOI: <https://doi.org/10.32938/ja.v4i4.686>.
- Hidayatulloh, A., Gumilar, J., & Harlia, E. (2019). The Potential of Metabolites Produced by *Lactobacillus Plantarum* Atcc 8014 As A *Biopreservatives* and Anti-Bacterial Materials in Animal Food Products. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*, 7(2). DOI: <https://doi.org/10.20956/jitp.v7i2.6811>.
- Indriani, S. (2014). *Daya Hambat Bakteri Asam Laktat Asal Dangke terhadap Pertumbuhan Bakteri Gram Positif sebagai Kandidat Probiotik*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. <https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/43593/147014004.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Diakses 26 Agustus 2021.
- Indriyati, A. S. (2010). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Susu Formula Balita yang Berpotensi Menghasilkan Substansi Antimikroba. (Skripsi). Yogyakarta (ID): UIN Sunan Kalijaga. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/2097/1/winarsih%20andani.pdf>. Diakses 11 Agustus 2021.
- Israningsih, I. (2020). *Uji Sinergitas Antibakteri dari Ekstrak Bawang Hitam (Black Garlic) dengan Amoxicillin terhadap Pertumbuhan Bakteri Pseudomonas sp.* (Skripsi). Universitas Hasanuddin. [http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/2276/2/N11116548\\_skripsi\\_22-09-2020\\_1-2.pdf](http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/2276/2/N11116548_skripsi_22-09-2020_1-2.pdf). Diakses 19 Juli 2021.
- Jose, N. M., Bunt, C. R., & Hussain, M. A. (2015). Implications of Antibiotic Resistance in Probiotics. *Food Reviews International*, 31(1), 52–62. <https://doi.org/10.1080/87559129.2014.961075>.
- Kadir, I. R. (2016). *Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (BAL) Kandidat Probiotik Asal Saluran Pencernaan DOC Broiler terhadap Berbagai Kondisi Asam Lambung* (Skripsi) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/832/1/full.pdf>. Diakses 02 Agustus 2021.
- Kartikasari, R. (2018). *Eksplorasi Bakteri Asam Laktat dari Saluran Pencernaan Kerang Pisau (Solen Spp.) Yang Berpotensi Sebagai Probiotik di Pesisir Selatan Kabupaten Bangkalan, Madura*. Universitas Brawijaya. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/biosaintifika/article/view/3956>. Diakses 14 Agustus 2021
- Kasi, P. D., Ariandi, & Mutmainnah, H. (2017). Uji Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Limbah Cair Sagu terhadap Bakteri Patogen. *Jurnal Biotropika*, 5(3), 97–101. <https://doi.org/10.1109/UMEDIA.2008.4570869>
- Katrin, D., Idiawati, N., & Sitorus, B. (2015). Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Daun Malek (*Litsea graciae* Vidal) Terhadap Bakteri *Stapylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(1). ISSN 2302-7274.



- Khikmah, N. (2015). Uji Antibakteri Susu Fermentasi Komersial pada Bakteri Patogen. *Jurnal Penelitian Saintek*, 20(1), 45–53. [https://www.researchgate.net/publication/319495327\\_Kemampuan\\_Antibakteri\\_Susu\\_Fermentasi\\_terhadap\\_Escherichia\\_coli\\_dan\\_Shigella](https://www.researchgate.net/publication/319495327_Kemampuan_Antibakteri_Susu_Fermentasi_terhadap_Escherichia_coli_dan_Shigella). [https://www.researchgate.net/publication/319495327\\_Kemampuan\\_Antibakteri\\_Susu\\_Fermentasi\\_terhadap\\_Escherichia\\_coli\\_dan\\_Shigella](https://www.researchgate.net/publication/319495327_Kemampuan_Antibakteri_Susu_Fermentasi_terhadap_Escherichia_coli_dan_Shigella). Diakses 11 desember 2021.
- Kurniasih, N. N., Fuah, A. M., & Priyanto, R. (2013). Karakteristik Reproduksi dan Perkembangan Populasi Kambing Peranakan Etawah di Lahan Pasca Galian Pasir. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 1(3), 132–137. ISSN 2303-2227.
- Lukman, D. W., Sudarwanto, M. B., Purnawarman, T., Latif, H., Pisestyani, H., Sukmawinata, E., & Akineden, O. (2016). CTX-M-1 and CTX-M-55 Producing *Escherichia coli* Isolated from Broiler Feces in Poultry Slaughterhouse, Bogor, West Java Province. *Global Advanced Research Journal of Medicine and Medical Sciences*, 5(12), 287–291. [https://www.researchgate.net/publication/312662779\\_CTX-M-15\\_and\\_CTX-M55\\_Producing\\_Escherichia\\_coli\\_in\\_Milk\\_from\\_Dairy\\_Farms\\_in\\_West\\_Java\\_Indonesia](https://www.researchgate.net/publication/312662779_CTX-M-15_and_CTX-M55_Producing_Escherichia_coli_in_Milk_from_Dairy_Farms_in_West_Java_Indonesia). Diakses 11 juli 2021.
- Machrus, A. F. (2017). *Susu Hewan Ternak dalam Al-Qur'an: Kajian Tematik*. UINWalisongo. <https://eprints.walisongo.ac.id/view/divisions/jur=5Fth/2017.html>. Diakses 23 Juni 2021.
- Martani, N. S. (2020). *MerA Echerichia coli (Efek Resisten Merkuri Terhadap Resistensi Antibiotik)*. Media Sains Indonesia. DOI: <https://doi.org/10.35790/ebm.v3i1.6607>
- Meganada. H. P., Sukini., dan Yodong. 2017. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Manusia Kesehatan. *Mikrobiologi*. [http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wpcontent/uploads/2017/11/mikrobiologi\\_bab1-9.pdf](http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wpcontent/uploads/2017/11/mikrobiologi_bab1-9.pdf).
- Melliawati, R., Djohan, A. C., dan Yopi, Y. (2015). Selection of Lactic Acid Bacteria as a Protease Enzyme Producer. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(2), 184–188. doi:10.1088/1755-1315/230/1/012089.
- Michael. J. L., dan Burton. E. P. (2011). *A Photographic Atlas for the Microbiology Laboratory*. 4th Edition ISBN: 978-089582-872-9 Library of Congress Control Number: 2010942487.
- Mohanty, D., Jena, R., Choudhury, P. K., Pattnaik, R., Mohapatra, S., dan Saini, M. R. (2016). Milk Derived Antimicrobial Bioactive Peptides: a Review. *International Journal of Food Properties*, 19(4), 837–846. Doi:10.1088/1755-1315/443/1/012085

