Jurnal Biologi Tropis

Original Research Paper

ESBL-Encoding Gene Patterns in *E. coli* Isolated from Cat Feces in Surabaya, Indonesia

Ema Khoirotun Nisa'[1]*, Kuntaman[2], Masfufatun[3], Febtarini Rahmawati[4]

[1]Program Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Indonesia;
[2]Departemen Ilmu Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Indonesia;
[3]Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Surabaya, Indonesia;
[4]Departemen Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Indonesia;

Article History
Received : September 11th, 2026
Revised : October 05th, 2026
Accepted : October 19th, 2026

*Corresponding Author: **Ema Khoirotun Nisa',** Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Indonesia;
Email: ekn036@mhs.uwks.ac.id

Abstract: Extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing *E. coli* may be found in cat feces and can act as a reservoir of antimicrobial resistance. This study aimed to determine ESBL-encoding gene patterns in *E. coli* isolated from cat feces in Surabaya, Indonesia. This descriptive observational laboratory study used 20 ESBL-producing *E. coli* isolates from cat feces in Surabaya, Indonesia. The *blaCTX-M*, blaSHV, and blaTEM genes were detected using polymerase chain reaction (PCR), and amplicons were visualized by agarose gel electrophoresis. Data were analyzed descriptively as frequencies and percentages. The *blaCTX-M* gene was detected in 16 isolates (80%), blaTEM in 6 isolates (30%), while blaSHV was not detected. Gene-pattern analysis showed 13 isolates (65%) carrying *blaCTX-M* alone, 3 isolates (15%) carrying blaTEM alone, 3 isolates (15%) carrying both *blaCTX-M* and blaTEM, and 1 isolate (5%) without the three target genes. *blaCTX-M* was the dominant ESBL gene among *E. coli* isolates from cat feces. These findings highlight the presence of ESBL-associated genes in *E. coli* from cat feces and support the inclusion of companion animals in One Health antimicrobial resistance surveillance.

Keywords: *blaCTX-M*, blaSHV, blaTEM, *E. coli*, ESBL.

Pendahuluan

Escherichia coli merupakan bakteri Gram-negatif berbentuk batang yang secara normal dapat ditemukan sebagai bagian dari mikrobiota saluran gastrointestinal manusia dan hewan. Meskipun demikian, beberapa strain *E. coli* dapat bersifat patogen dan menjadi penyebab berbagai infeksi. Permasalahan tersebut semakin penting dalam konteks resistansi antimikroba karena *E. coli* dapat memperoleh dan menyebarkan gen resistansi melalui perpindahan materi genetik antarbakteri. Keberadaan bakteri resisten pada hewan juga menjadi perhatian dalam pendekatan *One Health* karena manusia, hewan, dan lingkungan saling berinteraksi dalam dinamika penyebaran resistansi antimikroba. Resistansi antimikroba saat ini merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang mendapat perhatian global, termasuk di Indonesia (World Health Organization [WHO], 2024).

Salah satu mekanisme resistansi yang penting pada *E. coli* adalah produksi *extended-spectrum β-lactamase* (ESBL). Enzim ESBL mampu menghidrolisis berbagai antibiotik β-laktam, terutama sefalosporin spektrum luas dan aztreonam, sehingga keberadaannya dapat membatasi pilihan terapi. Gen penyandi ESBL yang banyak dilaporkan pada *E. coli* antara lain *blaCTX-M*, *blaTEM*, dan *blaSHV*. Di antara gen tersebut, *blaCTX-M* banyak ditemukan pada isolat *E. coli* penghasil ESBL dan menjadi salah satu determinan resistansi yang penting secara epidemiologis (Castanheira *et al.,* 2021).

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

© 2026 The Author(s). This article is open access

Penelitian di Indonesia juga menunjukkan keberadaan ketiga gen tersebut pada isolat *E. coli* penghasil ESBL. Ariyanti *et al.,* (2025), misalnya, mendeteksi *blaCTX-M*, *blaTEM*, dan *blaSHV* pada isolat *E. coli* dari sumber hewan, dengan *blaCTX-M* sebagai gen yang paling banyak ditemukan.

Kucing merupakan salah satu hewan yang memiliki kontak erat dengan manusia sehingga keberadaan bakteri resisten pada saluran gastrointestinal kucing perlu mendapat perhatian. Kontak manusia dengan hewan atau lingkungan yang terkontaminasi dapat menjadi salah satu konteks paparan bakteri resisten dalam kerangka *One Health*, meskipun keberadaan gen resistansi pada hewan tidak secara langsung membuktikan terjadinya transmisi kepada manusia. Oleh karena itu, pemantauan bakteri resisten pada hewan peliharaan dapat memberikan informasi epidemiologis yang penting bagi pengendalian resistansi antimikroba.

Beberapa penelitian di Surabaya telah menunjukkan keberadaan *E. coli* dan resistansi antimikroba pada kucing. Penelitian di Dukuh Kupang, Surabaya, terhadap 60 sampel swab kucing melaporkan keberadaan *E. coli* pada 83% sampel serta adanya resistansi terhadap beberapa antibiotik, termasuk ampisilin, tetrasiklin, dan streptomisin. Namun, angka tersebut merupakan proporsi sampel yang mengandung *E. coli*, bukan prevalensi *E. coli* penghasil ESBL.

Penelitian Farizqi *et al.,* (2023) memberikan bukti yang lebih spesifik mengenai ESBL pada kucing di Surabaya. Dari 100 sampel swab rektal kucing, sebanyak 71 sampel (71%) positif *E. coli*. Sebanyak empat isolat dikonfirmasi sebagai penghasil ESBL, sedangkan pemeriksaan molekuler menunjukkan tiga isolat membawa gen *blaTEM* dan *blaCTX-M*. Penelitian tersebut menggunakan PCR untuk mendeteksi kedua gen tersebut, tetapi belum mencakup pemeriksaan gen *blaSHV*.

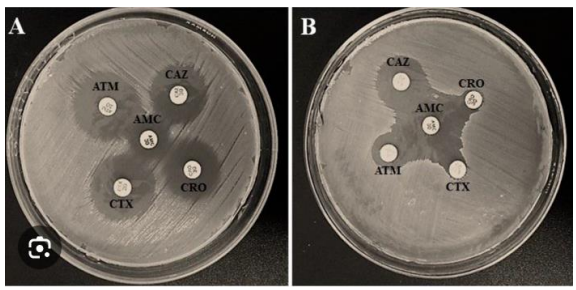
Temuan tersebut menunjukkan bahwa penelitian mengenai *E. coli* penghasil ESBL pada kucing di Surabaya telah berkembang, tetapi karakterisasi gen ESBL pada isolat kucing masih dapat diperluas. Studi Farizqi et al. (2023) berfokus pada gen *blaTEM* dan *blaCTX-M*, sedangkan penelitian di Indonesia yang lebih baru telah menunjukkan bahwa *blaSHV* juga dapat ditemukan pada isolat *E. coli* penghasil ESBL dari sumber hewan. Ariyanti *et al.,* (2025) melaporkan *blaCTX-M* pada 15 dari 16 isolat ESBL (93,75%), *blaTEM* pada 14 isolat (87,5%), dan *blaSHV* pada empat isolat (25%). Namun, isolat tersebut berasal dari berbagai sumber hewan, terutama ayam dan ikan, sehingga belum secara khusus menggambarkan pola gen ESBL pada isolat *E. coli* dari feses kucing.

Berdasarkan kondisi tersebut, masih diperlukan karakterisasi molekuler terhadap gen ESBL pada isolat *E. coli* dari feses kucing, khususnya dengan mencakup gen *blaCTX-M*, *blaTEM*, dan *blaSHV*. Pemeriksaan menggunakan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan gen target secara spesifik sehingga memungkinkan karakterisasi gen resistansi pada isolat yang telah dikonfirmasi secara fenotip sebagai penghasil ESBL. Dengan demikian, penelitian ini diarahkan untuk mendeteksi dan mendeskripsikan keberadaan gen *blaCTX-M*, *blaTEM*, dan *blaSHV* pada isolat *E. coli* penghasil ESBL dari feses kucing di Surabaya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan data mengenai distribusi gen ESBL pada kucing dan menjadi informasi pendukung dalam pemantauan resistansi antimikroba berbasis pendekatan *One Health*.

Bahan dan Metode

Metode penelitian

Penelitian ini tergolong dalam penelitian deskriptif observasional laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium DNA Biomolekuler Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya pada bulan Februari sampai dengan Maret 2026.



Gambar 1. Hasil uji DDST positif dan negatif ESBL(Sumber: Dokumen Peneliti)

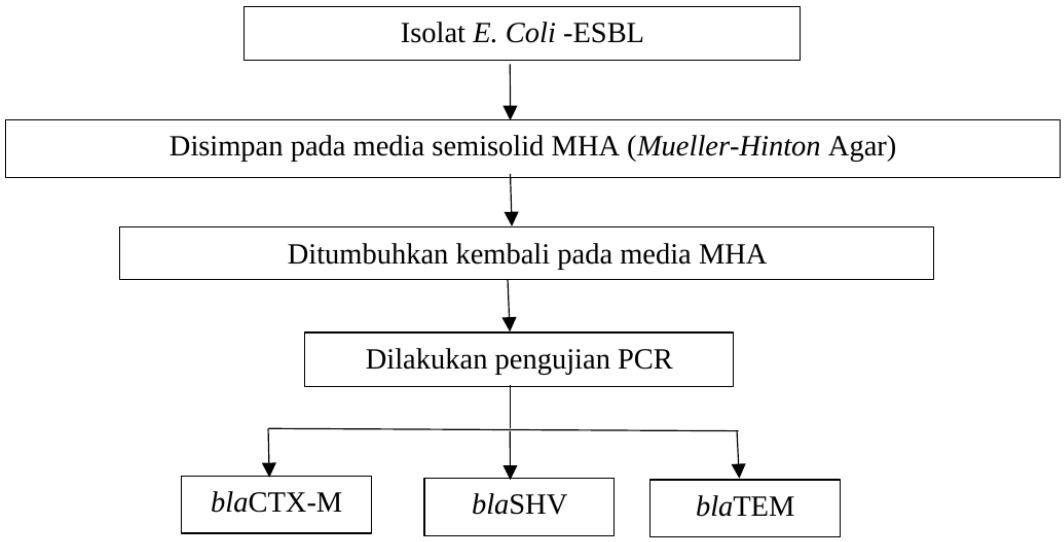
Adapun sampel penelitian berupa 20 isolat *E. coli* penghasil ESBL yang berasal dari feses

kucing. Isolat tersebut diperoleh dari penelitian sebelumnya dan telah dikonfirmasi sebagai *E. coli*-ESBL melalui *double disk synergy test* (DDST). Isolat disimpan pada media semisolid *Mueller-Hinton Agar* (MHA), kemudian akan ditumbuhkan kembali pada media selektif sebelum dilakukan ekstraksi DNA.

Ekstraksi DNA dan Amplifikasi PCR

Ekstraksi DNA dilakukan menggunakan metode simple boiling (Anissa et al., 2024; Donastin et al., 2022). Koloni E. coli yang telah diperoleh dari kultur disuspensikan dalam 300µL buffer TE, kemudian dipanaskan pada suhu 98°C selama 10 menit. Suspensi selanjutnya disentrifugasi pada kecepatan 10.000× g selama 5 menit. Supernatan yang diperoleh digunakan sebagai template DNA untuk amplifikasi PCR. Sebanyak 3µL supernatan ditambahkan ke dalam campuran reaksi PCR.

Reaksi PCR dibuat dengan volume akhir 25 µL, yang terdiri atas PCR master mix, primer forward, primer reverse, template DNA, dan nuclease-free water dengan volume masing-masing sesuai protokol yang digunakan. Amplifikasi dilakukan dengan tahap denaturasi awal pada suhu 94°C selama 5 menit, dilanjutkan dengan 30X siklus yang terdiri atas denaturasi pada suhu 94°C selama 1 menit, annealing pada suhu 52°C selama 15 detik, dan ekstensi pada suhu 72°C selama 15 detik. Tahap amplifikasi diakhiri dengan ekstensi akhir pada suhu 72°C selama 5 menit (Anissa *et al.*, 2024; Donastin *et al.*, 2022).



Gambar 2. Bagan alur prosedur penelitian

Amplifikasi PCR dan Elektroforesis

Target gen ESBL yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi *blaCTX-M*, *blaSHV*, dan *blaTEM*. Pemilihan ketiga gen tersebut didasarkan pada penggunaannya yang luas sebagai target molekuler dalam deteksi gen pengode extended-spectrum β-lactamase (ESBL) pada *Escherichia coli* (Anissa *et al.*, 2024; Donastin *et al.,* 2022). Reaksi PCR dilakukan dengan volume akhir 25 µL yang terdiri atas PCR master mix, primer forward dan reverse spesifik untuk masing-masing target gen, DNA template, dan *nuclease-free water*. Kondisi amplifikasi meliputi denaturasi awal pada suhu 94°C selama 2 menit, dilanjutkan dengan 30 siklus yang terdiri atas denaturasi pada 94°C selama 30 detik, *annealing* pada 55°C selama 30 detik, dan *extension* pada 72°C selama 90 detik. Tahap *final extension* dilakukan pada suhu 72°C selama 2 menit (Anissa *et al.,* 2024; Donastin *et al*., 2022). Sekuens primer yang digunakan untuk amplifikasi masing-masing gen target dan ukuran produk PCR disajikan pada Tabel 1.

Pada penelitian ini dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penyebaran gen ESBL untuk mengetahui prevalensi gen ESBL. Data dianalisis secara deskriptif observasional dengan menyajikan jumlah dan persentase isolat positif

maupun negatif pada masing-masing gen. Untuk Penelitian ini juga telah mendapat persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan, Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma. Isolasi bakteri dan pengujian molekuler yang dilakukan dalam penelitian ini telah dilaksanakan sesuai dengan ketentuan etik penelitian yang berlaku.

Tabel 1. 1 Set primer untuk mendeteksi gen Escherichia coli dan ESBL

Gen	Urutan Primer(5'-3')	Amplikon(bp)
Gen ESBL		
blaCTX-M	F: 5' ATGTGCAGYACCAGTAARGT 3' R: 5' TGGGTRAARTARCTSACCAGA 3'	593
blaTEM	F: 5' ATGAGTATTCAACATTTCCG 3' R: 5' CTGACAGTTACCAATGCTTA 3'	867
blaSHV	F: 5' GGTTATGCGTTATATTCGCC 3' R: 5' TTAGCGTTGCCAGT CTC, 3ÿ	876
Gen *E-coli*		
yaiO	F: 5ÿ TGATTTCCGTGCGTCTGAATG 3ÿ R: 5ÿ ATGCTGCCGTAGCGTGTTTC 3ÿ	115
lacZB	F: 5ÿ ATGAAAGCTGGCTACAGGAAGGCC 3ÿ R: 5ÿ CACCATGCCGTGGTTTCAATATT 3ÿ	876

Sumber: (Kuntaman *et al*., 2025)

Hasil dan Pembahasan

Distribusi Gen ESBL

Dari 20 isolat *Escherichia coli* yang telah terkonfirmasi sebagai penghasil ESBL secara fenotipik, gen *blaCTX-M* terdeteksi pada 16 isolat (80%), sedangkan gen *blaTEM* terdeteksi pada 6 isolat (30%). Gen *blaSHV* tidak terdeteksi pada seluruh isolat (0%). Distribusi hasil positif dan negatif untuk masing-masing gen target disajikan pada Tabel 2.

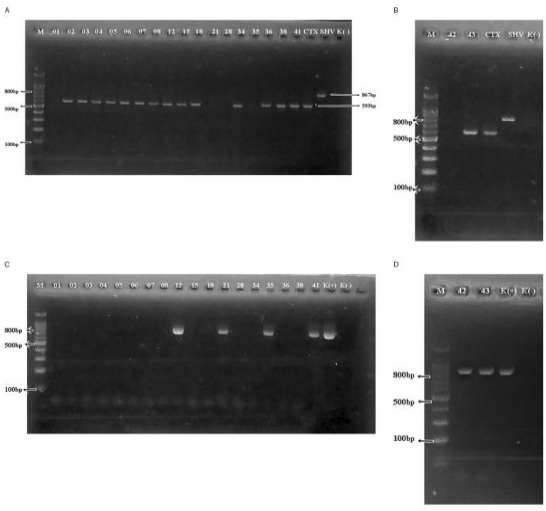
Tabel 2. Distribusi gen ESBL pada 20 isolat *E. coli* penghasil ESBL dari feses kucing

en ESBL	Positif	Negatif	Total
blaCTX-M	16 (80%)	4 (20%)	20
blaSHV	0 (0%)	20 (100%)	20
blaTEM	6 (30%)	14 (70%)	20

Tabel 3. Pola gen ESBL pada *E. coli* penghasil ESBL dari feses kucing (n = 20)

Pola gen ESBL	Positif
blaCTX-M*	13 (65%)
blaCTX-M-blaTEM**	3 (15%)
blaTEM*	3 (15%)
Tidak ada gen target	1 (5%)
Total	20 (100%)

Berdasarkan pola keberadaan gen, sebanyak 13 isolat (65%) hanya membawa *blaCTX-M*, 3 isolat (15%) membawa kombinasi *blaCTX-M* dan *blaTEM*, dan 3 isolat (15%) hanya membawa *blaTEM*. Satu isolat (5%) tidak menunjukkan keberadaan *blaCTX-M*, *blaTEM*, maupun *blaSHV*. Dengan demikian, *blaCTX-M* merupakan gen yang paling banyak terdeteksi pada isolat *E. coli* ESBL dalam penelitian ini.



Keterangan: (*) gen berada tunggal; (**) gen berada bersamaan.
Gambar 3. Visualisasi hasil elektroforesis PCR gen ESBL pada isolat *E. coli* dari feses kucing Sumber: dokumen penelitian

Tidak terdeteksinya ketiga gen target pada satu isolat perlu diinterpretasikan secara hati-hati. Konfirmasi ESBL secara fenotipik menggunakan double-disk synergy test (DDST)

tidak secara langsung menunjukkan keberadaan gen ESBL tertentu. Oleh karena itu, isolat yang tidak terdeteksi membawa *blaCTX-M*, *blaTEM*, maupun *blaSHV* masih dapat memiliki gen pengode ESBL lain atau varian gen yang tidak teramplifikasi oleh pasangan primer yang digunakan dalam penelitian ini. Gen ESBL lain, seperti *blaOXA*, *blaPER*, atau *blaGES*, dapat menjadi kemungkinan yang perlu dipertimbangkan, meskipun keberadaannya tidak diperiksa dalam penelitian ini. Dengan demikian, hasil molekuler penelitian ini menggambarkan distribusi tiga gen ESBL yang ditargetkan, bukan keseluruhan determinan genetik ESBL pada isolat yang diperiksa.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *blaCTX-M* merupakan gen ESBL yang paling dominan pada isolat *E. coli* dari feses kucing. Temuan ini sejalan dengan kecenderungan global bahwa kelompok *blaCTX-M* semakin banyak ditemukan pada *Enterobacteriaceae* dan berperan penting dalam penyebaran resistensi terhadap sefalosporin generasi ketiga (Castanheira *et al.*, 2021; Husna *et al.*, 2023).

Tidak ditemukannya blaSHV pada 20 isolat menunjukkan bahwa gen ini bukan pola dominan pada sampel penelitian. Namun, hasil tersebut tidak berarti bahwa blaSHV tidak beredar pada populasi kucing secara umum karena distribusi gen ESBL dapat berbeda menurut wilayah, sumber isolat, tekanan penggunaan antibiotik, dan dinamika transfer plasmid. Pada manusia sakit menunjukkan bahwa blaSHV mempunyai prevalensi yang paling dominan yakni 89,1% dari 100% isolat yang diteliti, hal ini menunjukkan bahwa gen blaSHV mempunyai peluang lebih besar dalam melakukan penyebaran terhadap manusia dibandingkan hewan, hal ini dapat dipicu oleh jenis makanan yang dikonsumsi, seperti halnya penelitian yang dilakukan di Jepang menunjukkan bahwa prevalensi gen blaSHV ditemukan pada sayuran yang di jual di supermarket (Usui *et al.,* 2019).

Kombinasi *blaCTX-M* dan *blaTEM* pada sebagian isolat menunjukkan adanya ko-eksistensi lebih dari satu determinan genetik terkait ESBL dalam isolat yang sama. Keberadaan bersama kedua gen tersebut mengindikasikan bahwa sejumlah isolat membawa lebih dari satu gen yang berasosiasi dengan produksi ESBL. Namun, kontribusi fenotipik dari kombinasi *blaCTX-M* dan *blaTEM* terhadap pola atau spektrum resistensi antimikroba tidak dapat ditentukan dalam penelitian ini karena uji kepekaan antimikroba tidak dilakukan. Oleh karena itu, temuan tersebut lebih tepat dipandang sebagai gambaran keberadaan bersama gen target, bukan sebagai bukti bahwa kombinasi gen secara langsung menyebabkan spektrum resistensi yang lebih luas. Potensi penyebaran determinan resistensi dari hewan ke lingkungan atau manusia melalui kontak langsung maupun tidak langsung merupakan aspek One Health yang relevan, tetapi jalur dan kejadian transmisi tidak dievaluasi dalam penelitian ini.

1 isolat (5%) tidak mengandung gen ESBL yang menjadi target dalam penelitian ini, hal ini kemungkinan disebabkan karena isolat tersebut mengandung gen lain yang tidak masuk dalam target penelitian. Perbedaan *sequence* antar gen menyebabkan gen lain tidak bisa terbaca jika bukan target yang diteliti. Pada penelitan serupa yang dilakukan pada pasien di rumah sakit dr. Soetomo Surabaya, menyatakan bahwa tiga gen yang tidak teridentifikasi gen *blaCTX-M* bukan berarti tidak menghasilkan ESBL, kemungkinan mengandung gen lain seperti blaOXA, blaPER, blaTEM, blaSHV, atau blaGES (Prasetya, 2017).

Penelitian serupa yang dilakukan Farizqi *et al*., (2023), yang meneliti tentang ESBL pada kucing di Surabaya menunjukkan dari 100 kucing yang dilakukan analisis swab 71% (71) diantaranya positif mengandung *E. coli*. 23 isolat (32.39%) resisten terhadap *ampicillin* dan 4 isolat lainnnya menunjukkan *multidrug resistant* dan positif ESBL. 3 sampel positif blaTEM dan blaCTX-M, sedangkan 1 sampel lainnya hanya positif blaTEM. Pada penelitian ini tidak dilakukan uji pada blaSHV seperti yang dilakukan pada penelitian ini.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan terhadap sapi-sapi di Cina menunjukkan prevalensi gen *blaCTX-M* sebesar *blaCTX-M* 23,86%, kemudian diikuti oleh gen blaTEM, dan blaSHV dengan prevalensi yang lebih rendah (Zhang *et al*., 2021). Penelitian yang dilakukan pada anjing di Italia menunjukkan gen *blaCTX-M* sebesar 79,7% dari keseluruhan prevalensi gen yang ditemukan (Formenti *et al.*,

2021). Penelitian pada ayam di Filipina menunjukkan hasil gen *blaCTX-M* ditemukan sebanyak 72,46% dari 100% isolat yang diteliti (Gundran *et al*., 2019). Dari beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa gen *blaCTX-M* merupakan gen paling ESBL paling dominan pada makhluk hidup di berbagai negara.

Gen *blaSHV* tidak terdeteksi pada seluruh isolat *E. coli* ESBL yang diperiksa dalam penelitian ini. Temuan tersebut berbeda dengan beberapa laporan pada isolat klinis manusia yang menunjukkan keberadaan *blaSHV* dengan proporsi yang lebih tinggi, seperti penelitian Tawfik *et al.,* (2011) yang melaporkan prevalensi *blaSHV* sebesar 89,1% pada isolat yang diteliti. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa distribusi gen ESBL dapat bervariasi menurut spesies bakteri, inang, lokasi geografis, dan sumber isolat. Keberadaan *blaSHV* juga telah dilaporkan pada sumber pangan, termasuk sayuran yang dipasarkan di Jepang (Usui *et al.*, 2019), yang menunjukkan bahwa determinan resistensi dapat ditemukan pada berbagai sumber lingkungan dan pangan. Namun, temuan tersebut tidak dapat digunakan untuk menjelaskan secara langsung penyebab tidak terdeteksinya *blaSHV* pada isolat kucing dalam penelitian ini. Perbedaan pola tersebut kemungkinan berkaitan dengan karakteristik populasi bakteri, sumber sampel, distribusi gen pada populasi yang diteliti, serta variasi primer dan metode deteksi yang digunakan.

E. coli tidak hanya ditemukan dalam feses, melainkan juga pada sampel urin, saluran pencernaan, luka pada kulit, limbah cair, dan luka pascaoperasi. Perpindahan elemen genetik memungkinkan terjadinya pertukaran materi genetik antar isolat *E. coli*, sebagai media penyebaran gen-gen resistensi antibiotik. Bakteri yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae* dapat mentransmisikan gen-gen tersebut melalui mekanisme transfer horizontal antara hewan peliharaan dan pemiliknya. Oleh karena itu, kesehatan masyarakat dan hewan tentu sangat bergantung pada penggunaan antibiotik secara bijaksana untuk mencegah berkembangnya resistensi antibiotik. Realitanya beberapa pemilik hewan yang sering membawa hewan peliharaannya ke dokter hewan masih menggunakan antibiotik secara tidak tepat, seperti menghentikan pemberian obat sebelum terapi selesai karena menganggap hewan telah sembuh (Farizqi *et al.,* 2023).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah isolat yang dianalisis relatif terbatas, yaitu sebanyak 20 isolat, sehingga hasil penelitian belum dapat menggambarkan distribusi gen ESBL secara luas pada populasi kucing. Selain itu, seluruh isolat berasal dari satu wilayah, yaitu Surabaya, sehingga temuan penelitian belum dapat digeneralisasikan untuk menggambarkan distribusi gen ESBL pada kucing di wilayah lain di Indonesia yang memiliki kondisi lingkungan dan pola pemeliharaan yang berbeda. Kedua, isolat yang dianalisis merupakan isolat positif ESBL yang telah diperoleh sebelumnya, sehingga penelitian ini tidak dapat digunakan untuk memperkirakan prevalensi *Escherichia coli* penghasil ESBL pada keseluruhan populasi kucing. Ketiga, penelitian hanya mendeteksi keberadaan tiga gen ESBL, yaitu *bla*CTX-M, *bla*TEM, dan *bla*SHV, tanpa melakukan identifikasi subtipe dari masing-masing gen yang terdeteksi. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dengan jumlah isolat yang lebih besar, cakupan wilayah yang lebih luas, serta analisis subtipe gen dan uji kepekaan antibiotik diperlukan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai karakteristik *E. coli* penghasil ESBL pada kucing.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah isolat yang lebih besar, mencakup beberapa wilayah geografis, melakukan karakterisasi subtipe gen ESBL melalui metode molekuler yang lebih spesifik, serta mengombinasikan analisis genotip dengan uji kepekaan antibiotik yang terstandarisasi agar diperoleh gambaran epidemiologi resistensi antimikroba yang lebih komprehensif dalam kerangka One Health.

Kesimpulan

Pada 20 isolat *Escherichia coli* penghasil ESBL yang diperoleh dari feses kucing di Surabaya, gen *bla*CTX-M merupakan gen yang paling banyak terdeteksi, yaitu pada 16 isolat (80%), diikuti *bla*TEM pada 6 isolat (30%), sedangkan *bla*SHV tidak terdeteksi. Berdasarkan pola deteksi gen, sebanyak 13 isolat (65%) membawa *bla*CTX-M secara tunggal, 3 isolat (15%) membawa *bla*TEM secara tunggal, dan 3 isolat (15%) membawa kombinasi *bla*CTX-M

dan *bla*TEM. Satu isolat (5%) tidak menunjukkan keberadaan ketiga gen target. Temuan ini menunjukkan adanya gen terkait ESBL, terutama *bla*CTX-M, di antara isolat *E. coli* penghasil ESBL yang diperoleh dari feses kucing di Surabaya. Namun, karena penelitian ini menganalisis sejumlah isolat positif ESBL yang telah diperoleh sebelumnya dari satu wilayah geografis, hasil penelitian tidak dapat ditafsirkan sebagai gambaran prevalensi gen ESBL pada populasi kucing secara umum. Bagi penelitian lanjutan disarankan untuk menggunakan jumlah sampel yang lebih besar, wilayah pengambilan sampel yang lebih luas, serta analisis hubungan antara pola genotipik, pola fenotipik resistensi antibiotik, dan faktor risiko pemeliharaan kucing.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium DNA Biomolekuler, serta pihak-pihak yang membantu proses penelitian ini.

Referensi

Anissa, R. K., Lisdiana, L., & Widyayanti, A. T. (2024). Optimasi Metode Nested PCR untuk Deteksi Vibrio parahaemolyticus AHPND pada Udang Vaname (Litopenaeus vannamei). *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, *13*(1), 1–13. https://doi.org/10.26740/lenterabio.v13n1.p1-13

Bria, D. I., Missa, H., & Sombo, I. (2022). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Escherichia Coli Pada Bahan Pangan Berbasis Daging di Kota Kupang. *JUSTER: Jurnal Sains Dan Terapan*, *1*(2), 82–89. https://doi.org/10.55784/juster.v1i2.179

Castanheira, M., Simner, P. J., & Bradford, P. A. (2021). Extended-spectrum β-lactamases: an update on their characteristics, epidemiology and detection. *JAC-Antimicrobial Resistance*, *3*(3), 1–21. https://doi.org/10.1093/jacamr/dlab092

Cui, L., Zhao, X., Li, R., Han, Y., Hao, G., Wang, G., & Sun, S. (2022). Companion Animals as Potential Reservoirs of Antibiotic Resistant Diarrheagenic Escherichia coli in Shandong, China. *Antibiotics*, *11*(6), 1–14. https://doi.org/10.3390/antibiotics11060828

Donastin, A., Pertiwi, M., Hidayat, M. T., & Prasetyo, E. N. (2022). Comparison of Three DNA Isolation Methods of Aspergillus Niger. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, *9*(1), 69–78. https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2022.v09.i01.p07

Doornekamp, L., Klaassen, C. H. W., Zandijk, W. H. A., Goessens, W. H. F., & Bode, L. G. M. (2025). Performance of two combination disk methods as confirmation for ESBL and AmpC presence in clinical Enterobacterales isolates. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, *112*, 1–5. https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2025.116741

Dzulkifli, K. A., Hassan, L., Zakaria, Z., Rani, P. A. M. A., & Ahmad, N. I. (2025). Extended Spectrum Beta-Lactamase Producing Escherichia coli in Pet Cats and Dogs in Central Peninsular Malaysia. *Veterinary Medicine and Science*, *11*(4), 1–13. https://doi.org/10.1002/vms3.70452

Farizqi, M. T. I., Effendi, M. H., Adikara, R. T. S., Yudaniayanti, I. S., Putra, G. D. S., Khairullah, A. R., Kurniawan, S. C., Silaen, O. S. M., Ramadhani, S., Millannia, S. K., Kaben, S. E., & Waruwu, Y. K. K. (2023). Detection of extended-spectrum β-lactamase-producing Escherichia coli genes isolated from cat rectal swabs at Surabaya Veterinary Hospital, Indonesia. *Veterinary World*, *16*(9), 1917–1925. https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.1917-1925

Fayez, M., Elmoslemany, A., Romaihi, A. A. Al, Azzawi, A. Y., Almubarak, A., & Elsohaby, I. (2023). Prevalence and Risk Factors Associated with Multidrug Resistance and Extended-Spectrum β-lactamase Producing E. coli Isolated from Healthy and Diseased Cats. *Antibiotics*, *12*(2), 1–14. https://doi.org/10.3390/antibiotics12020229

Formenti, N., Grassi, A., Parisio, G., Romeo, C., Guarneri, F., Birbes, L., Pitozzi, A., Scali,

F., Maisano, A. M., Boniotti, M. B., Pasquali, P., & Alborali, G. L. (2021). Extended-Spectrum-β-Lactamase- and AmpC-Producing Escherichia coli in Domestic Dogs: Spread, Characterisation and Associated Risk Factors. *Antibiotics*, *10*(10), 1–11. https://doi.org/10.3390/antibiotics10101251

Ghafourian, S., Sadeghifard, N., Soheili, S., & Sekawi, Z. (2015). Extended Spectrum Beta-lactamases: Definition, Classification and Epidemiology. *Current Issues in Molecular Biology*, *17*, 11–21. https://doi.org/10.21775/cimb.017.011

Gundran, R. S., Cardenio, P. A., Villanueva, M. A., Sison, F. B., Benigno, C. C., Kreausukon, K., Pichpol, D., & Punyapornwithaya, V. (2019). Prevalence and distribution of blaCTX-M, blaSHV, blaTEM genes in extended- spectrum β-lactamase- producing E. coli isolates from broiler farms in the Philippines. *BMC Veterinary Research*, *15*, 1–8. https://doi.org/10.1186/s12917-019-1975-9

Husna, A., Rahman, M. M., Badruzzaman, A. T. M., Sikder, M. H., Islam, M. R., Rahman, M. T., Alam, J., & Ashour, H. M. (2023). Extended-Spectrum β-Lactamases (ESBL): Challenges and Opportunities. *Biomedicines*, *11*(11), 1–22. https://doi.org/10.3390/biomedicines11112937

Kamaruzzaman, E. A., Aziz, S. A., Bitrus, A. A., Zakaria, Z., & Hassan, L. (2020). Occurrence and Characteristics of Extended-Spectrum β-Lactamase-Producing Escherichia coli from Dairy Cattle, Milk, and Farm Environments in Peninsular Malaysia. *Pathogens*, *9*(12), 1–10. https://doi.org/10.3390/pathogens9121007

Karbush, K. B., & Jacoby, G. A. (2010). Updated Functional Classification of β-Lactamases. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, *54*(3), 969–976. https://doi.org/10.1128/AAC.01009-09

Kuntaman, Masfufatun, Wibisono, F. J., Sarassari, R., Setyorini, W., Tania, P. O. A., & Shirakawa, T. (2025). Assessment of the environmental transmission dynamics of Escherichia coli-producing ESBL in wet market broiler chickens: A high-burden food safety concern. *Open Veterinary Journal*, *15*(5), 2230–2237. https://doi.org/10.5455/OVJ.2025.v15.i5.40

Kuntaman, Santoso, S., Wahjono, H., Mertaniasih, N. M., Lestari, E., Farida, H., Hapsari, R., Firmanti, S. C., As, N., Santosoningsih, D., Purwono, P. B., & Kusumaningrum, D. (2011). Pola Sensitivitas bakteri penghasil Extended Spectrum Beta Lactamase terhadap Enam Antibiotik yang Biasa Dipergunakan Pada Pengobatan di Klinik. *Journal of the Indonesian Medical Association*, *61*(12), 482–486.

Kurnianto, M. A. (2023). Resistensi Antibiotik Pada Rantai Pasok Pangan: Tren, Mekanisme Resistensi, dan Langkah Pencegahan. *Agrointek*, *17*(3), 608–621. https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i3.14771

Nanda, K. B. (2025). *Pola Kejadian Escherichia Coli Penghasil Extended Spectrum B-Lactamase (ESBL) Pada Caecum Ayam Broiler di Pasar Tradisional Kota Surabaya*. Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Ningtyas, N. S. I., Hr, B. M., Agustin, A. L. D., & Fibrianti, B. S. (2024). Resistance of Escherichia coli Isolated from Water Sources on West Lombok Farms to Antibiotics. *Media Kedokteran Hewan*, *35*(1), 1–8. https://doi.org/10.20473/mkh.v35i1.2024.1-8

Prasetya, Y. A. (2017). Identifikasi Gen Ctx-M Pada Esherichia Coli Penghasil Extended Spectrum Beta-Lactamases (Esbls) Di RSUD Dr. Soetomo surabaya. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, *6*(2), 56–60. https://doi.org/10.29238/teknolabjournal.v6i2.92

Rahman, M., Rahman, M. M., & Jahan, W. A. (2015). