

# Faktor Risiko dan Angka Kejadian *Escherichia coli* Penghasil *Extended-spectrum $\beta$ -lactamase (ESBL)* pada Sapi Perah

## *Risk Factors and Incidence of Escherichia coli Producing Extended-spectrum $\beta$ -lactamase (ESBL) in Dairy Cattle*

Fidi Nur Aini Eka Puji Dameanti<sup>1,2\*</sup>, Muhammad Ali Akramsyah<sup>3</sup>, Chyntia Silvi Yanti Hasan<sup>3</sup>, Jacky Teguh Amanda<sup>3</sup>, Alfaro Rikko Pratama<sup>3</sup>, Reza Fahmiantika<sup>3</sup>, Dhaneswara Tedja<sup>3</sup>, Safira Izofani<sup>3</sup>, Rahayu Sutrisno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Mikrobiologi dan Imunologi Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Brawijaya,

<sup>2</sup>Mahasiswa Doktor Sains Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, <sup>3</sup>Mahasiswa Program Studi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Brawijaya.

\*Corresponding author: [fididameanti88@gmail.com](mailto:fididameanti88@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi faktor risiko dan angka kejadian cemaran *Escherichia coli* penghasil *Extended-spectrum  $\beta$ -lactamase (ESBL)* pada sapi perah. Sampel yang diperoleh adalah 38 sampel usap rektum sapi perah dari Kelompok Ternak Sukses Bersama, Desa Deyeng, Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Penelitian dimulai dengan wawancara dan observasi menggunakan kuesioner untuk memperoleh data faktor risiko (sumber air minum, kebersihan tempat pakan, kebersihan tempat minum, pemberian antibiotik, riwayat kejadian mastitis). Pengambilan sampel usap rektum sapi dilakukan dengan media pembawa *Nutrient Broth*. Isolasi bakteri menggunakan media *Mac Conkey Agar (MCA)* dengan antibiotik sefotaksim 1 mg/L. Penambahan antibiotik bertujuan agar bakteri yang tumbuh merupakan bakteri jenis *coliform* yang mengalami resistensi antibiotik sefotaksim yang merupakan golongan beta-laktam. Isolasi bakteri dilanjutkan dengan media MCA untuk memperkaya bakteri ESBL. Identifikasi bakteri dilanjutkan pada media EMBA, pewarnaan gram, uji biokimia IMViC, TSIA, dan urease untuk mendapatkan isolat bakteri *E. coli*. Isolat *E. coli* yang diperoleh dilakukan pengujian fenotipe ESBL *Double Disc Synergy Test (DDST)*. Keeratan hubungan antara setiap faktor risiko dengan kejadian *E. coli* penghasil ESBL diuji secara statistik menggunakan uji korelasi *Rank Spearman*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejadian *E. coli* penghasil ESBL pada sampel yang diuji adalah sebesar 21.05% atau terdapat 8 sampel positif *E. coli* penghasil ESBL. Faktor risiko ditemukannya kejadian positif *E. coli* penghasil ESBL pada penelitian ini yaitu 87% penggunaan sumber air minum yang berasal dari sumur, 25% tidak memperhatikan kebersihan tempat minum, 25% tidak memperhatikan kebersihan tempat makan, 38% diberikan antibiotik selama pemeliharaan dan 100% memiliki riwayat mastitis. Faktor-faktor risiko tersebut secara statistik tidak memiliki keeratan hubungan dengan kejadian *E. coli* penghasil ESBL.

Kata kunci: antibiotik, *Escherichia coli*, *Extended-spectrum  $\beta$ -lactamase*, sapi perah, susu

