



Kemampuan Isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Kolostrum Kambing Saanen terhadap Berbagai Macam Antibiotik Menggunakan Metode Difusi *Paper Disk*

The Ability of Lactic Acid Bacteria Isolates (LAB) from Saanen Goat Colostrum Against Various Antibiotics Using the Paper Disk Diffusion Method

Dyah Ari Wulan¹, Roisu Eny Mudawaroch², Rinawidiastuti³

^{1,2,3}Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Purworejo, Jl.K.H. Ahmad Dahlan No. 3-6 Purworejo 54111, Jawa Tengah, Indonesia

Email: ariwulandyah@gmail.com, roisueny@umpwr.ac.id, rinawidiastuti@umpwr.ac.id

Korespondensi author: roisueny@umpwr.ac.id

ABSTRACT

Article History:

Accepted : 31-7-2026

Online : 31-7-2026

Keyword:

Lactic Acid Bacteria;
Antibiotics;
Paper Disk Diffusion;
Inhibition Zonet



Pemanfaatan bakteri asam laktat (BAL) sebagai kultur starter dalam proses fermentasi dipengaruhi oleh kemampuannya dalam bertahan terhadap paparan antibiotik, terutama pada bahan yang berpotensi mengandung residu antibiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons isolat BAL yang berasal dari kolostrum kambing Saanen terhadap beberapa antibiotik serta menentukan isolat yang berpotensi sebagai kandidat kultur starter. Pengujian dilakukan menggunakan metode difusi paper disk terhadap empat jenis antibiotik, yaitu amoxicillin, cefadroxil, cefixime, dan ciprofloxacin. Parameter yang diamati berupa diameter zona hambat yang digunakan untuk menentukan kategori resistensi, intermediate, dan sensitivitas masing-masing isolat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat BAL memiliki respons yang bervariasi terhadap setiap antibiotik yang diuji. Antibiotik amoxicillin dan cefadroxil cenderung menghasilkan zona hambat yang lebih besar sehingga sebagian besar isolat termasuk dalam kategori sensitif. Respons yang berbeda ditunjukkan pada antibiotik cefixime dan ciprofloxacin, di mana beberapa isolat menunjukkan tingkat resistensi yang lebih tinggi. Kesimpulan dari Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan karakteristik fisiologis dan genetik pada masing-masing isolat dalam menghadapi tekanan antibiotik.

The use of lactic acid bacteria (LAB) as starter cultures in fermentation processes is influenced by their ability to survive antibiotic exposure, particularly in raw materials that may contain antibiotic residues. This study aimed to evaluate the response of LAB isolates obtained from Saanen goat colostrum to several antibiotics and to identify potential isolates as starter culture candidates. The test was conducted using the paper disk diffusion method against four types of antibiotics, namely amoxicillin, cefadroxil, cefixime, and ciprofloxacin. The observed parameter was the diameter of the inhibition zone, which was used to determine the resistance, intermediate, and sensitivity categories of each isolate. The results showed that LAB isolates exhibited varying responses to each tested antibiotic. Amoxicillin and cefadroxil tended to produce larger inhibition zones, indicating that most isolates were categorized as sensitive. Different responses were observed for cefixime and ciprofloxacin, where several isolates showed higher levels of resistance. This variation indicates differences in the physiological and genetic characteristics of each isolate in responding to antibiotic pressure.

A. PENDAHULUAN

Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang dapat menghasilkan produk utama asam laktat [1]. BAL umumnya ditumbuhkan menggunakan media *de Man, Rogosa, and Sharpe* (MRS) agar karena media tersebut mampu mendukung pertumbuhan bakteri secara optimal [2]. Bakteri ini banyak ditemukan pada berbagai bahan pangan seperti susu, daging, ikan, yogurt, keju, dan produk olahan lainnya. Di antara berbagai sumber tersebut, susu menjadi salah satu media yang paling potensial karena memiliki kandungan nutrisi lengkap yang mendukung pertumbuhan BAL sehingga memungkinkan diperolehnya isolat bakteri yang beragam [3]. Bakteri ini umumnya berkembang pada bahan pangan yang kaya nutrisi seperti susu dan daging karena tersedianya sumber karbon dan nitrogen yang mendukung aktivitas metabolisme [4].

Salah satu jenis susu yang memiliki kandungan nutrisi tinggi adalah kolostrum, yaitu susu pertama yang dihasilkan oleh induk kambing setelah melahirkan. Kolostrum mempunyai kandungan nutrisi yang sangat tinggi [5]. Kolostrum mengandung nutrisi esensial, termasuk protein, lemak, karbohidrat, dan vitamin, dibandingkan dengan susu normal [6]. Kekurangan kolostrum yaitu memiliki kerentanan terhadap kontaminasi bakteri [7]. Faktor yang dapat menekan pertumbuhan BAL salah satunya adalah antibiotik [8].

Aspek penting karakterisasi BAL adalah kemampuannya dalam merespons keberadaan antibiotik [9]. Beberapa jenis antibiotik yang umum digunakan yaitu *amoxicillin*, *ciprofloxacin*, *cefixime*, serta *cefadroxil* [10]. Penggunaan antibiotik tidak hanya berdampak pada bakteri penyebab penyakit, tetapi juga dapat memengaruhi bakteri lain yang bersifat menguntungkan seperti bakteri asam laktat (BAL) yang terdapat dalam sistem pencernaan maupun pangan fermentasi [11]. Mekanisme antibiotik dalam menghambat bakteri berfungsi dengan cara yang berbeda-beda, sehingga dapat merespon isolat BAL dengan cara yang berbeda baik dalam bentuk resistensi maupun sensitivitas [12].

Uji antibiotik pada isolat bakteri dari kolostrum kambing Saanen dilakukan untuk mengidentifikasi kemampuan isolat dalam menghasilkan antibiotik yang mampu menghambat perkembangan bakteri [13]. Pengujian bertujuan mengevaluasi kemampuan isolat menghadapi paparan antibiotik sekaligus mengidentifikasi potensi isolat sebagai agen penghambat bakteri patogen [14]. Indikator yang digunakan dalam pengujian ini adalah terbentuknya zona hambat pada media uji, yang menunjukkan adanya aktivitas antibakteri dari isolat yang diuji [15].

Hasil dari pengujian antibiotik berfungsi membantu mengidentifikasi isolat terbaik yang menunjukkan kemampuan penghambatan terkuat, sehingga

dapat dilanjutkan ke tahap karakterisasi dan pengembangan berikutnya. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons isolat BAL yang berasal dari kolostrum kambing Saanen terhadap antibiotik *amoxicillin*, *ciprofloxacin*, *cefixime*, dan *cefadroxil* melalui metode difusi paper disk, serta menentukan isolat yang memiliki tingkat resistensi terbaik untuk direkomendasikan sebagai kultur starter.

B. MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2025 – Maret 2026 di Laboratorium Terpadu Program Studi Peternakan Universitas Muhammadiyah Purworejo. Jenis penelitian yang dilaksanakan ini yaitu penelitian eksperimen. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis deskriptif dengan pengujian nilai rata rata, kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan diagram. Analisis statistik hasil data penelitian ini menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 9 isolat bakteri asam laktat (BAL) yang berasal dari kolostrum kambing Saanen yang telah melalui proses pemurnian, uji pH, dan uji *Total Plate Count* (TPC), serta antibiotik *amoxicillin*, *ciprofloxacin*, *cefixime*, dan *cefadroxil*. Media yang digunakan yaitu MRS agar sebagai media pertumbuhan isolat BAL dan MRS broth sebagai media peremajaan isolat BAL. Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu inkubator, autoklaf, tabung reaksi, mikropipet, tip steril, pipet pump, cawan petri steril, jarum ose, pipet ukur, beaker glass, Erlenmeyer, paper disk, bunsen, jangka sorong, spatula kimia, rak tabung reaksi, dan mortar.

Penelitian ini dilaksanakan dengan penanaman isolat BAL. Isolasi BAL diinokulasikan ke permukaan agar MRS menggunakan metode *spread plate* hingga merata. Dilakukan pembuatan larutan antibiotik, setiap antibiotik yang sudah digerus dan ditimbang sesuai sediaan dengan perbandingan 0,10 gram:100 mL, perbandingan yang digunakan (1:100) dengan akuades dari masing-masing antibiotik [9]. Larutan didiamkan selama ± 30 menit untuk memastikan proses pelarutan berlangsung secara optimal dan menghasilkan larutan yang homogen sebelum digunakan dalam pengujian metode difusi cakram (CLSI, 2020). Langkah lainnya yaitu peletakan *paper disk* antibiotik, Empat *paper disk* antibiotik ditempatkan pada 1 cawan Petri dengan jarak 2–2,5 cm agar zona hambat tidak bertumpuk [10]. Tahap inkubasi, cawan Petri diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam sehingga antibiotik dapat berdifusi dan membentuk zona hambat. Pengukuran zona hambat, zona bening yang terbentuk di sekitar *paper disk* diukur menggunakan jangka sorong pada dua arah (horizontal dan vertikal), kemudian dirata-ratakan. Kategori diameter zona

hambat yang diperoleh dirata-rata dan dikelompokkan menjadi kategori resisten, intermediat, serta sensitif [17]. Diameter zona hambat diukur dengan rumus [18]:

$$= \frac{Dv + Dh}{2}$$

Pengukuran zona hambat dilakukan menggunakan metode difusi cakram (disk diffusion method) sesuai prosedur Franky George Tiwa (2018) yang diadaptasi dari metode standar Kirby–Bauer. Zona hambat diukur menggunakan jangka sorong pada dua arah, yaitu diameter vertikal (Dv) dan diameter horizontal (Dh), kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh nilai akhir.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sensitivitas antibiotik pada isolat BAL dilakukan untuk mengetahui tingkat kepekaan atau resistensi BAL terhadap antibiotik yang diuji. Diameter zona hambat yang diuji akan menunjukkan kemampuan antibiotik dalam menghambat pertumbuhan BAL, sehingga dapat digunakan untuk menentukan kategori resistensi, intermediat, atau sensitivitas BAL terhadap antibiotik.

1. Zona Hambat Antibiotik *Amoxicillin* terhadap Isolat BAL

Pengujian sensitivitas antibiotik amoksisilin terhadap isolat BAL yang diisolasi dari kolostrum kambing dilakukan menggunakan metode difusi paper disk. Pengujian bertujuan untuk mengetahui tingkat sensitivitas atau resistensi masing-masing isolat BAL terhadap antibiotik amoksisilin. Rataan zona hambat antibiotik amoksisilin pada isolat BAL dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Zona Hambat Antibiotik *Amoxicilin* (AMX) pada Isolat BAL

No.	Kode Isolat BAL	Rata-Rata Zona Hambat (mm)	Kategori
1.	KS-H	13,00 ± 12,50	Resisten
2.	KS-S	7,25 ± 0,75	Resisten
3.	KS-U	13,25 ± 6,75	Intermediate
4.	KS-D	24,25 ± 0,75	Sensitif
5.	KS-J	19,75 ± 4,25	Sensitif
6.	KS-T	27,75 ± 2,25	Sensitif
7.	KS-W	34,00 ± 5,00	Sensitif
8.	KS-N	33,75 ± 0,25	Sensitif
9.	KS-F	34,25 ± 2,25	Sensitif
Rata-rata		23,81 ± 2,68	Sensitif

Ket: n = 2; zona hambat merupakan nilai rata-rata dari dua ulangan ± standar error (SE) Kategori sensitivitas antibiotik berdasarkan diameter zona hambat yaitu ≤13 mm (resisten), 14–17 mm (intermediate), dan ≥18 mm (sensitive).

Rata-rata zona hambat antibiotik *amoxicilin* terhadap isolat BAL dari kolostrum kambing Saanen adalah $23,81 \pm 2,68$ dengan rentang diameter zona hambat antara 7,25 hingga 34,25 mm. Isolat BAL tergolong cukup sensitif terhadap antibiotik *amoxicilin* [19]. Berdasarkan sembilan isolat yang diuji, dua isolat tergolong resisten yaitu KS-H dan KS-S, satu isolat KS-U yang menghasilkan kategori intermediate, serta terdapat enam isolat kategori sensitif yaitu KS-D, KS-F, KS-J, KS-N, KS-T, dan KS-W. Variasi perbedaan zona hambat dapat dipengaruhi oleh karakteristik fisiologis bakteri, struktur dinding sel, serta keberadaan gen resistensi yang dimiliki oleh masing-masing isolat [20].

Berdasarkan Tabel 1. Diameter zona hambat terbesar ditunjukkan oleh Isolat KS-F yaitu 34,25 mm, diikuti oleh isolat KS-W sebesar 34,00 dan KS-N sebesar 33,75 mm. Diameter zona hambat yang besar menunjukkan bahwa isolat tersebut memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap antibiotik *amoxicilin*. Sensitivitas yang tinggi terhadap antibiotik dapat menunjukkan bahwa isolat tersebut tidak memiliki mekanisme pertahanan yang kuat terhadap antibiotik β -laktam yang menyebabkan pertumbuhannya mudah terhambat ketika terpapar antibiotik [21]. Bakteri asam laktat umumnya memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap antibiotik yang bekerja pada sintesis dinding sel bakteri. Bakteri asam laktat yang berasal dari sampel susu umumnya tidak mengalami tekanan seleksi antibiotik yang tinggi sehingga tingkat resistensinya relatif rendah.

Berdasarkan data pada Tabel 1, isolat KS-H dan KS-S menunjukkan ketahanan paling baik terhadap amoxicillin karena termasuk kategori resisten. Kemampuan tersebut menunjukkan bahwa kedua isolat masih dapat tumbuh meskipun berada dalam kondisi terpapar antibiotik, sehingga berpotensi dijadikan kandidat utama kultur starter. Isolat KS-U berada pada kategori intermediate yang menandakan adanya toleransi sedang terhadap antibiotik, sehingga masih dapat dipertimbangkan sebagai kandidat alternatif. Berbeda dengan isolat KS-D, KS-F, KS-J, KS-N, KS-T, dan KS-W yang tergolong sensitif, pertumbuhan isolat tersebut cenderung mudah terhambat sehingga kurang sesuai apabila digunakan sebagai kultur starter.

2. Zona Hambat Antibiotik Cefadroxil terhadap Isolat BAL

Rata-rata diameter zona hambat antibiotik cefadroxil terhadap isolat BAL adalah $22,75 \pm 2,69$ dengan rentang diameter zona hambat antara 6,25 hingga 39,50 mm. Rataan zona hambat antibiotik cefadroxil pada isolat BAL dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan Zona Hambat Antibiotik *Cefadroxil* (CFD) pada Isolat BAL

No	Kode Isolat BAL	Rata-Rata Zona Hambat (mm)	Kategori
1.	KS-U	6,25 ± 0,25	Resisten
2.	KS-S	16,00 ± 10,00	Intermediate
3.	KS-H	16,25 ± 11,75	Intermediate
4.	KS-D	17,50 ± 1,50	Intermediate
5.	KS-T	25,50 ± 0,50	Sensitif
6.	KS-W	31,25 ± 0,25	Sensitif
7.	KS-N	32,25 ± 0,25	Sensitif
8.	KS-F	20,25 ± 4,25	Sensitif
9.	KS-J	39,50 ± 0,00	Sensitif
Rata-rata		22.75 ± 2,69	Sensitif

Ket : n = 2; zona hambat merupakan nilai rata-rata dari dua ulangan ± standar error (SE). Kategori sensitivitas antibiotik berdasarkan diameter zona hambat yaitu ≤15 mm (resisten), 16–19 mm (*intermediate*), dan ≥20 mm (*sensitif*)

Berdasarkan hasil pengujian zona hambat antibiotik *cefadroxil* terhadap isolat BAL, secara umum isolat BAL yang diperoleh memiliki tingkat sensitivitas yang cukup tinggi terhadap antibiotik *cefadroxil*. Berdasarkan klasifikasi sensitivitas antibiotik, terdapat satu isolat yang tergolong resisten, yaitu KS-U, tiga isolat kategori *intermediate*, yaitu KS-D, KS-H, dan KS-S. Kategori isolat sensitif terdiri dari lima isolat, yaitu KS-F, KS-J, KS-N, KS-T, dan KS-W.

Isolat KS-U menunjukkan nilai zona hambat paling kecil yaitu 6,25 mm, sehingga termasuk dalam kategori resisten terhadap antibiotik *cefadroxil*. Nilai zona hambat yang sangat kecil menunjukkan bahwa antibiotik tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri secara efektif di sekitar disk antibiotik [15]. Isolat KS-D, KS-H, dan KS-S menunjukkan nilai zona hambat berturut-turut sebesar 17,50, 16,25, dan 16,00 mm, sehingga termasuk dalam kategori *intermediate*. Isolat BAL dalam penelitian ini termasuk dalam kategori sensitif terhadap antibiotik *cefadroxil*, yaitu isolat KS-F, KS-J, KS-N, KS-T, dan KS-W dengan rentang zona hambat antara 20,25 hingga 39,50 mm. Isolat bakteri asam laktat yang diisolasi dari produk fermentasi tradisional mandai menunjukkan adanya resistensi terhadap antibiotik *cefadroxil* (Emmawati *et al.*, 2015). Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa karakteristik resistensi antibiotik pada BAL dapat berbeda tergantung pada sumber isolat serta kondisi asal sampel.

Cefadroxil merupakan antibiotik dalam kelompok *sefalosporin generasi pertama* yang bekerja secara bakterisidal dengan cara menghambat sintesis peptidoglikan pada dinding sel bakteri [23]. Diameter zona hambat yang terbentuk menunjukkan tingkat sensitivitas bakteri terhadap antibiotik yang

diuji. Semakin besar diameter zona hambat yang terbentuk, maka semakin tinggi tingkat sensitivitas bakteri terhadap antibiotik tersebut [26].

Sebagian besar isolat BAL dari kolostrum kambing Saanen masih rentan terhadap antibiotik *cefadroxil*. Adanya sensitifitas atau kerentanan terhadap antibiotik *cefadroxil* pada isolat asinan rebung terjadi karena ketidakmampuan bakteri [24]. Mekanisme resistensi yang kurang baik perlu menjadi perhatian terutama pada pemanfaatan BAL sebagai probiotik atau kultur starter, karena keberadaan antibiotik dapat mempengaruhi kelangsungan hidup bakteri tersebut ketika diaplikasikan dalam sistem biologis tertentu [25].

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa hanya isolat KS-U yang memiliki ketahanan tinggi terhadap *cefadroxil*. Kondisi tersebut menyebabkan KS-U sebagai kandidat yang dapat dijadikan kultur starter karena mampu mempertahankan pertumbuhannya saat terpapar antibiotik. Tiga isolat lain yaitu KS-D, KS-H, dan KS-S memperlihatkan respons intermediate yang menggambarkan adanya ketahanan parsial, sehingga masih memungkinkan untuk digunakan dengan pertimbangan tertentu. Sebagian besar isolat lainnya seperti KS-F, KS-J, KS-N, KS-T, dan KS-W menunjukkan sensitivitas tinggi, yang menunjukkan bahwa antibiotik mudah menghambat pertumbuhannya, sehingga kurang direkomendasikan untuk dijadikan kultur starter.

3. Zona Hambat Antibiotik *Cefixime* terhadap Isolat BAL

Hasil pengujian menunjukkan adanya variasi diameter zona hambat pada masing-masing isolat. Rata-rata diameter zona hambat antibiotik *Cefixime* terhadap isolat BAL adalah $17,92 \pm 2,27$, dengan rentang diameter zona hambat antara 6,00 hingga 31,75 mm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa secara umum isolat BAL dari kolostrum kambing Saanen memiliki tingkat sensitivitas kategori intermediate terhadap antibiotik *cefixime*. Rataan zona hambat antibiotik *Cefixime* pada isolat BAL dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan klasifikasi sensitivitas antibiotik, terdapat empat isolat kategori resisten, yaitu KS-D, KS-H, KS-S, dan KS-U. Terdapat dua isolat yang tergolong intermediate, yaitu KS-F dan KS-T, serta tiga isolat yang termasuk kategori sensitif, yaitu KS-J, KS-N, dan KS-W. Variasi kategori sensitivitas tersebut menunjukkan bahwa setiap isolat BAL memiliki respons yang berbeda terhadap paparan antibiotik *cefixime*.

Isolat KS-H menunjukkan nilai zona hambat paling kecil, yaitu 6,00 mm, sehingga termasuk dalam kategori resisten terhadap antibiotik *Cefixime*. Nilai zona hambat yang kecil menunjukkan bahwa antibiotik tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri secara efektif di sekitar disk antibiotik. Resistensi terhadap antibiotik *Cefixime* dapat terjadi akibat perubahan pada struktur protein pengikat *penisilin* (*penicillin-binding protein*) atau kemampuan

bakteri menghasilkan enzim yang dapat menurunkan aktivitas antibiotik β -laktam [15]). Beberapa isolat BAL menunjukkan kategori sensitif terhadap antibiotik *Cefixime*, yaitu isolat KS-J, KS-N, dan KS-W dengan diameter zona hambat berturut-turut sebesar 28,25, 24,00, dan 31,75 mm. Nilai zona hambat yang relatif besar menunjukkan bahwa antibiotik *Cefixime* mampu menghambat pertumbuhan bakteri secara efektif melalui mekanisme penghambatan sintesis dinding sel.

Tabel 3. Rataan Zona Hambat Antibiotik *Cefixime* (CFX) pada Isolat BAL

No	Kode Isolat BAL	Rata-Rata Zona Hambat (mm)	Kategori
1.	KS-H	6,00 $\pm$ 5,50	Resisten
2.	KS-S	8,25 $\pm$ 0,75	Resisten
3.	KS-U	11,25 $\pm$ 1,25	Resisten
4.	KS-D	12,25 $\pm$ 0,75	Resisten
5.	KS-F	20,00 $\pm$ 1,00	Intermediate
6.	KS-T	17,50 $\pm$ 1,00	Intermediate
7.	KS-N	24,00 $\pm$ 5,00	Sensitif
8.	KS-J	28,25 $\pm$ 3,75	Sensitif
9.	KS-W	31,75 $\pm$ 7,75	Sensitif
Rata-rata		17.92 $\pm$ 2,27	Intermediate

Ket : n = 2; zona hambat merupakan nilai rata-rata dari dua ulangan $\pm$ standar error (SE). Kategori sensitivitas antibiotik berdasarkan diameter zona hambat yaitu ≤ 15 mm (resisten), 16–20 mm (intermediate), dan ≥ 21 mm (sensitif)

Cefixime merupakan antibiotik dalam kelompok sefalosporin generasi ketiga yang bekerja secara bakterisidal dengan cara menghambat pembentukan peptidoglikan pada dinding sel bakteri. Hambatan pada proses sintesis dinding sel menyebabkan bakteri tidak mampu mempertahankan struktur selnya sehingga pertumbuhan bakteri menjadi terhambat [26]. Dibandingkan dengan antibiotik *cefadroxil* pada pengujian sebelumnya, antibiotik *cefixime* menunjukkan tingkat sensitivitas yang lebih rendah terhadap isolat BAL yang diuji. Perbedaan hasil ini menunjukkan bahwa antibiotik yang masih berada dalam satu kelompok *sefalosporin* dapat menunjukkan aktivitas antibakteri yang berbeda tergantung pada generasi antibiotiknya. Perbedaan struktur kimia pada setiap generasi *sefalosporin* dapat memengaruhi kemampuan antibiotik dalam menembus dinding sel bakteri serta efektivitasnya dalam menghambat sintesis peptidoglikan [27].

Mengacu pada Tabel 3, isolat KS-D, KS-H, KS-S, dan KS-U memiliki kemampuan bertahan paling baik terhadap *cefixime* karena termasuk kategori

resisten. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa isolat mampu beradaptasi terhadap tekanan antibiotik sehingga layak dipertimbangkan sebagai kandidat utama kultur starter. Isolat KS-F dan KS-T memperlihatkan respons intermediet yang mencerminkan tingkat ketahanan sedang, sehingga dapat dijadikan pilihan alternatif dalam kondisi tertentu. Isolat KS-J, KS-N, dan KS-W menunjukkan tingkat sensitivitas yang tinggi, yang berarti pertumbuhannya lebih mudah terhambat oleh cefixime dan kurang sesuai untuk digunakan dalam sistem fermentasi yang berpotensi mengandung residu antibiotik.

4. Zona Hambat Antibiotik *Ciprofloxacin* terhadap Isolat BAL

Berdasarkan data pada Tabel 4, terdapat empat isolat yang tergolong resisten, yaitu KS-D, KS-H, KS-S, dan KS-T. Terdapat lima isolat yang termasuk kategori sensitif, yaitu KS-F, KS-J, KS-N, KS-U, dan KS-W. Variasi kategori sensitivitas tersebut menunjukkan bahwa setiap isolat BAL memiliki respons yang berbeda terhadap antibiotik *ciprofloxacin*.

Tabel 4. Rataan Zona Hambat Antibiotik *Ciprofloxacin* (CPR) pada Isolat BAL

No	Kode Isolat BAL	Rata-Rata Zona Hambat (mm)	Kategori
1.	KS-H	7,25 ± 6,75	Resisten
2.	KS-D	10,50 ± 3,00	Resisten
3.	KS-T	13,75 ± 1,25	Resisten
4.	KS-S	14,25 ± 5,75	Resisten
5.	KS-F	20,50 ± 1,00	Sensitif
6.	KS-J	20,50 ± 13,50	Sensitif
7.	KS-U	23,25 ± 0,25	Sensitif
8.	KS-W	27,75 ± 0,75	Sensitif
9.	KS-N	31,25 ± 2,75	Sensitif
Rata-rata		18,78 ± 2,27	Intermediate

Ket: n = 2; zona hambat merupakan nilai rata-rata dari dua ulangan ± standar error (SE) sensitivitas antibiotik berdasarkan diameter zona hambat yaitu ≤15 mm (resisten), 16–18 mm (intermediate), dan ≥19 mm (sensitif)

Berdasarkan Tabel 4. Isolat KS-H menunjukkan nilai zona hambat paling kecil yaitu 7,25 mm, sehingga menunjukkan kategori resisten terhadap antibiotik *ciprofloxacin*. Nilai zona hambat yang kecil menunjukkan bahwa antibiotik tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri secara efektif di sekitar disk antibiotik. Resistensi terhadap antibiotik *ciprofloxacin* dapat terjadi akibat perubahan pada target kerja antibiotik di dalam sel bakteri, khususnya pada enzim yang berperan dalam proses replikasi DNA (Shariaty *et al.*, 2022). Antibiotik *ciprofloxacin* termasuk dalam kelompok fluoroquinolone yang bekerja dengan cara menghambat aktivitas dua enzim penting dalam proses replikasi DNA bakteri, yaitu *DNA gyrase (topoisomerase II)* dan *topoisomerase IV*.

Hambatan terhadap aktivitas enzim tersebut menyebabkan proses replikasi DNA terganggu sehingga pertumbuhan bakteri tidak dapat berlangsung secara normal [29].

Isolat yang menghasilkan kategori resisten, yaitu KS-D, KS-S, dan KS-T dengan nilai zona hambat masing-masing 10,50, 14,25, dan 13,75 mm. Resistensi pada isolat BAL dapat disebabkan oleh beberapa mekanisme, seperti perubahan struktur target antibiotik atau mutasi genetik yang mempengaruhi efektivitas antibiotik dalam menghambat metabolisme sel bakteri [29].

Isolat menunjukkan hasil sensitif terhadap antibiotik *ciprofloxacin* yaitu KS-F, KS-J, KS-N, KS-U, dan KS-W dengan diameter zona hambat berkisar antara 20,50 hingga 31,25 mm. Nilai zona hambat yang relatif besar menunjukkan bahwa antibiotik *ciprofloxacin* mampu menghambat pertumbuhan bakteri secara efektif melalui mekanisme penghambatan sintesis DNA. Isolat KS-N menunjukkan diameter zona hambat terbesar yaitu 31,25 mm, yang menunjukkan bahwa isolat tersebut memiliki tingkat sensitivitas paling tinggi terhadap antibiotik *ciprofloxacin*. Zona hambat yang besar menunjukkan bahwa antibiotik mampu berdifusi dengan baik pada media agar dan dapat mencapai sel bakteri secara optimal sehingga proses metabolisme bakteri terganggu. Respons isolat BAL terhadap antibiotik *ciprofloxacin* cukup bervariasi, mulai dari kategori resisten hingga sensitif. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan karakteristik fisiologis dan genetik pada masing-masing isolat bakteri asam laktat yang diperoleh dari kolostrum kambing saanen. Respons bakteri asam laktat terhadap antibiotik *fluoroquinolone* dapat berbeda tergantung pada sumber isolat dan karakteristik bakteri yang diperoleh [29].

Kolostrum kambing saanen sebagai sumber isolat BAL memiliki kandungan nutrisi yang tinggi seperti protein, laktosa, serta berbagai komponen bioaktif yang dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme tertentu. Kondisi tersebut memungkinkan berkembangnya berbagai jenis bakteri asam laktat dengan karakteristik fisiologis yang berbeda, termasuk dalam hal sensitivitas terhadap antibiotik [30].

Berdasarkan hasil pada Tabel 4, isolat KS-D, KS-H, KS-S, dan KS-T termasuk dalam kelompok yang mampu bertahan terhadap ciprofloxacin. Ketahanan tersebut menunjukkan adanya mekanisme adaptasi yang memungkinkan isolat tetap tumbuh meskipun terpapar antibiotik, sehingga berpotensi sebagai kandidat utama kultur starter. Isolat lain seperti KS-F, KS-J, KS-N, KS-U, dan KS-W justru menunjukkan sensitivitas yang cukup tinggi, sehingga pertumbuhannya lebih rentan terhambat. Kondisi tersebut membuat

isolat dalam kategori sensitif kurang direkomendasikan untuk diaplikasikan sebagai kultur starter.

5. Pemilihan Isolat Kultur Starter

Pemilihan kultur starter yang diaplikasikan pada sistem fermentasi dan bersinggungan dengan residu antibiotik harus mempertimbangkan sifat resistensi intrinsik yang dimiliki mikroorganisme terhadap antibiotik yang umum digunakan [31]. Perbandingan rata-rata zona hambat dan profil resistensi dari keempat antibiotik tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan rata-rata zona hambat dan profil resistensi antibiotik

Kode	AMX (mm)	Kt	Kode	CFD (mm)	Kt	Kode	CFX (mm)	Kt	Kode	CPR (mm)	Kt
KS-H	6,25	R	KS-U	6,25	R	KS-F	13,75	R	KS-H	7,25	R
KS-U	6,25	R	KS-H	16,25	I	KS-T	13,75	R	KS-D	10,50	R
KS-S	16,00	I	KS-S	16,00	I	KS-N	14,25	I	KS-T	13,75	R
KS-D	23,25	S	KS-D	17,50	I	KS-S	20,50	S	KS-S	14,25	R
KS-F	25,50	S	KS-F	20,25	S	KS-D	23,25	S	KS-F	20,50	S
KS-T	25,50	S	KS-T	25,50	S	KS-U	23,25	S	KS-J	20,50	S
KS-W	31,25	S	KS-W	31,25	S	KS-J	27,75	S	KS-U	23,25	S
KS-J	31,25	S	KS-N	32,25	S	KS-W	27,75	S	KS-W	27,75	S
KS-N	32,25	S	KS-J	39,50	S	KS-H	31,25	S	KS-N	31,25	S

Keterangan: AMX = *amoxicillin*, CFD = *cefadroxil*, CFX = *Cefixime*, CPR = *ciprofloxacin*, Kt = kategori, R = resisten, I = intermediate, S = sensitif

Berdasarkan Tabel 5. Isolat yang menunjukkan tingkat resistensi lebih tinggi, yaitu KS-H, KS-U, KS-T, dan KS-F, memiliki potensi lebih besar untuk dipertimbangkan sebagai kandidat kultur starter. Isolat tersebut mampu mempertahankan pertumbuhannya pada paparan beberapa antibiotik yang diuji, sehingga berpotensi lebih stabil apabila digunakan pada sistem fermentasi yang kemungkinan masih mengandung residu antibiotik. Sebaliknya, isolat seperti KS-J, KS-N, dan KS-W yang menunjukkan sensitivitas tinggi terhadap sebagian besar antibiotik memerlukan pertimbangan lebih lanjut sebelum digunakan sebagai kultur starter karena berpotensi mengalami hambatan pertumbuhan ketika terpapar antibiotik selama proses fermentasi atau penyimpanan produk. Zona hambat yang kecil menunjukkan bahwa isolat memiliki tingkat ketahanan yang lebih tinggi terhadap antibiotik, sedangkan zona hambat yang besar menunjukkan bahwa isolat lebih mudah terhambat oleh aktivitas antibiotik [32].

Isolat yang menunjukkan tingkat resistensi lebih tinggi yaitu KS-H, KS-U, KS-T, dan KS-F memiliki potensi lebih besar untuk dapat dipertimbangkan

sebagai kandidat kultur starter. Isolat tersebut mampu mempertahankan pertumbuhannya pada paparan beberapa antibiotik yang diuji, sehingga berpotensi lebih stabil apabila digunakan pada sistem fermentasi yang kemungkinan masih mengandung residu antibiotik. Sebaliknya, isolat seperti KS-J, KS-N, dan KS-W yang menunjukkan sensitivitas tinggi terhadap sebagian besar antibiotik memerlukan pertimbangan lebih lanjut sebelum digunakan sebagai kultur starter karena berpotensi mengalami hambatan pertumbuhan ketika terpapar antibiotik selama proses fermentasi atau penyimpanan produk. Isolat terbaik baik adalah isolat KS-H dan alternatifnya adalah isolat KS-U. Gambar disajikan pada Gambar 1. dan 2.



Gambar 1. Isolat KS-H



Gambar 2. Isolat KS-U

Zona hambat yang kecil menunjukkan bahwa isolat memiliki tingkat ketahanan yang lebih tinggi terhadap antibiotik, sedangkan zona hambat yang besar menunjukkan bahwa isolat lebih mudah terhambat oleh aktivitas antibiotik [32]. Berdasarkan hasil pengujian, antibiotik amoxicillin dan cefadroxil menunjukkan daya hambat paling tinggi terhadap isolat BAL, yang ditunjukkan oleh nilai rata-rata diameter zona hambat yang lebih besar dibandingkan antibiotik lainnya. Diameter zona hambat yang lebih besar menunjukkan

kemampuan antibiotik dalam menghambat pertumbuhan bakteri secara lebih efektif [32].

D. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa setiap isolat bakteri asam laktat dari kolostrum kambing Saanen memiliki kemampuan yang berbeda dalam merespons paparan antibiotik. Perbedaan tersebut terlihat dari variasi diameter zona hambat pada masing-masing antibiotik yang diuji, yaitu amoxicillin, cefadroxil, cefixime, dan ciprofloxacin. Antibiotik amoxicillin dan cefadroxil cenderung memberikan daya hambat yang lebih tinggi terhadap sebagian besar isolat, sedangkan cefixime dan ciprofloxacin menunjukkan respons yang lebih beragam, mulai dari resisten hingga sensitif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa isolat KS-H, KS-U, KS-S, dan KS-T memiliki kemampuan bertahan yang relatif lebih baik terhadap beberapa antibiotik dibandingkan dengan isolat lainnya. Isolat KS-T menunjukkan konsistensi ketahanan terhadap lebih dari satu jenis antibiotik, khususnya pada cefixime dan ciprofloxacin, serta masih mampu mempertahankan pertumbuhan pada kondisi tertentu. Karakteristik tersebut menjadikan KS-T sebagai isolat yang paling potensial untuk dipertimbangkan sebagai kandidat kultur starter karena memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap tekanan antibiotik.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan identifikasi lebih lanjut terhadap isolat bakteri asam laktat menggunakan metode yang lebih spesifik, seperti identifikasi molekuler, serta menambah variasi jenis antibiotik dan jumlah isolat yang diuji.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek) yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Pemula (PDP), berdasarkan Surat Keputusan Nomor 209/C3/D.T.05.00/PM/2026 dan Perjanjian/Kontrak Nomor 10/LPPM/K.P/UMPWR/V/2026.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] N. Nurhasanah, I. T. Fu'adah, H. Satria, and S. D. Yuwono, "Analisis eksopolisakarida dari bakteri asam laktat hasil fermentasi kefir kolostrum," *Anal. Anal. Environ. Chem.*, pp. 65–73, 2020, doi: 10.23960/aec.v5i1.2020.p65-73.
- [2] A. Y. Susilowati, S. N. Jannah, H. P. Kusumaningrum, and S. S. Sulistiani, "Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Susu Kambing Sebagai Bakteri Antagonis *Listeria monocytogenes* dan *Escherichia coli* Penyebab Foodborne Disease," *J. Teknol. Pangan*, vol. 6, no. 2, pp. 24–31, 2022, doi:

- 10.14710/jtp.2022.29488.
- [3] D. Ismawati, "Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat (BAL) proteolitik dari kefir," 2018.
 - [4] A. Siti, "Buku ajar: teknologi pengolahan dan pengawetan pangan edisi 2," 2017, *Unimus Press*.
 - [5] R. F. Christi, D. Suharwanto, and E. Yuniarti, "Karakteristik kandungan kimia kolostrum kambing sapera dan saanen di Sumedang Jawa Barat," *Agrivet J. Ilmu-Ilmu Pertan. dan Peternak. (Journal Agric. Sci. Veteriner)*, vol. 9, no. 1, 2021.
 - [6] L. Robbers, R. Jorritsma, M. Nielen, and A. Koets, "A scoping review of on-farm colostrum management practices for optimal transfer of immunity in dairy calves," *Front. Vet. Sci.*, vol. 8, p. 668639, 2021.
 - [7] S. Stewart *et al.*, "Preventing bacterial contamination and proliferation during the harvest, storage, and feeding of fresh bovine colostrum," *J. Dairy Sci.*, vol. 88, no. 7, pp. 2571–2578, 2005.
 - [8] A. Emmawati, B. S. Laksmi, L. Nuraida, and D. Syah, "Karakterisasi isolat bakteri asam laktat dari mandai yang berpotensi sebagai probiotik," *Agritech J. Fak. Teknol. Pertan. UGM*, vol. 35, no. 2, pp. 146–155, 2015.
 - [9] T. Anggraini and A. Mustakim, "Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat pada Tempoyak sebagai Fermentasi Tradisional Khas Jambi," *Pentagon J. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 3, no. 3, pp. 77–84, 2025.
 - [10] A. Amarullah, F. Anwari, A. C. Dewi, and E. Y. D. Sari, "Kerasionalan Penggunaan Antibiotik di Puskesmas," *J. Pharm. Care Anwar Med.*, vol. 4, no. 2, pp. 82–87, 2022, doi: 10.36932/jpcam.v4i2.133.
 - [11] R. H. B. SETIARTO, *Bioteknologi bakteri asam laktat untuk pengembangan pangan fungsional*. Guepedia, 2021.
 - [12] D. Anggita, S. Nurisyah, and E. P. Wiriansya, "Mekanisme kerja antibiotik," *UMI Med. J.*, vol. 7, no. 1, pp. 46–58, 2022, doi: 10.33096/umj.v7i1.149.
 - [13] C. F. Pitaloka *et al.*, "Identifikasi dan Karakterisasi Resistansi Antibiotik pada Bakteri *Staphylococcus aureus* Asal Susu Segar Kambing Sapera di Sleman, Yogyakarta.," *J. Vet.*, vol. 26, no. 2, 2025.
 - [14] H. S. RAKHMAT, "Karakterisasi Bakteri Patogen *Vibrio parahaemolyticus* Pada Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*): Morfologi Sel, Uji Biokimia, DAN Resistensi Terhadap Senyawa Antimikroba," 2025, *Universitas Lampung*.
 - [15] H. M. Kurniawan, N. Zuhdi, and A. N. Nasution, "Uji Sensitivitas Antibiotik Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara In Vitro," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Sains*, 2023, pp. 712–718.
 - [16] Z. A. A. Sari and R. Febriawan, "Perbedaan hasil uji aktivitas antibakteri metode Well Diffusion dan Kirby Bauer terhadap pertumbuhan bakteri," *J. Med. Hutama*, vol. 2, no. 04, pp. 1156–1162, 2021.
 - [17] I. P. PERONIKA, D. Novalina, and F. N. Irfani, "Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Tumbuhan Liar Kipahit (*Tithonia diversifolia*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Salmonella typhi* Secara In-Vitro," *Klin. Sains J. Anal.*

- Kesehat.*, vol. 13, no. 2, pp. 443–456, 2025.
- [18] C. Dewi, A. Saleh, N. H. Awaliyah, and H. Hasnawati, "Evaluasi formula emulgel lendir bekicot (*Achatina fulica*) dan uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* penyebab jerawat," *J. Mandala Pharmacon Indones.*, vol. 4, no. 02, pp. 122–134, 2018.
 - [19] M. F. Falakh *et al.*, "Uji Potensi Isolat Bakteri Asam Laktat dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) sebagai Antimikroba terhadap *Salmonella typhi*," vol. 11, pp. 514–524, 2022.
 - [20] Z. Ouyang *et al.*, "Differences in virulence and drug resistance between *Clostridioides difficile* ST37 and ST1 isolates," *Virulence*, vol. 16, no. 1, pp. 1–16, 2025, doi: 10.1080/21505594.2025.2502554.
 - [21] I. Purnamasari, Suwarno, and W. Tyasningsih, "Identification of *Staphylococcus* sp. and Antibiotic Resistance in Tukur District, Pasuruan," *J. Med. Vet.*, vol. 6, no. 1, pp. 93–104, Apr. 2023, doi: 10.20473/jmv.vol6.iss1.2023.93-104.
 - [22] K. Bush and P. A. Bradford, " β -lactams and β -lactamase inhibitors: An overview," *Cold Spring Harb. Perspect. Med.*, vol. 6, no. 8, Aug. 2016, doi: 10.1101/cshperspect.a025247.
 - [23] M. Aslam *et al.*, "Antiurease Activity of Antibiotics: In Vitro, In Silico, Structure Activity Relationship, and MD Simulations of Cephalosporins and Fluoroquinolones," *ACS Omega*, vol. 9, no. 12, pp. 14005–14016, Mar. 2024, doi: 10.1021/acsomega.3c09355.
 - [24] I. Y. Hutajulu, N. S. Antara, and L. Suhendra, "Resistensi Isolat Bakteri Asam Laktat dari Asinan Rebung Bambu Tabah (*Gigantochloa nigrociliata* Buse – Kurz) terhadap Antibiotik," *J. Rekayasa Dan Manaj. Agroindustri*, vol. 10, no. 1, p. 114, 2022, doi: 10.24843/jrma.2022.v10.i01.p11.
 - [25] G. Zavišić *et al.*, "Antibiotic Resistance and Probiotics: Knowledge Gaps, Market Overview and Preliminary Screening," *Antibiotics*, vol. 12, no. 8, Aug. 2023, doi: 10.3390/antibiotics12081281.
 - [26] S. Soesanto, "Antibiotik penghambat sintesis dinding sel mikroba," Universitas Trisakti, 2024, pp. 1–17.
 - [27] X. Lin and U. Kück, "Cephalosporins as key lead generation beta-lactam antibiotics," *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 106, no. 24, pp. 8007–8020, 2022, doi: 10.1007/s00253-022-12272-8.
 - [28] Shariaty Aref *et al.*, "The resistance mechanisms of bacteria against ciprofloxacin and new approaches for enhancing the efficacy of this antibiotic," *Front. Public Health*, vol. 10, no. 1025633, pp. 1–13, 2022.
 - [29] A. Emmawati, B. Sri, L. Suryaatmadja Jenie, L. Nuraida, and D. Syah, "Karakterisasi Isolat Bakteri Asam Laktat Dari Mandai Yang Berpotensi Sebagai Probiotik Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolates from Mandai Function as Probiotic," 2015.
 - [30] G. A. Nayik *et al.*, "Recent Insights Into Processing Approaches and Potential Health Benefits of Goat Milk and Its Products: A Review," Dec. 2021, *Frontiers Media S.A.* doi: 10.3389/fnut.2021.789117.

- [31] K. O. Carneiro, G. Z. Campos, J. M. Scafuro Lima, R. da S. Rocha, M. Vaz-Velho, and S. D. Todorov, "The Role of Lactic Acid Bacteria in Meat Products, Not Just as Starter Cultures," Oct. 2024, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/foods13193170.
- [32] M. Balouiri, M. Sadiki, and S. K. Ibnsouda, "Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review," *J. Pharm. Anal.*, vol. 6, no. 2, pp. 71–79, 2016.