- Mulyani, S. (2013). Kimia dan Bioteknologi dalam Resistensi Antibiotik. *Program Studi Kimia Jurusan FMIPA*. Surakarta. ISBN : 979363167-8
- Mustaqim, M., & Roza, R. M. (2014). *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Probiotik Pada Saluran Pencernaan Ikan Lais (Kryptopterus Spp.) (Skripsi)*. Riau University. <https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/11006/130302040.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Diakses 13 September 2020.
- Nababan, M., Suada, I. K., & Swacita, I. B. N. (2015). Kualitas Susu Segar pada Penyimpanan Suhu Ruang Ditinjau dari Uji Alkohol, Derajat Keasaman dan Angka Katalase. *Jurnal Indonesia Medicus Veterinus*, 4(4), 374–382. eISSN: 2477-6637.
- Ni, K., Wang, Y., Li, D., Cai, Y., & Pang, H. (2015). Characterization, Identification and Application of Lactic Acid Bacteria Isolated from Forage Paddy Rice Silage. *PloS One*, 10(3), e0121967. [https://www.researchgate.net/publication/274087982\\_Characterization\\_Identification\\_and\\_Application\\_of\\_Lactic\\_Acid\\_Bacteria\\_Isolated\\_from\\_Forage\\_Paddy\\_Rice\\_Silage](https://www.researchgate.net/publication/274087982_Characterization_Identification_and_Application_of_Lactic_Acid_Bacteria_Isolated_from_Forage_Paddy_Rice_Silage). Diakses 11 November 2020.
- Normaliska, R., Sudarwanto, M. B., & Latif, H. (2019). Pola Resistensi Antibiotik pada *Escherichia coli* Penghasil ESBL dari Sampel Lingkungan di RPH-R Kota Bogor. *Acta Veterinaria Indonesiana*, 7(2), 42–48. DOI: <https://doi.org/10.29244/avi.7.2.42-48>.
- Nugraha, C. D., Iqbal, M., & Suyadi, S. (2019). Karakteristik Morfometri Kambing Peranakan Etawah Betina pada Umur Berbeda di Kecamatan Boyolangu Kabupaten Tulungagung. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 542–549. ISSN 1693-8828.
- Nurhayati, L. S., Yahdiyani, N., & Hidayatulloh, A. (2020). Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt Dengan Metode Difusi Sumuran dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(2), 41. <https://doi.org/10.24198/jthp.v1i2.27537>.
- Nursini, N. W., & Yogeswara, I. B. A. (2015). Aktivitas Antimikroba Bakteri Asam Laktat Isolat Susu Kambing Terhadap Bakteri Patogen Saluran Pencernaan. *VIRGIN: Jurnal Ilmiah Kesehatan dan Sains*, 1(2). [https://repository.unsri.ac.id/6497/3/c.%20RAMA\\_54231\\_05041181520016\\_0016097208\\_0005128006\\_01\\_front\\_ref.pdf](https://repository.unsri.ac.id/6497/3/c.%20RAMA_54231_05041181520016_0016097208_0005128006_01_front_ref.pdf). Diakses 15 Desember 2020.
- Oktavia, N., & Pujiyanto, S. (2018). Isolasi dan Uji Antagonisme Bakteri Endofit Tapak Dara (*Catharanthus Roseus*, L.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Berkala Bioteknologi*. <file:///C:/Users/dell/Downloads/2209-6341-1-SM.pdf>. Diakses 13 November 2021
- Pato, U. (2003). Potensi Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Dadih untuk Menurunkan Resiko Penyakit Kanker. *Jurnal Natur Indonesia*, 5(2), 162–166. <https://doi.org/10.22146/agritech.13493>.



- Patria, M. W. (2016). *Isolasi, Seleksi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Enzim Protease, Lipase, dan Amilase dari Saluran Pencernaan Udang Vaname (Litopenaeus Vannamei) Asal Tambak Tradisional (Skripsi)*. Universitas Airlangga. ISSN 1693-8828.
- Pramesti, N. E., & Yudhastuti, R. (2017). Analisis Proses Distribusi Terhadap Peningkatan *Escherichia coli* pada Susu Segar Produksi Peternakan X Di Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(2), 181–190. ISSN: 2277-3878.
- Putri, A. A., Erina, E., & Fakhurrazi, F. (2018). Isolasi Bakteri Asam Laktat Genus *Lactobacillus* dari Feses Rusa Sambar (*Cervus unicolor*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 2(2), 170–176. E-ISSN-2407-8767
- Putri, Y. W., Putra, A. E., & Utama, B. I. (2018). Identifikasi dan Karakteristik Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Vagina Wanita Usia Subur. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7, 20–25. file:///C:/Users/dell/Downloads/2209-6341-1-SM.pdf. Diakses 13 Agustus 2021.
- Rahayu, P. P., Radiati, L. E., & Manab, A. (2015). Physico Chemical Properties of Whey Protein and Gelatine Biopolymer Using Tea Leaf Extract as Crosslink Materials. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 3(3), 224–236. 05 Januari 2020.
- Rahmiati, R., & Mumpuni, M. (2017). Eksplorasi Bakteri Asam Laktat Kandidat Probiotik dan Potensinya dalam Menghambat Bakteri Patogen. In *Elkawnie* (Vol. 3, Issue 2). <https://doi.org/10.22373/ekw.v3i2.1870>.
- Ramadhan, B.G., T.H. Suprayogi, A. S. (2013). *The Effect of Balanced Forage and Concentrate on Feed to Milk Production and Fat Content in Lactating Ettawa Grade Goats*. 2(1), 353–361. DOI: <https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v15i2.413>.
- Ramdani, D., & Kusmayadi, T. (2016). Identifikasi Karakteristik Sifat Kuantitatif Kambing Peranakan Etawah Betina di Kelompok Ternak Mitra Usaha Kecamatan Samarang Kabupaten Garut (Quantitative Traits Identification of Peranakan Etawah Female Goat at Mitra Usaha Livestock Group Samarang Subd. *Janhus: Jurnal Ilmu Peternakan Journal of Animal Husbandry Science*, 1(1), 24–32. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/Pros.Semnas.TPV-2019-p.530-537>.
- Ratya, N., Taufik, E., & Arief, I. I. (2017). Karakteristik Kimia, Fisik dan Mikrobiologis Susu Kambing Peranakan Etawa di Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 5(1), 1–4. ISSN 2303-2227.
- Rina, H, P. (2017). Mekanisme Pertahanan Bakteri Patogen Terhadap Antibiotik. *Jurnal Pro-Life*, 4(3), 418–429. file:///C:/Users/dell/Downloads/1950-Article%20Text-5361-1-10-20190812.pdf.
- Rohman, (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Bekasam Ikan Pati (*Pangasius hypophthalmus*) Terhadap *Escherichia coli* dan *Streptococcus* sp. *Skripsi*. Universitas Lampung. Hal : 1-50.

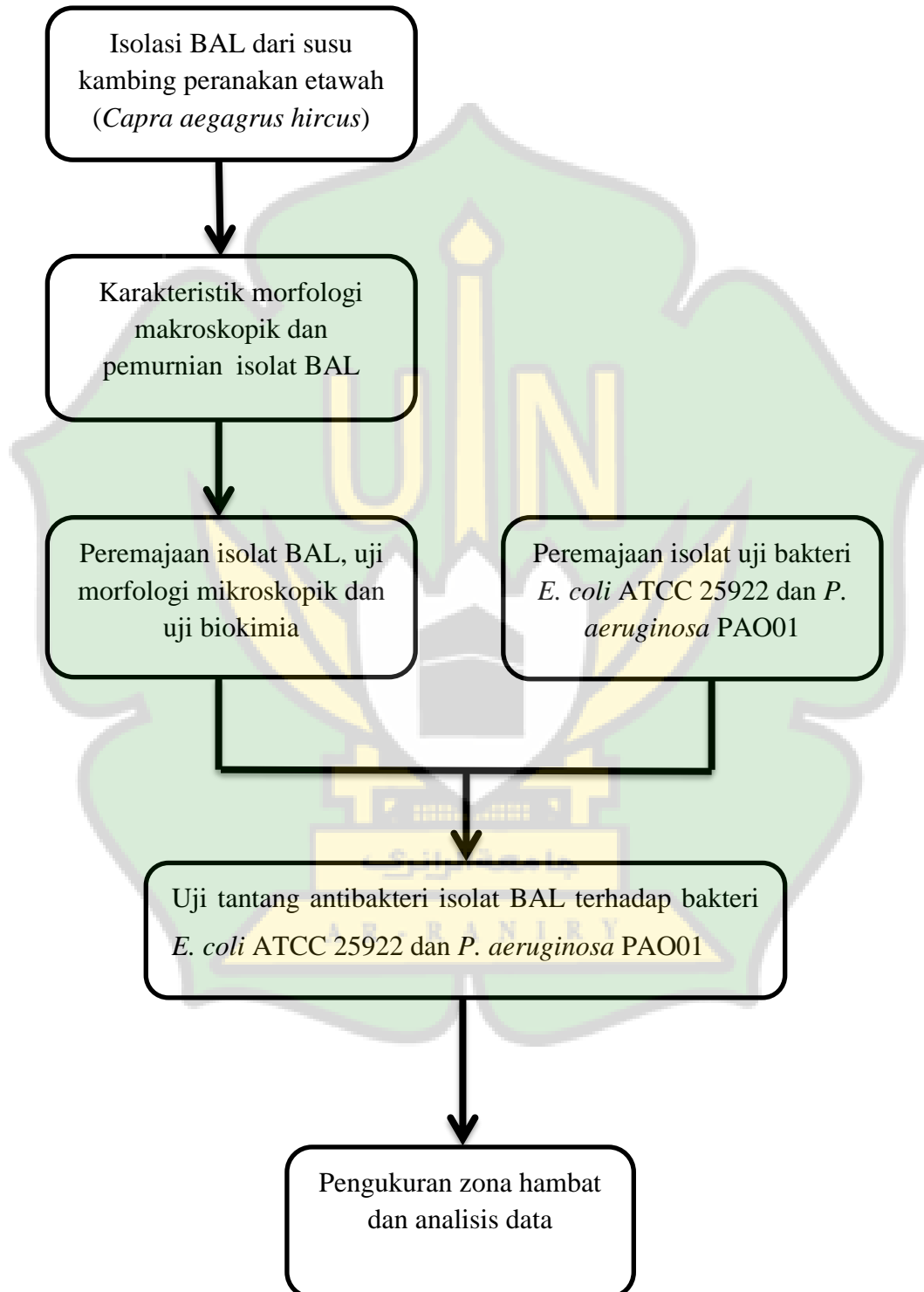
<http://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/21757/1/12640026>.

- Rosartio, R., Suranindyah, Y., & Bintara, S. (2015). Produksi dan Komposisi Susu Kambing Peranakan Etawa di Dataran Tinggi dan Dataran Rendah Daerah Istimewa Yogyakarta. *Buletin Peternakan*, 39(3), 180–188. ISSN-0126-4400
- Rozila, I., Ezni, S., Lani, M. N., Sharina, M. D., Siti, H. M., Asma, H., & Sharida, M. D. (2012). Antibacterial Activity of Lactic Acid Bacteria Isolated from Goats' Milk. *International Annual Symposium on Sustainability Science and Management*, 9–11. ISSN: 2277-3576,
- Rukmana, H. R. (2015). *Wirausaha Ternak Kambing PE Secara Intensif*. Lily Publisher, Yogyakarta. ISSN: 2165-3877,
- Rukmono, P., & Zuraida, R. (2013). *Rukomono dan Zuraida*. 14(5), 332–336. ISSN: 2277-3878.
- Rustan, I. R. (2013). Studi Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Skripsi. Makasar: Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin*. <http://etheses.uin-malang.ac.id/5472/1/10620051.pdf>. Diakses 17 November 2021.
- Safriani, S. R. (2016). Isolasi dan Karakterisasi Serta Uji Antimikroba Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Susu Kambing Peranakan Etawa. *ETD Unsyiah*. doi: 10.1002/9781118960608.
- Sanam, A. B., Swacita, I. B. N., & Agustina, K. K. (2014). Ketahanan Susu Kambing Peranakan Ettawah *Opost-Thawing* pada Penyimpanan Lemari Es ditinjau dari Uji Didih dan Alkohol. *J Veteriner*, 3(1), 1–8. DOI: 10.19087/imv.2020.9.6.970.
- Sasongko, H. (2014). Uji Resistensi Bakteri *Escherichia coli* dari Sungai Boyong kabupaten Sleman terhadap Antibiotik Amoksisilin, kloramfenikol, Sulfametoxasol, dan Streptomisin. *Jurnal Bioedukatika*, 2(1), 25–29. eISSN : 2477-6637.
- Savitri, N. H., Indiasuti, D. N., & Wahyunitasari, M. R. (2019). Inhibitory Activity of *Allium sativum* L. Extract Against *Streptococcus pyogenes* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Vocational Health Studies*, 3(2), 72–77. file:///C:/Users/dell/Downloads/16845-61389-1-SM.pdf. Diakses 23 Juni 2020.
- Soleha, T. U. (2015). Uji Kepekaan Terhadap Antibiotik. *Juke Unila*, 5(9), 119–123. e-ISSN 2620-5890.
- Sudarwanto, M., Akineden, O., Odenthal, S., Gross, M., & Usleber, E. (2015). Extended-spectrum  $\beta$ -lactamase (ESBL)–producing *Klebsiella Pneumoniae* in BulkTank Milk From Dairy Farms in Indonesia. *Foodborne Pathogens and Disease*, 12(7), 585–590. doi: 10.17533/udea.rccp.v30n2a01.

- Suhaeni, S., & Syakur, A. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Dangka Asal Kabupaten Enrekang Sulawesi Selatan. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 4(2), 79–83. ISSN: 2277-3878.
- Sukmawinata, E. (2015). *Tingkat Kejadian Escherichia coli Penghasil Extended Spectrum  $\beta$ -Lactamase di Feses Sapi di Rumah Potong Hewan Ruminansia Kota Bogor*. Bogor Agricultural University. file:///C:/Users/dell/Downloads/22813-43748-1-SM.pdf. Diakses 25 November 2021.
- Supar, S. (2016). *Air Dalam Perspektif Al-Qur'an (Studi Tafsir Maudhu'i) (Skripsi)*. UIN Raden Fatah Palembang. <http://eprints.radenfatah.ac.id/231/>. Diakses 17 Juli 2021.
- Surjowardojo, P., Susilorini, T. E., & Benarivo, V. (2016). Daya Hambat Dekok Kulit Apel Manalagi (*Malus sylvestris Mill*) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Streptococcus agalactiae* Penyebab Mastitis pada Sapi Perah. *Ternak Tropika Journal of Tropical Animal Production*, 17(1), 11–21. <https://ternaktropika.ub.ac.id/index.php/tropika/article/view/258>. Diakses 23 Agustus 2020.
- Suwayvia, N. (2017). *Produksi Bakteriosin asal Lactobacillus Plantarum FNCC 0020 Sebagai Antimikroba dan Stabilitasnya pada Variasi Suhu Pemanasan, Suhu Penyimpanan dan PH. (Skripsi)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. <https://123dok.com/document/ye33g54q-produksi-bakteriosin-lactobacillus-plantarum-antimikroba-stabilitasnya-pemanasan-penyimpanan.html>. Diakses 12 Juli 2020.
- Triprisila, L. F., Suharjono, S., Christianto, A., & Fatchiyah, F. (2016). The Comparing of Antimicrobial Activity of CSN1S2 Protein of Fresh Milk and Yoghurt Goat Breed Ethawah Inhibited the Pathogenic Bacteria. *Materia Socio-Medica*, 28(4), 244. doi: [10.5455/msm.2016.28.244-248](https://doi.org/10.5455/msm.2016.28.244-248).
- Tusmantoyo, A. N. (2014). *Efek Pemberian Susu Kambing Peranakan Ettawa Terhadap Densitas Tulang Femur pada Tikus Wistar Jantan (Skripsi)* Jakarta 34-43. <https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/21600/150600059.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Diakses 15 November 2020.
- Wasiati, H., & Faizal, E. (2018). Peternakan Kambing Peranakan Etawa di Kabupaten Bantul. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 3(1), 8–14. <https://www.researchgate.net/publication/337988670>. Diakses 12 Juli 2021.
- Wirastuti, S. (2016). *Resistensi Antibiotik Bakteri Gram Negatif yang Ditemukan di Udara Ruang RSUD H. Padjonga Daeng Ngalle Kabupaten Takalar*. UIN Alauddin Makassar. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/9642/>. Diakses 23 Agustus 2020

- Wilhelm H. H., and Brian J.B. W. (2014). *Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy, First Edition. Includes Bibliographical References and Index*. ISBN 978-1-4443-3383-1
- Www.itis.gov. (2020). *Capra hircus aegagrus Taxonomic Serial No.:* 898774 .[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=898774#](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=898774#) Diakses 9 Oktober 2020.
- Yang, S.C., Lin, C.H., Sung, C. T., & Fang, J.Y. (2014). Antibacterial Activities of Bacteriocins: Application in Foods and Pharmaceuticals. *Frontiers in Microbiology*, 5, 241. [https://www.researchgate.net/publication/262932232\\_Antibacterial\\_Activities\\_of\\_Bacteriocins\\_Application\\_in\\_Foods\\_and\\_Pharmaceuticals](https://www.researchgate.net/publication/262932232_Antibacterial_Activities_of_Bacteriocins_Application_in_Foods_and_Pharmaceuticals). Diakses 04 Desember 2021
- Yunanda, R. (2019). *Fauna Dalam Perspektif Al-Qur'an (Studi Tafsir Ilmi Kemenag LIPI)*. UIN Raden Intan Lampung. <https://123dok.com/document/qogdxw0z-fauna-perspektif-studi-tafsir-ilmu-kemenag-tahun-pelajaran.html>. Diakses 21 Juli 2020
- Yuni, N., & Sari, M. (2013). *Isolasi, Karakterisasi, dan Identifikasi DNA Bakteri Asam Laktat (BAL) yang Berpotensi Sebagai Antimikroba dari Fermentasi Markisa Kuning (Passiflora edulis var. flavicarpa)*. Universitas Andalas. <http://etheses.uin-malang.ac.id/5472/1/10620051.pdf>. Diakses 22 Agustus 2020.
- Yunita, N. A. (2015). *Identifikasi dan Karakterisasi Bahaya Bakteri Patogen Pada Pangan Jajanan Anak Sekolah. (Skripsi) Bogor*. <https://123dok.com/document/rz3ww0mq-identifikasi-karakterisasi-bahaya-bakteri-patogen-pangan-jajanan-sekolah.html>. Diakses 14 Juli 2020.
- Zoumpopoulou, G., Pot, B., Tsakalidou, Promoting Gut and Immune Health. *International Dairy E.*, & Papadimitriou, K. (2017). Dairy Probiotics: Beyond the Role of *Journal*, 67, 46–60. DOI:[10.1016/j.idairyj.2016.09.010](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.09.010).

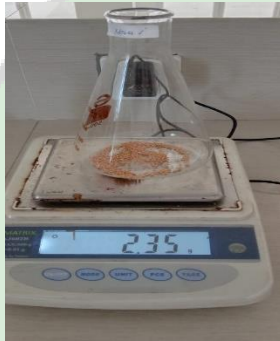
## Lampiran 1. Alur Penelitian

LAMPIRAN 1  
(Alur Penelitian)

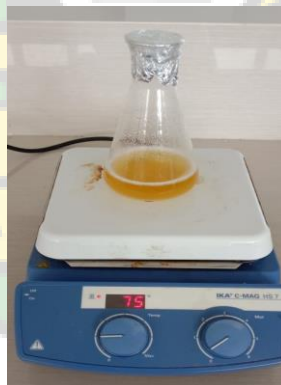
**LAMPIRAN 2**  
**(Dokumentasi kegiatan)**



Susu Kambing Etawah

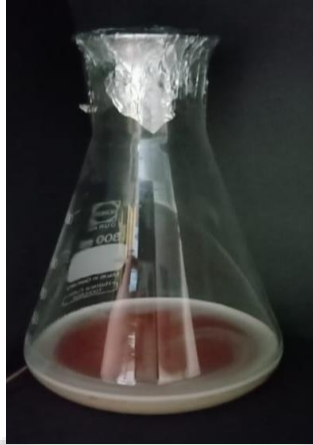


Penimbangan Media



Pemanasan Media





Pembiakan BAL dari Susu Kambing Etawah dalam MRSb



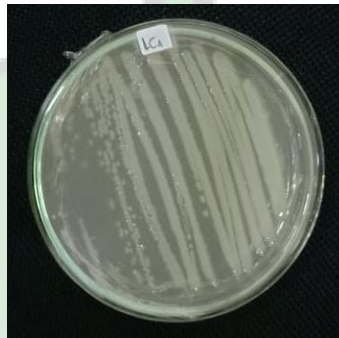
Penuangan Media



Pengenceran BAL



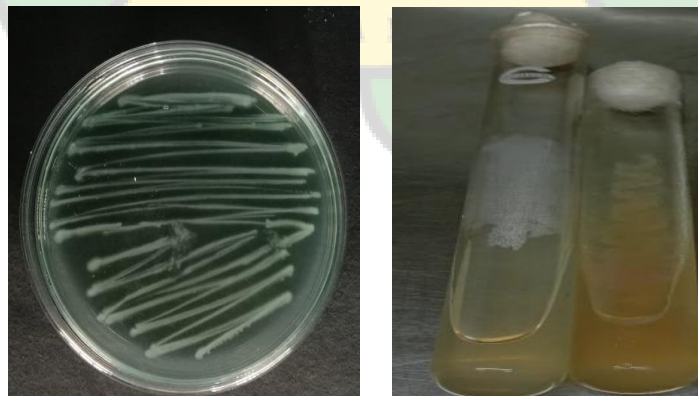
Proses Penanaman BAL



Pemurnian Isolat BAL



Proses Pewarnaan Endospora    Proses Pewarnaan Gram



Peremajaan Isolat Uji





Standar MC Farland



Proses Uji Tantang



Proses Uji tantang BAL terhadap Bakteri Uji



VP (*Voges Poskauer*)



MR (*Metyl Red*)



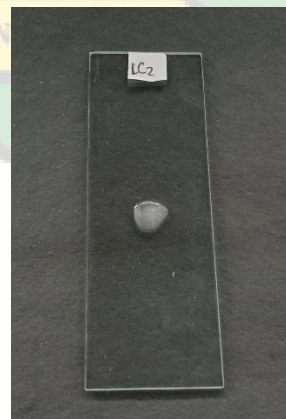
Uji Indole



Uji TSIA



Uji Katalase Positif



Uji Katalase Negatif

**LAMPIRAN 3****(Rumus menghitung Ulangan Uji Tantang)**

Rumus RAL derajat bebas galat  $\geq 15$

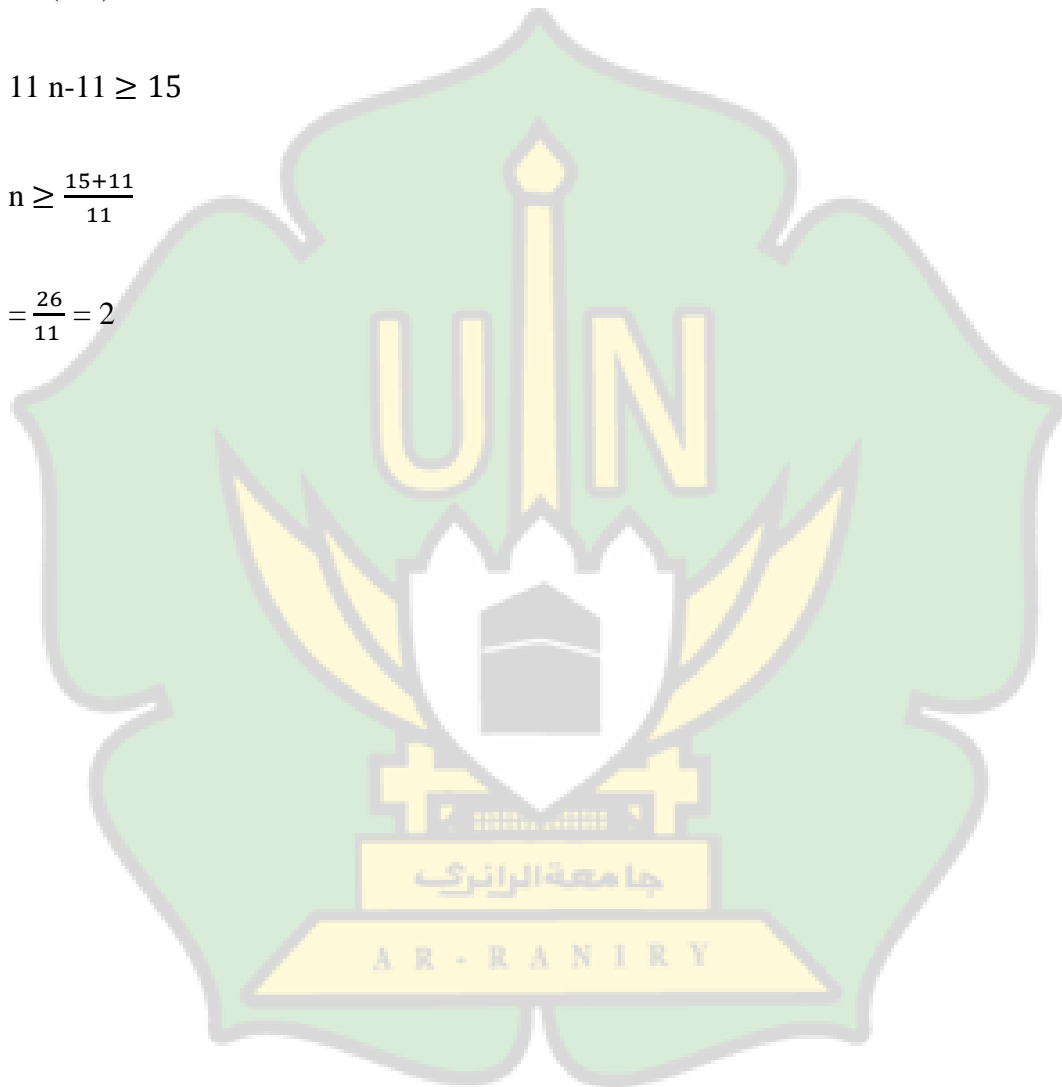
$$t(n-1) \geq 15$$

$$11(n-1) \geq 15$$

$$11n - 11 \geq 15$$

$$n \geq \frac{15+11}{11}$$

$$= \frac{26}{11} = 2$$



**LAMPIRAN 4**  
**(Rumus Perhitungan Media)**

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

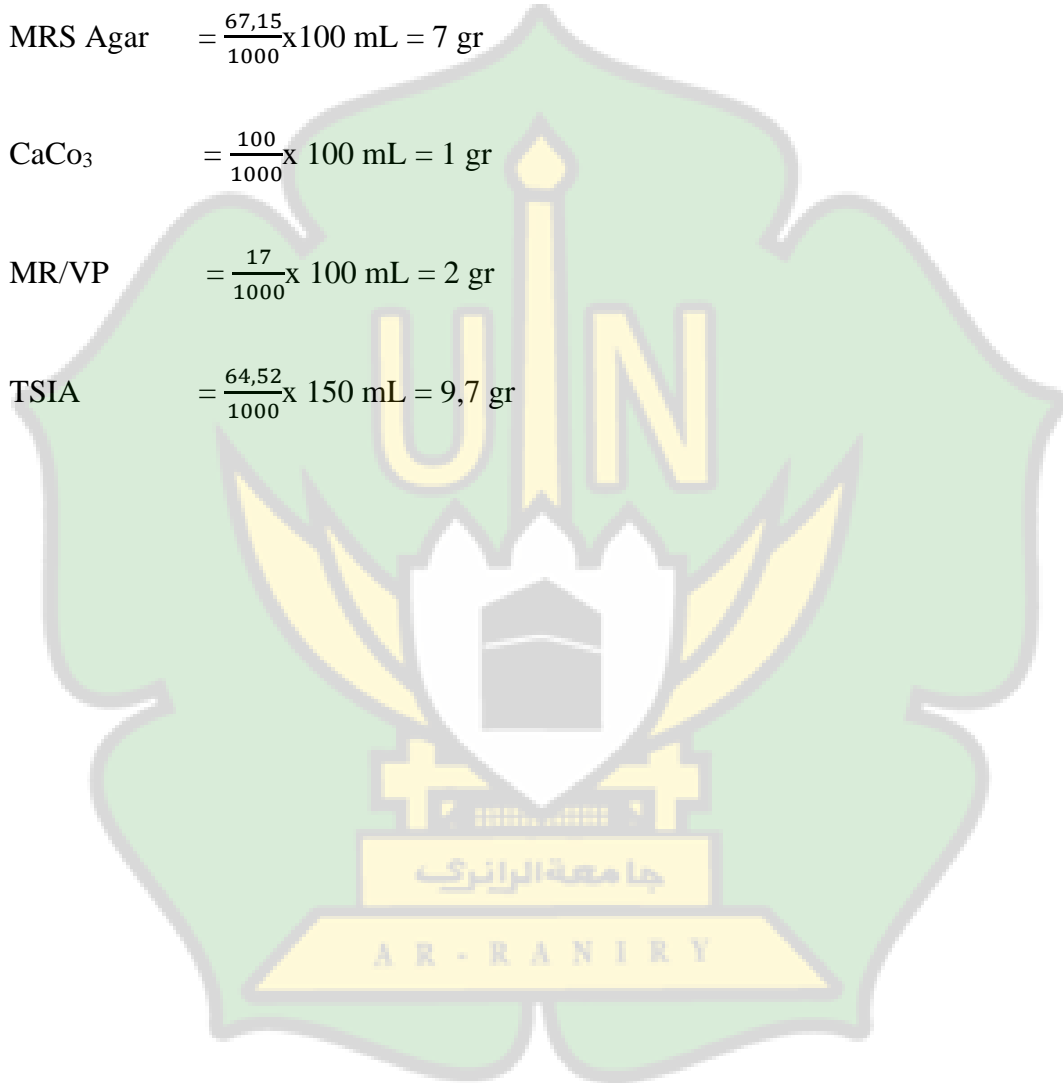
$$\text{MRS Borth} = \frac{52,2}{1000} \times 45 \text{ mL} = 2,34 \text{ gr}$$

$$\text{MRS Agar} = \frac{67,15}{1000} \times 100 \text{ mL} = 7 \text{ gr}$$

$$\text{CaCo}_3 = \frac{100}{1000} \times 100 \text{ mL} = 1 \text{ gr}$$

$$\text{MR/VP} = \frac{17}{1000} \times 100 \text{ mL} = 2 \text{ gr}$$

$$\text{TSIA} = \frac{64,52}{1000} \times 150 \text{ mL} = 9,7 \text{ gr}$$



**LAMPIRAN 5**  
**(Surat Keterangan Pembimbing)**

**SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**  
Nomor: B-008/Un.08/FST/KP.07.6/01/2021

**TENTANG**

**PENETAPAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

**DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

- Menimbang** : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;  
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.
- Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;  
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;  
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;  
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;  
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;  
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;  
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 21 Tahun 2015 Tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;  
8. Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;  
9. Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun 2020 di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
- Memperhatikan** : Keputusan Sidang/Seminar Proposal/ Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 16 Desember 2020.
- MEMUTUSKAN**
- Menetapkan Kesatu** : Menunjuk Saudara:  
1. **Syafrina Sari Lubis, M. Si** Sebagai Pembimbing I  
2. **Diannita Harahap, M. Si** Sebagai Pembimbing II
- Untuk membimbing Skripsi:
- Nama : Nova Irmayanti  
NIM : 160703017  
Prodi : Biologi  
Judul Skripsi : **Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Dari Susu Kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagrus Hircus*) Sebagai Penghasil Antibakteri**
- Kedua** : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Genap Tahun Akademik 2020/2021 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Banda Aceh  
Pada Tanggal 7 Januari 2021  
Dekan,

  
Azhar Amsal

- Tembusan:**
1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
  2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry;
  3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
  4. Yang bersangkutan.

## LAMPIRAN 6 (Surat Izin Penelitian)

7/15/2021

Document



**KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh  
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-1330/Un.08/FST-I/PP.00.9/04/2021  
Lamp : -  
Hal : *Penelitian Ilmiah Mahasiswa*

Kepada Yth,  
Kepada akademik

Assalamu'alaikum Wr.Wb.  
Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : NOVA IRMAYANTI / 160703017  
Semester/Jurusan : X / Biologi  
Alamat sekarang : Kopelma Darusallam

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul ***Karakterisasi bakteri asam laktat dari susu kambing etawah ( Capra aegagrus hircus ) sebagai penghasil antibakteri***

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 15 April 2021  
an. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan,



Berlaku sampai : 30 Juli 2021

Dr. Mizaj, Lc., LL.M.

AR - RANIRY



**LAMPIRAN 7**  
**(Surat Selesai Penelitian)**



**LABORATORIUM BIOLOGI**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

Gedung Laboratorium Multifungsi Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh  
Web: [www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id](http://www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id), Email: [biolab.ar-raniry@gmail.com](mailto:biolab.ar-raniry@gmail.com)

**SURAT KETERANGAN PENELITIAN**

No: B-105/Un.08/Lab.Bio-FST/PP.00.9/07/2021

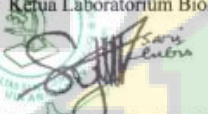
Ketua Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh menerangkan mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

Nama	: Nova Irmayanti
NIM	: 160703017
Program Studi	: S1-Biologi
Fakultas	: Fakultas Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi	: Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat	: Kopelam Darussalam
No Hp	: 082249792056

Benar yang namanya tersebut di atas telah melakukan identifikasi sampel penelitian dengan judul **"Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Susu Kambing Peranakan Etawah (*Capra aegagru hircus*) Sebagai Penghasil Antibakteri"** di Green House Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, mulai Maret s.d April 2021.

Demikian surat keterangan ini dikeluarkan sebagai pelengkap administrasi yang bersangkutan dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Banda Aceh, 16 Juli 2021  
Ketua Laboratorium Biologi

  
**Syafrina Sari Lubis, M.Si**

جامعة الرانيري  
AR - RANIRY