### Abstract

*This study aimed to evaluate the risk factor and incidence of Extended-spectrum  $\beta$ -lactamase (ESBL) produced by Escherichia coli in dairy cattle. The samples obtained were 38 rectal swabs from dairy cows from the Successful Mutual Livestock Group, Deyeng Village, Kediri Regency, East Java. The study started with interviews and observations using a questionnaire to obtain data on risk factors (source of drinking water, cleanliness of feedlots, cleanliness of drinking places, administration of antibiotics, history of mastitis). A sampling of the rectal swab of cattle was carried out using Nutrient Broth as carrier media. Isolation of bacteria using Mac Conkey Agar (MCA) media with the antibiotic cefotaxime 1 mg/L. The addition of antibiotics is intended so that the bacteria that grow are coliform bacteria resistant to the cefotaxime antibiotic, a beta-lactam group. Bacterial isolation was continued with MCA media to enrich ESBL bacteria. Bacterial identification was continued on EMBA media, gram staining, IMViC biochemical test, TSIA, and urease to obtain isolates of E. coli bacteria. The E. coli isolates tested for ESBL Double Disc Synergy Test (DDST) phenotype. The close relationship between each risk factor and the incidence of ESBL-producing E. coli was tested statistically using the Spearman Rank correlation test. The results showed that the incidence of ESBL-producing E. coli in the tested samples was 21.05%, or there were eight positive samples of ESBL-producing E. coli. The risk factors for finding a positive incidence of E. coli producing ESBL in this study were 87% of*

the use of drinking water sources from wells, 25% did not pay attention to the cleanliness of drinking places, 25% did not pay attention to the cleanliness of eating places, 38% were given antibiotics during maintenance, and 100% had a history of mastitis. These risk factors were not statistically closely related to the incidence of ESBL-producing *E. coli*.

**Keywords:** antibiotics, dairy cattle, *Escherichia coli*, Extended-spectrum  $\beta$ -lactamase, milk

**Received:** 14 July 2022

**Revised:** 16 August 2022

**Accepted:** 21 September 2022

## PENDAHULUAN

Peternakan sapi perah merupakan salah satu usaha peternakan yang dapat dilakukan secara individu oleh masyarakat. Usaha peternakan sapi perah rakyat merupakan usaha peternakan rakyat yang cukup populer di kalangan masyarakat. Salah satu produk yang dihasilkan dari usaha peternakan sapi perah ini adalah susu, selain bernilai ekonomi tinggi, susu sapi juga merupakan pangan yang memiliki kandungan gizi yang tinggi dan lengkap (Batabyal et al., 2018). Tingginya kandungan gizi menyebabkan susu dapat mudah rusak apabila tidak dilakukan penanganan dan penyimpanan pasca panen dengan baik dan benar (Oliver et al., 2005). Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas dari susu sapi perah yang dihasilkan adalah dengan peningkatan kebersihan dan kesehatan sapi perah, hal ini erat kaitannya dengan kejadian mastitis pada sapi perah.

Kejadian mastitis yang merupakan radang kelenjar susu adalah penyakit yang paling umum terjadi pada sapi perah dan memiliki dampak penting secara ekonomi (Halasa et al., 2007). Salah satu penyebab utama kejadian mastitis adalah karena bakteri patogen yaitu *Escherichia coli* (Dahmen et al., 2013). Upaya penanganan yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah yang disebabkan oleh *E. coli* ini adalah dengan pemberian antibiotik. Terapi antibiotik yang tidak sesuai akan menyebabkan permasalahan resistansi antibiotik (AMR). Kejadian AMR khususnya pada bakteri Gram negatif dapat menghasilkan *extended-spectrum beta-lactamases* (ESBL) yang telah meluas dan menjadi isu global. Beberapa penelitian diberbagai negara telah melaporkan kejadian *E. coli* penghasil ESBL dari hewan penghasil pangan (Rao et al., 2014; Seni et al., 2016; Xu et al., 2015).

Kejadian *E. coli* penghasil ESBL pada peternakan sapi perah juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor lain selain kejadian mastitis, seperti kontrol kualitas air minum, kebersihan dari kandang dan peralatan, penggunaan antibiotik yang tidak tepat, serta keberadaan peternak dan hewan lain di sekitar kandang peliharaan (Gay et al., 2018). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi faktor risiko dari kejadian *E. coli* penghasil ESBL pada sapi perah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan dengan desain penelitian deskriptif laboratoris. Penelitian dilakukan pada bulan Juni-September 2021. Sampel sapi perah diperoleh secara *purposive sampling* dengan kriteria yaitu merupakan bagian dari kelompok ternak, terletak di wilayah Kabupaten Kediri, lebih dari 50% anggota kelompok ternak memiliki riwayat penggunaan antibiotik dalam kurun waktu minimal 6 bulan terakhir, dan ternak tidak dalam kondisi bunting dan dalam masa perah. Sampel yang sebanyak 38 sampel usap rektum sapi perah dari Kelompok Ternak Sukses Bersama, Desa Deyeng, Kabupaten Kediri, Jawa Timur.

Penelitian dimulai dengan wawancara dan observasi menggunakan kuesioner untuk memperoleh data faktor risiko (sumber air minum, kebersihan tempat pakan, kebersihan tempat minum, pemberian antibiotik, riwayat kejadian mastitis). Pengambilan sampel usap rektum sapi dilakukan dengan media pembawa *Nutrient Broth*, untuk selanjutnya dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi dan Imunologi Veteriner untuk dilakukan isolasi dan identifikasi.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Nutrient Broth* (NB), *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA), *Mac Conkey Agar* (MCA),

BHIB (*Brain Hearth Infusion Broth*), MHA (*Mueller Hinton Agar*), *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), *Methyl Red Voges Proskeuer* (MRVP), *Simon Citrat Agar* (SCA), pewarnaan gram (kristal violet, lugol, alkohol, dan safranin), alfa naftol 5%, KOH 40%, reagen *Methyl Red*, alkohol 70%, *aquades* steril, kapas, spritus, minyak emersi, dan antibiotik sefotaksim 1 mg/L, disk *Amoxicillin-Clavulanic Acid* (AMC) 30µg, disk *Ceftazidime* (CAZ) 30µg dan disk *Cefotaxime* (CTX) 30µg. Peralatan yang digunakan adalah yaitu adalah tabung *falcon*, *coolbox*, *ice pack*, tabung reaksi, *needle*, *autoclave*, spatula, kompor, tabung *erlenmeyer*, gelas beker, rak tabung reaksi, pinset, mikroskop, kertas pembungkus, bunsen, inkubator, *object glass*, *ose*, cawan petri, dan kulkas.

Isolasi bakteri diawali dengan penanaman sampel usap rektum sapi pada media *Mac Conkey Agar* (MCA) yang telah ditambahkan antibiotik sefotaksim. Penambahan antibiotik bertujuan agar bakteri yang tumbuh merupakan bakteri jenis *coliform* yang mengalami resistensi antibiotik. Isolasi bakteri dilanjutkan dengan media MCA untuk memperkaya bakteri ESBL. Identifikasi bakteri dilanjutkan pada media EMBA dan diinkubasi 24 jam suhu 37°C, untuk selanjutnya dilakukan pewarnaan gram dan pengujian biokimia dengan tes IMVIC (Tabel 1).

Bakteri positif *E. coli* akan menunjukkan kokobasil Gram negatif pada pewarnaan gram, berwarna hijau metalik pada media EMBA. Isolat *E. coli* yang diperoleh dilakukan pengujian fenotipe ESBL dengan metode *Double Disc Synergy Test* (DDST). Disk AMC, CAZ, dan CTX diletakkan pada media MHA yang telah ditanami oleh *E. coli* dengan jarak antar *disk* adalah 15 mm dan diinkubasi selama 24 jam suhu 37°C. Hasil positif dari uji ini ditunjukkan dengan peningkatan diameter zona hambat > 5 mm dari inhibitor atau *disk* menunjukkan hasil positif (Pratama et al., 2019).

Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel. Keeratan hubungan antara setiap faktor risiko dengan kejadian *E. coli* penghasil ESBL diuji secara statistik menggunakan uji korelasi *Rank Spearman*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel usap rektum sapi dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian isolasi dan identifikasi bakteri serta deteksi ESBL. Hasil pengujian tersaji dalam Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat 21.05% atau 8 sampel yang positif *E. coli* penghasil ESBL. Nilai ini lebih rendah dari penelitian yang dilakukan oleh Schmid et al., (2013) dan Weber et al., (2021), dimana terdapat 32.8% dan 63.5% sampel dari peternakan sapi yang mengalami kejadian *E. coli* penghasil ESBL. Penelitian ini juga menunjukkan hasil yang lebih rendah dari penelitian yang dilakukan oleh Maulana et al. (2021), dimana terdapat 25% sampel swab rektum sapi di Kabupaten Sleman, Yogyakarta mengalami kejadian ESBL.

Hasil pengujian secara fenotip terhadap *E. coli* penghasil ESBL tersaji dalam Tabel 3, dimana terdapat 62.5% sampel *E. coli* penghasil ESBL yang mengandung gen CTX dan SHV. Gen CTX dan SHV dapat terdeteksi melalui pengujian menggunakan antibiotik seftazidim dan sefotaksim (Livermore dan Brown, 2001). Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa terdapat 37.5% *E. coli* penghasil ESBL mengandung gen SHV. Gen SHV dapat terdeteksi melalui antibiotik seftazidim (Livermore dan Brown, 2001). Hasil ini menunjukkan bahwa gen *E. coli* penghasil ESBL pada penelitian ini tidak cukup beragam dan didominasi oleh gen SHV. Hasil dari penelitian ini sedikit berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Lu et al., (2010), dimana gen yang didapatkan dari *E. coli* penghasil ESBL cukup beragam dengan gen CTX yang cukup dominan.

Berbedanya gen dari *E. coli* penghasil ESBL dapat terjadi karena faktor-faktor risiko yang berpengaruh pada sampel berbeda. Oliver et al., (2005) menyatakan bahwa beberapa faktor yang dapat menjadi penyebab ditemukannya bakteri patogen pada peternakan sapi perah adalah faktor kebersihan lingkungan peternakan, jumlah ternak di dalam kandang, praktik manajemen pemeliharaan ternak, peternak, letak geografis dan musim. Pembersihan dan disinfeksi kandang yang tidak tepat juga dapat menjadi penyebab dari

**Tabel 1.** Identifikasi *E. coli* berdasarkan tes IMVIC (Suryani et al., 2014)

	Indol	Methyl Red	Voges Proskauer	Citrat	TSIA
<i>E. coli</i>	+	+	-	-	+

**Tabel 2.** Hasil identifikasi *E. coli* ESBL

<i>E. coli</i> ESBL	
n	%
8	21.05
30	78.95

**Tabel 3.** Tipe *E. coli* ESBL

<i>E. coli</i> ESBL	Tipe
1	CTX+SHV
2	CTX+SHV
3	SHV
4	SHV
5	CTX+SHV
6	CTX+SHV
7	SHV
8	CTX+SHV

**Tabel 4.** Faktor risiko kejadian *E. coli* ESBL

Faktor Risiko	Kondisi	n	%	p-value
Sumber Air Minum	PDAM	1	13	0.952
	Sumur	7	87	
Kebersihan Tempat Minum	Tidak Dicuci	2	25	0.277
	Cuci	6	75	
Kebersihan Tempat Makan	Tidak Dicuci	2	25	0.277
	Cuci	6	75	
Pemberian antibiotik	Diberikan	3	38	0.314
	Tidak diberikan	5	62	
Riwayat Sapi Mastitis	Ada	8	100	0.226
	Tidak ada	0	0	

terjadinya *E. coli* ESBL. Ditemukannya *E. coli* ESBL pada air minum dapat disebabkan oleh air yang terkontaminasi oleh feces ternak atau feces burung yang berada disekitar peternakan. Burung-burung dapat menjadi sumber kontaminan karena penelitian yang dilakukan oleh (Guenther et al., 2011) dan (Timofte et al., 2014) melaporkan bahwa terdapat burung yang menyebabkan kontaminasi *E. coli* ESBL pada lingkungan. Sumber air minum dapat terkontaminasi limbah-limbah biologis yang berasal dari sekitar peternakan.

Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat 87% sampel yang terindikasi *E. coli* ESBL menggunakan sumber air minum yang berasal dari sumur, 25% tidak memperhatikan kebersihan tempat minum, 25% tidak memperhatikan

kebersihan tempat makan, 38% diberikan antibiotik selama pemeliharaan, dan 100% memiliki riwayat mastitis. Namun secara statistik, faktor-faktor risiko yang diduga menjadi penyebab *E. coli* penghasil ESBL pada peternakan sapi perah tidak memiliki keeratan hubungan yang signifikan (nilai p-value > 0.05). Penelitian ini memberikan hasil yang berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh (Kamaruzzaman et al., 2020), dimana tempat air dan pakan tidak menunjukkan hasil yang positif terhadap *E. coli* penghasil ESBL namun air dan sumber air minum menunjukkan hasil yang positif terhadap kejadian *E. coli* penghasil ESBL.

Tabel 4 juga menunjukkan bahwa 100% sampel positif *E. coli* penghasil ESBL pernah mengalami kejadian mastitis dan 87%

menggunakan sumber air minum berasal dari sumur. Kejadian mastitis dapat menjadi penyebab kejadian *E. coli* ESBL selain karena disebabkan konsumsi antibiotik juga dapat disebabkan karena lingkungan, dimana ternak setelah 1-2 minggu melahirkan terinfeksi oleh feses yang berada di lantai kandang. *E. coli* ESBL dapat masuk melalui kelenjar susu dan menginfeksi sapi itu sendiri ataupun sapi-sapi lain yang berada di peternakan yang sama (Gyles dan Boerlin, 2014).

### KESIMPULAN

Terdapat 21.05% sapi perah mengalami kejadian *E. coli* penghasil ESBL, dengan persentase yang dimiliki pada setiap faktor risiko yang diuji adalah sekitar 13-100% namun tidak memiliki keeratan hubungan yang signifikan dengan kejadian *E. coli* penghasil ESBL.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Kelompok Ternak Sukses Bersama, Deyeng, Kabupaten Kediri atas izin yang telah diberikan untuk melakukan penelitian dan kepada Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya yang telah memberikan kesempatan pendanaan penelitian melalui skema DPP/SPP tahun 2022.

### DAFTAR PUSTAKA

- Batabyal, K., Banerjee, A., Pal, S., Dey, S., Joardar, S. N., Samanta, I., Isore, D. P., & Singh, A. D. (2018). Detection, characterization, and antibiogram of extended-spectrum beta-lactamase *Escherichia coli* isolated from bovine milk samples in West Bengal, India. *Veterinary World*, 11(10), 1423–1247.
- Dahmen, S., Métayer, V., Gay, E., Madec, J.-Y., & Haenni, M. (2013). Characterization of extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-carrying plasmids and clones of Enterobacteriaceae causing cattle mastitis in France. *Veterinary Microbiology*, 162(2–4), 793–799.
- Gay, N., Leclaire, A., Laval, M., Miltgen, G., Jégo, M., Stéphane, R., Jaubert, J., Belmonte, O., & Cardinale, E. (2018). Risk Factors of Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase Producing Enterobacteriaceae Occurrence in Farms in Reunion, Madagascar and Mayotte Islands, 2016–2017. *Veterinary Sciences*, 5(1), 22.
- Guenther, S., Ewers, C., & Wieler, L. H. (2011). Extended-Spectrum Beta-Lactamases Producing *E. coli* in Wildlife, yet Another Form of Environmental Pollution? *Frontiers in Microbiology*, 2.
- Gyles, C., & Boerlin, P. (2014). Horizontally Transferred Genetic Elements and Their Role in Pathogenesis of Bacterial Disease. *Veterinary Pathology*, 51(2), 328–340.
- Halasa, T., Huijps, K., Østerås, O., & Hogeveen, H. (2007). Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *Veterinary Quarterly*, 29(1), 18–31.
- Kamaruzzaman, E. A., Abdul Aziz, S., Bitrus, A. A., Zakaria, Z., & Hassan, L. (2020). Occurrence and Characteristics of Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase-Producing *Escherichia coli* from Dairy Cattle, Milk, and Farm Environments in Peninsular Malaysia. *Pathogens*, 9(12), 1007.
- Livermore, D. M., & Brown, D. F. J. (2001). Detection of  $\beta$ -lactamase-mediated resistance. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 48(suppl\_1), 59–64.
- Lu, S.-Y., Zhang, Y.-L., Geng, S.-N., Li, T.-Y., Ye, Z.-M., Zhang, D.-S., Zou, F., & Zhou, H.-W. (2010). High Diversity of Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing Bacteria in an Urban River Sediment Habitat. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(17), 5972–5976.

- Maulana, Y. K., Duangporn, P., Nur, R. H., Dyah, A. W., Fred, U., Veerasak, P., & Tongkorn, M. (2021). Antimicrobial Resistance Characteristics of Extended Spectrum Beta Lactamase (ESBL)- Producing *Escherichia coli* from Dairy Farms in the Sleman District of Yogyakarta Province, Indonesia. *Veterinary Integrative Sciences*, 19(3): 525-535.
- Oliver, S. P., Jayarao, B. M., & Almeida, R. A. (2005). Foodborne Pathogens in Milk and the Dairy Farm Environment: Food Safety and Public Health Implications. *Foodborne Pathogens and Disease*, 2(2), 115–129.
- Pratama, A. S., Djide, M. N., & Massi, M. N. (2019). Identifikasi Genotip CTX-M PADA *Escherichia coli* Penghasil Extended Spectrum Beta Lactamase (ESBL) yang Resisten pada Cephalosporin Generasi III di RSUP Wahidin Sudirohusodo Makassar. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*, 23(1), 5–9.
- Rao, L., Lv, L., Zeng, Z., Chen, S., He, D., Chen, X., Wu, C., Wang, Y., Yang, T., Wu, P., Liu, Y., & Liu, J.-H. (2014). Increasing prevalence of extended-spectrum cephalosporin-resistant *Escherichia coli* in food animals and the diversity of CTX-M genotypes during 2003–2012. *Veterinary Microbiology*, 172(3–4), 534–541.
- Schmid, A., Hörmansdorfer, S., Messelhäusser, U., Käsbohrer, A., Sauter-Louis, C., & Mansfeld, R. (2013). Prevalence of Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase-Producing *Escherichia coli* on Bavarian Dairy and Beef Cattle Farms. *Applied and Environmental Microbiology*, 79(9), 3027–3032.
- Seni, J., Falgenhauer, L., Simeo, N., Mirambo, M. M., Imirzalioglu, C., Matee, M., Rweyemamu, M., Chakraborty, T., & Mshana, S. E. (2016). Multiple ESBL-Producing *Escherichia coli* Sequence Types Carrying Quinolone and Aminoglycoside Resistance Genes Circulating in Companion and Domestic Farm Animals in Mwanza, Tanzania, Harbor Commonly Occurring Plasmids. *Frontiers in Microbiology*, 7.
- Suryani, S., Roza, R. M., dan Martina, A. (2014). Seleksi dan Uji Antibakteri Aktinomisetes Asal Tanah Gambut Rimbo Panjang Kampar Riau terhadap *Escherichia coli* dan Salmonella typhi. *JOM FMIPA*, 1(2), 11.
- Timofte, D., Maciucă, I. E., Evans, N. J., Williams, H., Wattret, A., Fick, J. C., & Williams, N. J. (2014). Detection and Molecular Characterization of *Escherichia coli* CTX-M-15 and Klebsiella pneumoniae SHV-12  $\beta$ -Lactamases from Bovine Mastitis Isolates in the United Kingdom. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 58(2), 789–794.
- Weber, L. P., Dreyer, S., Heppelmann, M., Schaufler, K., Homeier-Bachmann, T., & Bachmann, L. (2021). Prevalence and Risk Factors for ESBL/AmpC-E. coli in Pre-Weaned Dairy Calves on Dairy Farms in Germany. *Microorganisms*, 9(10), 2135.
- Xu, G., An, W., Wang, H., & Zhang, X. (2015). Prevalence and characteristics of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase genes in *Escherichia coli* isolated from piglets with post-weaning diarrhea in Heilongjiang province, China. *Frontiers in Microbiology*, 6.

\*\*\*