

Identification of Antibiotic-Resistant Gram Positive Bacteria from Broiler Caecum in The Slaughterhouse of Mataram City

Rifqi Rizqullah^{1*}, Eustachius Hagni Wardoyo¹, Adelia Riezka Rahim¹, Rosyunita¹, Nurmi Hasbi¹, I Nyoman Yudayana Indratama¹

¹Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : January 04th, 2025

Revised : January 23th, 2025

Accepted : February 03th, 2025

*Corresponding Author: **Rifqi Rizqullah**, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia; Email: risqullah278@gmail.com

Abstract: The subtherapeutic use of antibiotics as Antimicrobial Growth Promoters (AGPs) in broilers has accelerated Antimicrobial Drug Resistance (AMR) in gut microbiota, posing a global threat. This study aimed to analyze the population, morphology, catalase test results, and antibiotic sensitivity of erythromycin and vancomycin to cefotaxime-resistant Gram-positive bacteria in the caecum of broilers from Mataram City slaughterhouses. Using exploratory descriptive method, five caecum samples were analyzed by Total Plate Count (TPC) on Man Rogosa Sharpe Agar (MRSA) media with and without cefotaxime, and incubated on Mannitol Salt Agar (MSA). Results revealed uniform bacterial morphology on MRSA (small, round, convex, entire edge, white, Gram-positive colonies) but varied morphologies on MSA. Catalase tests were negative on MRSA but mixed on MSA. Resistance to erythromycin and vancomycin was 80% on MRSA, while on MSA, erythromycin resistance reached 62.5% with variable vancomycin inhibition zones. The prevalence of cefotaxime-resistant bacteria was 5.24%. This study highlights diverse morphological, catalase, and antibiotic sensitivity profiles in cefotaxime-resistant bacteria, particularly on MSA. These findings underscore the need for stricter antibiotic use regulations and further research to mitigate AMR spread in poultry production.

Keywords: AMR, chicken, caecum, resistance.

Pendahuluan

Jumlah penduduk Kota Mataram meningkat dari 402.843 jiwa (2010) menjadi 429.651 jiwa (2020), dengan pertumbuhan 0,63% per tahun (Diskominfo Kota Mataram, 2021). Kota Mataram menjadi wilayah terpadat di Nusa Tenggara Barat, dengan kepadatan 7.789,17 jiwa/Km² (BAPPEDA NTB, 2018). Tingginya populasi mendorong konsumsi ayam pedaging mencapai 5,03 kg per kapita per tahun (Satu Data NTB, 2023), menjadikannya daging ternak paling populer karena biaya produksi rendah dan tidak ada batasan budaya atau agama dalam konsumsinya (Nhung *et al.*, 2017).

Antibiotik memiliki peran penting dalam produksi ayam pedaging, terutama sebagai AGP (*Antimicrobial Growth Promoter*) pada dosis

subterapeutik untuk meningkatkan konversi pakan, pertumbuhan, dan pencegahan penyakit (Mehdi *et al.*, 2018). Namun, penggunaan antibiotik yang berlebihan di peternakan telah memicu perkembangan bakteri resisten, yang menjadi ancaman bagi kesehatan manusia dan hewan (Abreu *et al.*, 2023). Beberapa negara telah membatasi penggunaan antibiotik pada ternak karena dampaknya terhadap efektivitas pengobatan infeksi serius pada manusia, yang meningkatkan biaya perawatan, masa rawat inap, dan angka kematian (Abreu *et al.*, 2023). Praktik ini juga menciptakan reservoir mikroba resisten antibiotik pada ternak, mengingat banyak antibiotik yang digunakan pada hewan juga digunakan untuk manusia (Mak *et al.*, 2022). Selama beberapa dekade, antibiotik subterapeutik dalam pakan ayam pedaging telah

menjadi cara efektif untuk memenuhi kebutuhan daging ayam yang meningkat akibat pertumbuhan populasi global (Mak *et al.*, 2022).

Penggunaan AGP telah mendorong evolusi dan penyebaran AMR (*Antimicrobial Drug Resistance*) pada mikrobiota usus, sehingga beberapa negara melarang penggunaannya. Swedia pertama kali melarang AGP pada 1986, diikuti oleh Uni Eropa pada 2006, yang melarang 25 jenis AGP. Larangan ini juga diadopsi oleh Meksiko, Selandia Baru, dan Korea Selatan, sementara Amerika Serikat, Australia, Jepang, dan Kanada memberlakukan pembatasan parsial sejak 2016, termasuk melarang antimikroba penting bagi manusia sebagai AGP (Abreu *et al.*, 2023). Di Indonesia, penggunaan AGP dalam pakan ternak dilarang sejak 1 Januari 2018 (Kementerian Pertanian, 2018). Meski demikian, antibiotik tetap penting untuk pencegahan dan pengobatan infeksi bakteri, mendukung kesehatan hewan, dan mengurangi penyakit zoonosis (Abreu *et al.*, 2023).

Resistensi antibiotik merupakan ancaman utama kesehatan global, menyebabkan 1,27 juta kematian langsung dan berkontribusi pada 4,95 juta kematian pada 2019 (WHO, 2023). Penyebaran terjadi melalui kontak langsung, seperti interaksi manusia dengan bakteri resisten dari hewan atau produknya (urine, feses, darah, air liur, air mani), sehingga meningkatkan risiko infeksi pada dokter hewan, petani, dan pekerja rumah potong. Penyebaran juga terjadi secara tidak langsung melalui konsumsi atau penanganan makanan terkontaminasi, seperti daging dan telur (Abreu *et al.*, 2023). Selain itu, konsumsi residu antibiotik pada produk hewani dapat menyebabkan reaksi alergi atau kerusakan hati (WHO, 2011).

Bakteri Gram-positif, seperti *methicillin-resistant Staphylococcus aureus*, *vancomycin-resistant Enterococcus faecium*, dan *Streptococcus pneumoniae* resisten β -laktamase, memiliki kemampuan cepat mengembangkan resistensi terhadap hampir semua antibiotik, sehingga menjadi ancaman serius bagi kesehatan global (Jubeh *et al.*, 2020; Shah *et al.*, 2022). WHO mencatat bakteri ini sebagai patogen prioritas yang memerlukan penelitian dan pengembangan pengobatan baru. Resistensi antibiotik harus terus dipantau untuk mengidentifikasi mekanisme baru,

mengoptimalkan penggunaan antibiotik, dan mencegah dampaknya (Zhang *et al.*, 2023). Resistensi antibiotik merupakan ancaman global yang membawa banyak kerugian khususnya resistensi antibiotik dari ayam pedaging. Oleh karena itu penelitian ini penting untuk mengetahui bakteri Gram positif resisten antibiotik pada ayam pedaging yang terdapat pada rumah pemotongan hewan di kota Mataram.

Bahan dan Metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei - Juli 2024. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram.

Isolasi Bakteri

Penelitian ini menggunakan ayam pedaging yang terdapat di rumah pemotongan hewan di kota Mataram. *Caecum* ayam diambil menggunakan botol sampel steril. Jumlah sampel yang dikoleksi sebanyak 20 gram *caecum*. Sampel kemudian di simpan pada *cool box* untuk dilakukan proses isolasi bakteri.

Isolasi bakteri dilakukan dengan cara mengambil bakteri dari *caecum* ayam yang isinya telah dikeluarkan terlebih dahulu menggunakan *cotton swab*. kemudian dilakukan teknik *swabbing* pada *plate* yang berisi media *Man Rogosa Sharpe Agar* (MRSA) dan *Mannitol Salt Agar* (MSA) yang mengandung *cefotaxime* 4 $\mu\text{g/ml}$ dan diinkubasikan pada suhu 37°C selama 48 jam. Masing-masing koloni yang tumbuh dan memiliki penampakan berbeda diisolasi dan dimurnikan dengan metode goresan (*streak plate*). kemudian diinkubasikan pada suhu 37°C selama 48 jam sehingga diperoleh isolat murni.

Penghitungan densitas bakteri

Perhitungan densitas bakteri dilakukan dengan mengambil sebanyak 1 Gram sampel (*caecum* ayam) kemudian dimasukkan ke dalam 9ml NaCl 0,9% sebagai larutan pengencer yang telah disterilkan sebelumnya dan dihancurkan menggunakan mortar dan *stamper* menjadi pengenceran 10^{-1} . Sampel tersebut dilakukan pengenceran bertingkat pada 9 ml *aquades* steril hingga pengenceran 10^{-3} menggunakan mikro

pipet. Kemudian dilakukan *plating* dengan metode *spread plating*. Sampel dimasukkan sebanyak 1 ml ke dalam masing-masing cawan petri, yang telah berisi media MRSA dengan dan tanpa *cefotaxime* kemudian diratakan dengan alat *spreader*. Kemudian cawan tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam dan jumlah koloni dihitung menggunakan teknik *Total Plate Count*.

Identifikasi Morfologi dan Uji Katalase

Morfologi bakteri diamati berdasarkan ukuran, bentuk, elevasi, tepi, dan warna, sementara bentuk sel dan pengelompokannya dianalisis melalui pewarnaan Gram. Uji katalase dilakukan untuk mendeteksi keberadaan enzim katalase pada bakteri.

Uji Resistensi Antibiotik

Penentuan uji resistensi antibiotik *erythromycin* (E), 15µg dan *vancomycin* (VA), 30µg menggunakan metode *Kirby Bauer* yang menggunakan *Agar disk diffusion* menghasilkan kategori yang bersifat kualitatif dengan penilaian sensitif, intermediet dan resisten. Diameter zona hambat yang terbentuk diukur menggunakan penggaris satuan milimeter (mm). Penilaian sensitif, intermediet dan resisten mengacu pada CLSI edisi 33.

Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data terdiri dari

- Perhitungan kuantitatif TPC koloni bakteri pada seluruh media pertumbuhan dengan kisaran hitung (10-200 koloni untuk *spread plate* dan untuk koloni tipikal (*presumptive*) menggunakan rumus pada persamaan 1.

$$N = \frac{\sum C}{[(1.n1)+(0,1.n2)].(d).(10)} \quad (1)$$

N= jumlah mikroorganisme CFU/g(mL)

∑C= jumlah semua koloni pada semua cawan

n1= jumlah cawan pada pengenceran pertama

n2= jumlah cawan pada pengenceran kedua/berikutnya

d= pengenceran yang hitungan pertama (dari pengenceran pertama) diperoleh 10= perkalian karena menggunakan *spread plate* dengan satuan CFU/0.1g

- Menghitung prevalensi bakteri resisten antibiotik

$$\text{prevalensi bakteri resisten antibiotik} = \frac{\text{jumlah rata-rata bakteri resisten antibiotik}}{\text{jumlah bakteri}} \quad (2)$$

Hasil dan Pembahasan

Total Plate Count Bakteri

Hasil perhitungan koloni bakteri *total plate count* bakteri pada media MRSA dengan dan tanpa *cefotaxime* dapat dilihat pada tabel 1. dan tabel 2. Hasil *total plate count* tanpa *cefotaxime* menunjukkan koloni tertinggi pada sampel 1 sebesar $1,4 \times 10^4$ CFU/ml dengan rata-rata $4,125 \times 10^3$ CFU/ml, sementara pada media dengan *cefotaxime* koloni tertinggi ditemukan pada sampel 4 sebesar 1×10^3 CFU/ml dengan rata-rata $2,16 \times 10^2$ CFU/ml.

Tabel 1. Perhitungan Koloni Bakteri *Total Plate Count* Bakteri Pada Media MRSA Tanpa *Cefotaxime*

Sampel	Pengenceran	Jumlah Koloni	Total Plate Count (CFU/ml)
Sampel 1	10 ⁻¹	TBUD	1,4 x 10 ⁴
	10 ⁻²	582	
	10 ⁻³	135	
Sampel 2	10 ⁻¹	TBUD	7,2 x 10 ^{3*}
	10 ⁻²	330	
	10 ⁻³	466	
Sampel 3	10 ⁻¹	TBUD	6,1 x 10 ²
	10 ⁻²	41	
	10 ⁻³	26	
Sampel 4	10 ⁻¹	TBUD	1,7 x 10 ³
	10 ⁻²	133	
	10 ⁻³	53	
Sampel 5	10 ⁻¹	171	1,9 x 10 ²
	10 ⁻²	32	
	10 ⁻³	6	

Prevalensi bakteri resisten *cefotaxime* sebesar 5,24% menunjukkan bahwa sekitar 5,24% bakteri mampu bertahan dalam keberadaan antibiotik *cefotaxime*. Penelitian sebelumnya mencatat resistensi *cefotaxime* pada *Lactobacillus* spp. sebesar 77,1% (Rokon-Uz-Zaman *et al.*, 2023) dan tingkat resistensi bervariasi 4,5–28,2% pada bakteri asam laktat (Pawar *et al.*, 2020). Peningkatan koloni pada pengenceran yang lebih tinggi pada sampel 2

tanpa *cefotaxime* kemungkinan disebabkan oleh kesalahan teknis, seperti pengambilan sampel, pengenceran, atau kalkulasi (Jarvis, 2016).

Tabel 2. *Total Plate Count* Bakteri Pada Media MRSA Dengan *Cefotaxime*

Sampel	Pengenceran	Jumlah Koloni	Total Plate Count (CFU/ml)
Sampel 1	10 ⁻¹	12	1,2 x 10
	10 ⁻²	2	
	10 ⁻³	-	
Sampel 2	10 ⁻¹	21	2,1 x 10
	10 ⁻²	5	
	10 ⁻³	-	
Sampel 3	10 ⁻¹	35	3,5 x 10
	10 ⁻²	4	
	10 ⁻³	-	
Sampel 4	10 ⁻¹	297	1 x 10 ³
	10 ⁻²	103	
	10 ⁻³	10	
Sampel	10 ⁻¹	12	1,2 x 10

5	10 ⁻²	3
	10 ⁻³	-

Keterangan :
 TBUD = Terlalu Banyak Untuk Dihitung
 * = Di luar rentang jumlah koloni
 Rentang Koloni = 10 -200 Koloni

Morfologi Bakteri Resisten *Cefotaxime* Pada Media MRSA dan MSA

Hasil isolasi bakteri resisten *cefotaxime* dari lima sampel *caecum* menghasilkan delapan koloni pada media MSA dan lima koloni pada media MRSA. Koloni diberi kode sebagai berikut: MRCTX untuk bakteri pada media MRSA dengan *cefotaxime*, MSCTX untuk bakteri pada media MSA dengan *cefotaxime*, dan MSCTXK untuk bakteri pada media MSA dengan *cefotaxime* dari koloni berbeda pada sampel.

Tabel 3. Morfologi Makroskopis Bakteri Resisten *Cefotaxime* Pada Media MRSA

Morfologi	Koloni				
	MRCTX1	MRCTX2	MRCTX3	MRCTX4	MRCTX5
Ukuran	Kecil	Kecil	Kecil	Kecil	Kecil
Bentuk	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat
Elevasi	<i>Convex</i>	<i>Convex</i>	<i>Convex</i>	<i>Convex</i>	<i>Convex</i>
Garis Tepi	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>
Warna	Putih	Putih	Putih	Putih	Putih

Hasil isolasi bakteri resisten *cefotaxime* pada media MRSA menunjukkan kelima koloni (MRCTX1 hingga MRCTX5) memiliki makroskopis seragam, dengan ukuran kecil, berbentuk bulat, elevasi *convex*, tepi *entire*, dan warna putih. Konsistensi ini menunjukkan homogenitas fenotipe bakteri yang tumbuh di media tersebut. Media MRSA dirancang untuk bakteri asam laktat, yang umumnya memiliki koloni berbentuk bulat atau *punctiform*, berwarna putih hingga kuning, dengan elevasi *convex*, tepi rata, dan permukaan licin (Retnowati *et al.*, 2024).

MSCTX1 dan MSCTS5K1 menghasilkan bentuk basil Gram positif memiliki karakteristik yang sama dengan

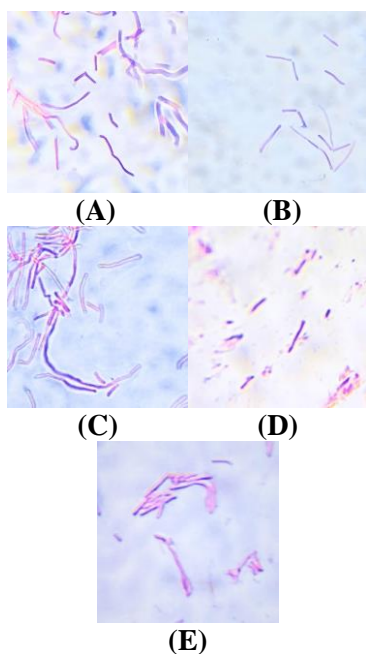
Bacillus. Berdasarkan (Iman *et al.*, 2012) melakukan identifikasi secara mikroskopis dengan melakukan pewarnaan Gram pada bakteri yang memfermentasi *mannitol* ditunjukkan dengan perubahan warna media menjadi kuning ditemukan bakteri *Bacillus subtilis* berbentuk batang, bersifat Gram positif, dan tidak berantai. Pada penelitian (Hellany *et al.*, 2024) didapatkan bakteri fermentasi *mannitol* positif teridentifikasi sebagai *Bacillus subtilis* dan bakteri tidak mampu memfermentasi *mannitol* teridentifikasi sebagai *Bacillus cereus*. Hal tersebut dapat menjelaskan perbedaan warna makroskopis kuning dan putih pada bakteri batang Gram positif.

Tabel 4. Morfologi Makroskopis Bakteri Resistan Cefotaxime Pada Media MSA

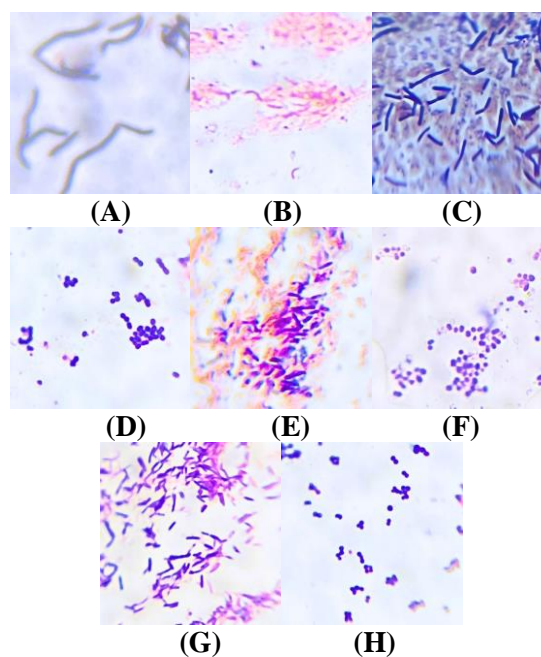
Koloni / Morfologi	MSCTX1	MSCTX2	MSCTX3		MSCTX4		MSCTX5	
			MSCT X3K1	MSCT X3K2	MSCTX 4K1	MSCTX 4K2	MSCTX5K 1	MSCTX 5K2
Ukuran	Kecil	Kecil	Sedang	Kecil	Besar	Kecil	Besar	Kecil
Bentuk	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat	<i>Irregular</i>	Bulat	<i>Irregular</i>	Bulat
Elevasi	<i>Flat</i>	<i>Flat</i>	<i>Raised</i>	<i>Flat</i>	<i>Flat</i>	<i>Flat</i>	<i>Flat</i>	<i>Flat</i>
Garis Tepi	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>	<i>Wavy</i>	<i>Entire</i>	<i>Wavy</i>	<i>Entire</i>	<i>Wavy</i>	<i>Entire</i>
Warna	kuning	kuning	Putih merah muda	kuning	Putih	Kuning	Putih	kuning

Pemeriksaan mikroskopis dengan pewarnaan Gram menunjukkan bahwa semua isolat (MRCTX1 hingga MRCTX5) merupakan bakteri Gram-positif berbentuk batang. Karakteristik ini konsisten dengan *Lactobacillus spp.*, Gram-positif, berbentuk batang baik pendek maupun panjang, dengan susunan rantai atau palisade (Goldstein et al., 2015). Sebaliknya, bakteri *Enterococcus faecalis* memiliki bentuk kokoid Gram-positif, yang dapat tersusun dalam rantai pendek maupun panjang (Mishra and Ghosh, 2018).

Koloni MSCTX2 menunjukkan batang Gram negatif, Padahal dari beberapa referensi menyatakan bahwa media MSA secara selektif menghambat pertumbuhan bakteri Gram negatif. Hal ini menunjukkan bahwa MSA tidak hanya mendukung pertumbuhan bakteri dari genus *Staphylococcus* saja, tetapi dapat ditumbuhi oleh bakteri lain yang sifatnya *halofilik* (tahan terhadap konsentrasi garam tinggi) mengingat media MSA memiliki kandungan NaCl 7,5% (Abdilah & Kurniawan, 2022).



Gambar 1. Bakteri Resisten Cefotaxime Pada Media MRSA Perbesaran 1000x. (A) MRCTX1. (B) MRCTX2. (C) MRCTX3. (D) MRCTX4. (E) MRCTX5.



Gambar 2. Bakteri Resisten Cefotaxime Pada Media MSA Perbesaran 1000x. (A) MSCTX1. (B) MSCTX2. (C) MSCTX3K1. (D) MSCTX3K2. (E) MSCTX4K1. (F) MSCTX4K2. (G) MSCTX5K1. (H) MSCTX5K2.

MSCTX3K2, MSCTX4K2, dan MSCTX5K2 berbentuk bulat Gram positif dengan warna kuning pada koloni. Warna kuning pada koloni bakteri yang didapatkan sama dengan karakteristik warna bakteri *Staphylococcus aureus* pada media MSA dengan adanya pertumbuhan koloni berwarna kuning dikelilingi zona kuning keemasan disebabkan oleh kemampuan bakteri untuk memfermentasi *mannitol*. Bakteri yang tidak dapat memfermentasi *mannitol* akan terlihat zona berwarna merah atau merah muda seperti *Staphylococcus epidermidis* (Aroza et al., 2017; Dewi, 2013). Morfologi mikroskopis juga didapatkan karakteristik yang mirip dengan bakteri *Staphylococcus aureus* yang merupakan bakteri Gram positif, berbentuk seperti bulat, berwarna ungu, dan tersusun berkelompok seperti buah anggur. Warna ungu ini didapatkan karena bakteri mempertahankan zat warna pertama pada pewarnaan Gram, yaitu kristal violet (Ariyadi et al., 2023).

Uji Katalase Bakteri Resisten Cefotaxime Pada Media MRSA dan MSA

Hasil uji katalase menunjukkan bahwa semua sampel bakteri resisten antibiotik *cefotaxime* pada media MRSA tidak menghasilkan gelembung setelah ditetesi larutan H₂O₂, yang mengindikasikan katalase negatif. Hal ini berarti bakteri tidak memiliki enzim katalase untuk menguraikan H₂O₂ menjadi air dan oksigen. Karakteristik ini sesuai dengan bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus spp.*, yang dikenal sebagai katalase negatif, berbentuk batang, dan Gram-positif (Mannan et al., 2017). Bakteri asam laktat lainnya, seperti *Enterococcus faecalis* secara umum dianggap sebagai katalase negatif tetapi dapat terlihat positif lemah untuk katalase dalam beberapa kondisi (Frankenberg et al., 2002).

Tabel 5. Uji Katalase Bakteri Resisten *Cefotaxime* Pada Media MRSA

Koloni	Katalase
MRCTX1	-
MRCTX2	-
MRCTX3	-
MRCTX4	-
MRCTX5	-

Tabel 6. Uji Katalase Bakteri Resisten *Cefotaxime* Pada Media MSA

Koloni	Katalase
MSCTX1	+
MSCTX2	+
MSCTX3K1	-
MSCTX3K2	-
MSCTX4K1	-
MSCTX4K2	-
MSCTX5K1	+
MSCTX5K2	+

MSCTX1 dan MSCTX5K1 menghasilkan katalase positif yang sama seperti *Bacillus subtilis* dan *Bacillus cereus* (Muigg et al., 2022; Tsonis et al., 2018). Sebaliknya, MSCTX3K1 dan MSCTX4K1 memiliki karakteristik serupa dengan MSCTX1 dan MSCTX5K1, menghasilkan katalase negatif yang sama seperti bakteri basil positif katalase negatif yang dapat tumbuh di media MSA yaitu *Lactobacillus* (Antarini et al., 2022). *Lactobacillus* halotoleran seperti *Lactobacillus plantarum*, *L. pentosus* dan *L. acidiphiscis* serta strain komersial *L. casei Shirota* dan *L. plantarum 299v* mampu tumbuh dalam kondisi optimal hingga 6% NaCl dan menunjukkan pertumbuhan *sub-lethal* hingga 16% NaCl (Melgar-Lalanne et al., 2014).

MSCTX5K2 menghasilkan katalase positif seperti *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* memiliki enzim katalase yang mampu menghidrolisis hidrogen peroksida (H₂O₂) menjadi air (H₂O) dan menghasilkan gelembung gas (O₂) (Tahir, Dunggio and Paramita, 2024). Sebaliknya, MSCTX3K2 dan MSCTX4K2 bersifat katalase negatif. Hal ini berarti H₂O₂ yang diberikan tidak dipecah oleh bakteri tersebut sehingga oksigen tidak dihasilkan. Bakteri katalase negatif tidak memiliki enzim katalase yang menguraikan H₂O₂ yang menandakan bakteri tersebut tidak termasuk *Staphylococcus aureus* tetapi memiliki karakteristik yang mirip dengan *Enterococcus faecalis*, yang juga mampu memfermentasi *mannitol* dengan perubahan warna indikator fenol merah menjadi kuning, berbentuk kokus Gram positif, dan bersifat katalase-negatif dimana umumnya ditemukan di alam dan juga di saluran pencernaan manusia dan hewan sebagai komensal (Hayati et al., 2022; Quiloon et al., 2012).

Uji Resistensi Antibiotik Bakteri Resisten Cefotaxime Pada Media MRSA dan MSA

Hasil uji resistensi antibiotik bakteri resisten antibiotik pada media MRSA dengan *erythromycin* 15 µg menunjukkan bahwa hanya satu sampel bakteri (MRCTX3) yang membentuk zona hambat sebesar 27 mm, sementara empat sampel lainnya resisten tanpa zona hambat. Persentase resistensi antibiotik *erythromycin* mencapai 80%. Untuk uji resistensi terhadap *vancomycin* 30 µg, hanya MRCTX3 yang membentuk zona hambat sebesar 15 mm, sedangkan empat sampel lainnya resisten. Persentase resistensi terhadap *vancomycin* juga sebesar 80%. *Lactobacillus* memiliki resistensi alami yang tinggi terhadap antibiotik glikopeptida seperti *vancomycin*.

Tabel 7. Uji Resistensi Antibiotik Bakteri Resisten Cefotaxime Pada MRSA

Koloni	Diameter Zona Hambat Dalam mm	
	Vancomycin VA 30 mcg	Erythromycin E15 15 mcg
MRCTX1	0	0
MRCTX2	0	0
MRCTX3	15	27
MRCTX4	0	0
MRCTX5	0	0

Resistensi ini disebabkan oleh substitusi residu *dipeptida d-Ala-d-Ala* pada *peptidoglikan* dinding sel dengan *d-Ala-d-laktat* (resistensi tinggi) atau *d-Ala-d-Ser* (resistensi rendah) yang dikodekan secara kromosom (Duche et al., 2023). Hasil resistensi 4 dari 5 koloni terhadap *erythromycin* menunjukkan mayoritas koloni bakteri resisten terhadap *erythromycin*. Namun, hasil ini berbeda dengan teori yang menyebut sebagian besar *Lactobacillus* sensitif terhadap *erythromycin* (Campedelli et al., 2019). Beberapa *strain*, seperti *Lactobacillus rhamnosus*, diketahui resisten terhadap *erythromycin*, membawa gen *erm* (A, B, C) dan mutasi pada gen 23S rRNA (Waśko et al., 2012).

Penelitian oleh (Ali et al., 2018) menemukan bakteri asam laktat *Lactobacillus* dan *Leuconostoc* yang diisolasi dari usus ayam pedaging, dengan dua isolat resisten antibiotik: satu resisten terhadap kloramfenikol dan satu resisten terhadap ampisilin, kanamisin, serta kloramfenikol. Hasil ini konsisten hasil yang didapatkan pada media MRSA dominan

Lactobacillus. Hal tersebut dikarenakan *Lactobacillus* merupakan bakteri dominan di *caecum*, dengan persentase 13,20–19,08% dari total *mikrobiota*, sehingga mudah ditemukan (Lau et al., 2024). *Lactobacillus* resisten antibiotik dapat membahayakan manusia karena berpotensi menjadi reservoir gen resistensi antibiotik, dengan risiko mentransfer gen tersebut ke bakteri patogen di saluran pencernaan. Kepadatan tinggi mikroorganisme, baik yang resisten maupun non-resisten, dalam saluran pencernaan memfasilitasi transfer gen resistensi antar mikroorganisme (Khoerunnisa et al., 2022).

Hasil uji resistensi antibiotik bakteri resisten antibiotik pada media MSA menggunakan antibiotik *erythromycin* 15 µg menunjukkan tiga sampel bakteri memiliki zona hambat, sedangkan lima lainnya resisten tanpa zona hambat. Persentase resistensi terhadap *erythromycin* mencapai 62,5%. Penelitian *Staphylococcus aureus* sebelumnya melaporkan prevalensi resistensi *erythromycin* sebesar 57,1% (Mahfouz et al., 2023) dan 98% (Tang et al., 2003).

Tabel 8. Uji Resistensi Antibiotik Bakteri Resisten Cefotaxime Pada Media MSA

Koloni	Diameter Zona Hambat Dalam mm	
	Vancomycin VA 30 mcg	Erythromycin E15 15 mcg
MSCTX1	15	0
MSCTX2	23	0
MSCTX3K1	18	25
MSCTX3K2	14	0
MSCTX4K1	16	28
MSCTX4K2	19	0
MSCTX5K1	17,5	28
MSCTX5K2	15	0

MSCTX5K2 yang memiliki karakteristik mirip *Staphylococcus aureus* didapatkan resisten terhadap *erythromycin* dengan tidak terbentuknya zona hambat. Beberapa mekanisme telah terlibat dalam resistensi *Staphylococcus aureus* terhadap *erythromycin*. Mekanisme resistensi umumnya melibatkan modifikasi situs pengikatan ribosom melalui gen *erm*, penghapusan aktif *erythromycin* oleh sistem *efflux* (*msr* dan *mef*), atau produksi enzim penonaktif makrolida (*mph*) (Mahfouz et al.,

2023). MSCTX3K2 dan MSCTX4K2 yang memiliki karakteristik mirip *Enterococcus faecalis*, juga resisten terhadap *erythromycin* dengan tidak terbentuknya zona hambat.

Berdasarkan (Guan *et al.*, 2024) proporsi resistensi *erythromycin* melalui 31 laporan, dengan 3348 isolat resisten di antara 5591 isolat yang diteliti adalah 60,3%. MSCTX5K1, yang menyerupai *Bacillus spp.*, memiliki zona hambat 28 mm, menunjukkan sensitivitas terhadap *erythromycin*, serupa dengan *Bacillus cereus* yang mayoritas rentan (91,8%) (Fiedler *et al.*, 2019). Sebaliknya, MSCTX1 menunjukkan resistensi, sejalan dengan laporan resistensi *Bacillus licheniformis* sebesar 71,43% (Adamski *et al.*, 2023). MSCTX3K1 dan MSCTX4K1, yang memiliki karakteristik mirip *Lactobacillus*, menunjukkan zona hambat sebesar 25 mm dan 28 mm, mengindikasikan sensitivitas terhadap *erythromycin*, sesuai laporan sensitivitas *Lactobacillus* terhadap *erythromycin* (Campedelli *et al.*, 2019).

Hasil uji resistensi antibiotik pada media MSA terhadap *vancomycin* 30 µg yang menunjukkan seluruh sampel bakteri membentuk zona hambat dengan ukuran bervariasi. *Vancomycin resistance in Staphylococcus aureus* (VRSA) sangat jarang terjadi. Sebagian besar isolat *Staphylococcus aureus* rentan terhadap *vancomycin* (CDC, 2024). MSCTX5K2 yang memiliki karakteristik mirip *Staphylococcus aureus*, membentuk zona hambat sebesar 15 mm. Berdasarkan CLSI 33rd edition, uji MIC diperlukan untuk memastikan sensitivitas *Staphylococcus spp.* terhadap *vancomycin*, karena uji *disk* tidak dapat membedakan isolat yang rentan, *intermediate*, atau resisten (Lewis *et al.*, 2023). MSCTX3K2 dan MSCTX4K2 yang memiliki karakteristik mirip *Enterococcus faecalis*, menunjukkan hasil berbeda: MSCTX3K2 resisten dengan zona hambat ≤14 mm, sedangkan MSCTX4K2 sensitif dengan zona hambat ≥17 mm.

Menurut (Cunha *et al.*, 2007) hampir semua *strain Enterococcus faecalis* sensitif terhadap *vancomycin*, *Enterococcus faecalis* identik dengan *vancomycin-sensitive enterococci* (VSE), meskipun tingkat resistensi dilaporkan mencapai 43% (Backiam *et al.*, 2023). MSCTX5K1 dan MSCTX1 yang mempunyai karakteristik mirip *Bacillus spp.*, menunjukkan sensitivitas dengan zona hambat masing-masing

sebesar 17,5 mm dan 15 mm. Semua *strain Bacillus spp.* dilaporkan sensitif terhadap *vancomycin* (Adimpong *et al.*, 2012), dengan tingkat sensitivitas sangat tinggi (98,89%) (Adamski *et al.*, 2023).. MSCTX3K1 dan MSCTX4K1 yang mirip *Lactobacillus* juga membentuk zona hambat masing-masing sebesar 18 mm dan 16 mm. Sebagian besar *strain Lactobacillus* diketahui resisten terhadap *vancomycin*, dengan tingkat resistensi sebesar 40,6% (Gamal *et al.*, 2014) hingga 95% (Anisimova & Yarullina, 2019).

Kesimpulan

Penelitian ini menemukan prevalensi bakteri resisten *cefotaxime* sebesar 5,24%. Pada media MRSA, semua koloni menunjukkan morfologi seragam (bulat, kecil, *convex*, tepi *entire*, putih, dan batang Gram positif) dan uji katalase negatif, dengan resistensi 80% terhadap *erythromycin* dan *vancomycin*. Sebaliknya, pada media MSA, morfologi koloni bervariasi (ukuran, bentuk, elevasi, tepi, dan warna), ditemukan bakteri Gram positif dan negatif, serta hasil katalase positif dan negatif. Resistensi *erythromycin* mencapai 62,5% dengan zona hambat *vancomycin* yang bervariasi. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan metode molekuler untuk identifikasi bakteri lebih spesifik dan menguji lebih banyak jenis antibiotik. Edukasi peternak tentang bahaya resistensi antibiotik dan penggunaannya yang bijak perlu ditingkatkan. Pemerintah harus memperkuat regulasi dan monitoring penggunaan antibiotik serta bakteri resisten di sektor peternakan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada ibu Rosyunita, S.Si., M.Si. selaku Ketua Penelitian serta seluruh anggota penelitian yang terlibat dalam penelitian ini.

Referensi

- Abdilah, F., & Kurniawan, K. (2022). Morphological Characteristics of Air Bacteria in Mannitol Salt Agar Medium. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 5(1), 353–359.

- <https://doi.org/10.33084/bjmlt.v5i1.4438>
Abreu, R., Semedo-Lemsaddek, T., Cunha, E., Tavares, L., & Oliveira, M. (2023). Antimicrobial Drug Resistance in Poultry Production: Current Status and Innovative Strategies for Bacterial Control. *Microorganisms*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/microorganisms11040953>
- Adamski, P., Byczkowska-Rostkowska, Z., Gajewska, J., Zakrzewski, A. J., & Kłębukowska, L. (2023). Prevalence and Antibiotic Resistance of *Bacillus* sp. Isolated from Raw Milk. *Microorganisms*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/microorganisms11041065>
- Adimpong, D. B., Sørensen, K. I., Thorsen, L., Stuer-Lauridsen, B., Abdelgadir, W. S., Nielsen, D. S., Derkx, P. M. F., & Jespersen, L. (2012). Antimicrobial susceptibility of bacillus strains isolated from primary starters for african traditional bread production and characterization of the bacitracin operon and bacitracin biosynthesis. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(22), 7903–7914. <https://doi.org/10.1128/AEM.00730-12>
- Ali, M., Rosyidi, A., & Ichsan, M. (2018). Skrening Resistensi Antibiotik pada Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Usus Ayam Pedaging. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Indonesia*, 4(1), 255–261. <https://doi.org/10.29303/jitpi.v3i1.39>
- Anisimova, E. A., & Yarullina, D. R. (2019). Antibiotic Resistance of LACTOBACILLUS Strains. *Current Microbiology*, 76(12), 1407–1416. <https://doi.org/10.1007/s00284-019-01769-7>
- Antarini, A. A. N., Agustini, N. P., Gumala, N. M. Y., & Mataram, I. K. A. (2022). Isolation, characterization and screening of functional properties probiotic candidates for lactic acid bacteria Bali traditional drink wong tea in vitro. *International Journal of Health Sciences*, 6(3), 1646–1658. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6n3.13635>
- Ariyadi, R., Maulani, P. A., Ruhimat, U., & Hidana, R. (2023). Identification of *Staphylococcus aureus* Bacteria on the Palms of Visitors to Panumbangan Health Center. *Mukhtabar : Journal of Medical Laboratory Technology*, 1(2), 57–64. <https://doi.org/10.52221/mjmlt.v1i2.376>
- Aroza, M., Erina, & Darniati. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Gram Positif Kokus pada Kasus Ear Mites Kucing Domestik (*Felis domesticus*) di Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. *Jimvet*, 1(2), 117–124. <https://doi.org/10.21157/jimvet.v1i2.2674>
- Backiam, A. D. S., Duraisamy, S., Karuppaiya, P., Balakrishnan, S., Chandrasekaran, B., Kumarasamy, A., & Raju, A. (2023). Antibiotic Susceptibility Patterns and Virulence-Associated Factors of Vancomycin-Resistant Enterococcal Isolates from Tertiary Care Hospitals. *Antibiotics*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/antibiotics12060981>
- BAPPEDA NTB. (2018). *Strategi Penanggulangan Kemiskinan Daerah Nusa Tenggara Barat Tahun 2018-2023*. [https://data.ntbprov.go.id/sites/default/files/Dokumen SPKD NTB Th. 2018-2023.pdf](https://data.ntbprov.go.id/sites/default/files/Dokumen%20SPKD%20NTB%20Th.%202018-2023.pdf)
- Campedelli, I., Mathur, H., Salvetti, E., Rea, M. C., Torriani, S., Ross, R. P., & Hill, C. (2019). Genus-Wide Assessment of Antibiotic Resistance in *Lactobacillus* spp. *Applied and Environmental Microbiology*, 85(1), 1–21. DOI: 10.1128/AEM.01738-18
- CDC. (2024). *Laboratory Testing for Vancomycin-resistant Staphylococcus aureus*. <https://www.cdc.gov/staphylococcus-aureus/php/laboratories/index.html>
- Cunha, B. A., Mickail, N., & Eisenstein, L. (2007). *E. faecalis* vancomycin-sensitive enterococcal bacteremia unresponsive to a vancomycin tolerant strain successfully treated with high-dose daptomycin. *Heart and Lung: Journal of Acute and Critical Care*, 36(6), 456–461. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2007.02.012>
- Dewi, A. K. (2013). Isolasi, Identifikasi dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap Amoxicillin dari Sampel Susu

- Kambing Peranakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis Di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. *JURNAL SAIN VETERINER*, 31(2), 138–150. <https://doi.org/10.22146/jsv.3780>
- Diskominfo Kota Mataram. (2021). *Mataram Dalam Angka 2021*. <https://data.mataramkota.go.id/dataset/resource/e82e967c-093a-4900-a326-ad745902b819>
- Duche, R. T., Singh, A., Wandhare, A. G., Sangwan, V., Sihag, M. K., Nwagu, T. N. T., Panwar, H., & Ezeogu, L. I. (2023). Antibiotic resistance in potential probiotic lactic acid bacteria of fermented foods and human origin from Nigeria. *BMC Microbiology*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12866-023-02883-0>
- Fiedler, G., Schneider, C., Igbinsosa, E. O., Kabisch, J., Brinks, E., Becker, B., Stoll, D. A., Cho, G. S., Huch, M., & Franz, C. M. A. P. (2019). Antibiotics resistance and toxin profiles of *Bacillus cereus*-group isolates from fresh vegetables from German retail markets. *BMC Microbiology*, 19(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1632-2>
- Frankenberg, L., Brugna, M., & Hederstedt, L. (2002). Enterococcus faecalis Heme-Dependent Catalase. *JOURNAL OF BACTERIOLOGY*, 184(22), 6351–6356. <https://doi.org/10.1128/JB.184.22.6351>
- Gamal, F., Ahmed, A.-H., & Zeinab, S. (2014). Antibiotic resistance in lactic acid bacteria isolated from some pharmaceutical and dairy products. *Brazilian Journal of Microbiology*, 1(45), 25–33. doi: 10.1590/s1517-83822014000100005
- Goldstein, E. J. C., Tyrrell, K. L., & Citron, D. M. (2015). Lactobacillus species: Taxonomic complexity and controversial susceptibilities. *Clinical Infectious Diseases*, 60(Suppl 2), S98–S107. <https://doi.org/10.1093/cid/civ072>
- Guan, L., Beig, M., Wang, L., Navidifar, T., Moradi, S., Motallebi Tabaei, F., Teymouri, Z., Abedi Moghadam, M., & Sedighi, M. (2024). Global status of antimicrobial resistance in clinical Enterococcus faecalis isolates: systematic review and meta-analysis. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12941-024-00728-w>
- Hayati, Z., Desfiana, U. H., & Suhartono, S. (2022). Distribution of multidrug-resistant Enterococcus faecalis and Enterococcus faecium isolated from clinical specimens in the Zainoel Abidin General Hospital, Banda Aceh, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(10), 5043–5049. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231010>
- Hellany, H., Assaf, J. C., Barada, S., el-Badan, D., Hajj, R. El, Abou Najem, S., Abou Fayad, A. G., & Khalil, M. I. (2024). Isolation and Characterization of *Bacillus Subtilis* BSP1 from Soil: Antimicrobial Activity and Optimization of Fermentation Conditions. *Processes*, 12(8), 1–16. <https://doi.org/10.3390/pr12081621>
- Iman, E. R., Mahendra, I., & Utomo, R. (2012). Uji Kepekaan *Bacillus subtilis* yang Diisolasi dari Sedimen Tambak Udang dan Tambak Ikan terhadap Bahan Antimikroba Antibacterial Susceptibility of *Bacillus subtilis* Isolated From Shrimp Pond and Fish Pond Sediment. *Veterinaria*, 5(3), 163–168.
- Jarvis, B. (2016). Errors associated with colony count procedures. In *Statistical Aspects of the Microbiological Examination of Foods: Third Edition* (Third Edit, pp. 119–140). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803973-1.00007-3>
- Jubeh, B., Breijyeh, Z., & Karaman, R. (2020). Resistance of gram-positive bacteria to current antibacterial agents and overcoming approaches. *Molecules*, 25(12), 1–22. <https://doi.org/10.3390/molecules25122888>
- Kementerian Pertanian. (2018). *Berdampak Negatif Bagi Kesehatan, Pemerintah Larang Penggunaan Agp Pada Ternak*. <https://ditjenpkh.pertanian.go.id/berita/734-berdampak-negatif-bagi-kesehatan-pemerintah-larang-penggunaan-agp-pada-ternak>
- Khoerunnisa, S. F., Balia, R. L., & Pradini, G. W. (2022). Mekanisme Resistensi Antibiotik pada *Lactobacillus* dan Potensinya untuk

- Mengatasi Salmonellosis pada Ayam Broiler. *Acta VETERINARIA Indonesiana*, 10(2), 111–123. <https://doi.org/10.29244/avi.10.2.111-123>
- Lau, C. H. F., Capitani, S., Tien, Y. C., Verellen, L. A., Kithama, M., Kang, H., Kiarie, E. G., Topp, E., Diarra, M. S., & Fruci, M. (2024). Dynamic effects of black soldier fly larvae meal on the cecal bacterial microbiota and prevalence of selected antimicrobial resistant determinants in broiler chickens. *Animal Microbiome*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s42523-024-00293-9>
- Lewis, J. S. ., Weinstein, M. P. ., Bobenchik, A. M. ., Cameau, S., Cullen, S. K. ., Dingle, T., Galas, M. F. ., Humphries, R. M. ., Kirn, T. J. ., Limbago, B., Mathers, A. J. ., Pierce, V. M. ., Richter, S. S. ., Satlin, M., Schuetz, A. N. ., Sharp, S., & Simner, P. (2023). *M100 : performance standards for antimicrobial susceptibility testing*.
- Mahfouz, A. A., Said, H. S., Elfeky, S. M., & Shaaban, M. I. (2023). Inhibition of Erythromycin and Erythromycin-Induced Resistance among Staphylococcus aureus Clinical Isolates. *Antibiotics*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/antibiotics12030503>
- Mak, P. H. W., Rehman, M. A., Kiarie, E. G., Topp, E., & Diarra, M. S. (2022). Production systems and important antimicrobial resistant-pathogenic bacteria in poultry: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00786-0>
- Mannan, S. J., Rezwan, R., Rahman, M. S., & Begum, K. (2017). Isolation and Biochemical Characterization of Lactobacillus species from Yogurt and Cheese samples in Dhaka Metropolitan Area. *Bangladesh Pharmaceutical Journal*, 20(1), 27–33. <https://doi.org/10.3329/bpj.v20i1.32090>
- Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M. P., Gaucher, M. Lou, Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., Brar, S. K., Côté, C., Ramirez, A. A., & Godbout, S. (2018). Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *Animal Nutrition*, 4(2), 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002>
- Melgar-Lalanne, G., Rivera-Espinoza, Y., Farrera-Rebollo, R., & Hernández-Sánchez, H. (2014). SURVIVAL UNDER STRESS OF HALOTOLERANT LACTOBACILLI WITH PROBIOTIC PROPERTIES. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 13(1), 323–335.
- Mishra, A. K., & Ghosh, A. R. (2018). Characterization of Functional, Safety, and Probiotic Properties of Enterococcus faecalis AG5 Isolated From Wistar Rat, Demonstrating Adherence to HCT 116 Cells and Gastrointestinal Survivability. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 10(3), 435–445. <https://doi.org/10.1007/s12602-018-9387-x>
- Muigg, V., Cuénod, A., Purushothaman, S., Siegemund, M., Wittwer, M., Pflüger, V., Schmidt, K. M., Weisser, M., Ritz, N., Widmer, A., Goldenberger, D., Hinic, V., Roloff, T., Søggaard, K. K., Egli, A., & Seth-Smith, H. M. B. (2022). Diagnostic challenges within the Bacillus cereus-group: finding the beast without teeth. *New Microbes and New Infections*, 49–50. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2022.101040>
- Nhung, N. T., Chansiripornchai, N., & Carrique-Mas, J. J. (2017). Antimicrobial resistance in bacterial poultry pathogens: A review. *Frontiers in Veterinary Science*, 4(AUG), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00126>
- Pawar, R., Zambare, V., & Nabar, B. (2020). Comparative Assessment of Antibiotic Resistance in Lactic Acid Bacteria Isolated from Healthy Human Adult and Infant Feces. *Nepal Journal of Biotechnology*, 8(2), 69–75. <https://doi.org/10.3126/njb.v8i2.31893>
- Quiloan, M. L. G., Vu, J., & Carvalho, J. (2012). Enterococcus faecalis can be distinguished from Enterococcus faecium via differential susceptibility to antibiotics and growth and fermentation characteristics on mannitol salt agar. *Frontiers in Biology*, 7(2), 167–177. <https://doi.org/10.1007/s11515-012-1183-5>
- Retnowati, F. D., Purwestri, Y. A., & Sine, Y.

- (2024). Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolated from Soymilk and Its Growth in Soymilk By-product Medium for the Application in Soymilk Fermentation. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 09(04), 1–16. <https://doi.org/10.22146/jtbb.89003>
- Rokon-Uz-Zaman, M., Bushra, A., Pospo, T. A., Runa, M. A., Tasnuva, S., Parvin, M. S., & Islam, M. T. (2023). Detection of antimicrobial resistance genes in *Lactobacillus* spp. from poultry probiotic products and their horizontal transfer among *Escherichia coli*. *Veterinary and Animal Science*, 20(March), 100292. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2023.100292>
- Satu Data NTB. (2023). *Konsumsi Daging Hewan Ternak Berdasarkan Jenis Ternak Tahun 2022*. <https://data.ntbprov.go.id/dataset/konsumsi-daging-hewan-ternak/resource/8aa43b45-6bc5-4f15-9d2b-94a209fbfd46>
- Shah, S., Rampal, R., Thakkar, P., Poojary, S., & Ladi, S. (2022). The Prevalence and Antimicrobial Susceptibility Pattern of Gram-Positive Pathogens: Three-Year Study at a Tertiary Care Hospital in Mumbai, India. *Journal of Laboratory Physicians*, 14(02), 109–114. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731136>
- Tahir, D., Dunggio, Y., & Paramita, D. A. (2024). DETECTION OF *Staphylococcus aureus* BACTERIA ON ESCALATOR HANDRAINS IN GORONTALO SHOPPING CENTER. *Journal of Health, Technology and Science (JHTS)*, 5(2), 62–70. <https://doi.org/10.47918/jhts.v5i2.1816>
- Tang, P., Low, D. E., Atkinson, S., Pike, K., Ashi-sulaiman, A., Simor, A., Richardson, S., & Willey, B. M. (2003). *Investigation of Staphylococcus aureus Isolates Identified as Erythromycin Intermediate by the Vitek-1 System: Comparison with Results Obtained with the Vitek-2 and Phoenix Systems*. 41(10), 4823–4825. <https://doi.org/10.1128/JCM.41.10.4823>
- Tsonis, I., Karamani, L., Xaplanteri, P., Kolonitsiou, F., Zampakis, P., Gatzounis, G., Marangos, M., & Assimakopoulos, S. F. (2018). Spontaneous cerebral abscess due to *Bacillus subtilis* in an immunocompetent male patient: A case report and review of literature. *World Journal of Clinical Cases*, 6(16), 1169–1174. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v6.i16.1169>
- Waśko, A., Skrzypczak, K., Polak-Berecka, M., & Kuzdraliski, A. (2012). Genetic mechanisms of variation in erythromycin resistance in *Lactobacillus rhamnosus* strains. *Journal of Antibiotics*, 65(11), 583–586. <https://doi.org/10.1038/ja.2012.73>
- WHO. (2024). *WHO updates list of drug-resistant bacteria most threatening to human health*. <https://www.who.int/news/item/17-05-2024-who-updates-list-of-drug-resistant-bacteria-most-threatening-to-human-health>
- WHO. (2011). Tackling antibiotic resistance from a food safety perspective in Europe. In *World Health Organization Regional Office for Europe*. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Tackling+Antibiotic+Resistance+from+a+Food+Safety+Perspective+in+Europe&author=World+Health+Organization&publication_year=2011
- WHO. (2023). *Antimicrobial resistance*. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/antimicrobial-resistance>
- Zhang, X., Tan, L., Ouyang, P., Ma, H., Peng, J., Shi, T., & Xie, L. (2023). Analysis of distribution and antibiotic resistance of Gram-positive bacteria isolated from a tertiary-care hospital in southern China: an 8-year retrospective study. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1220363>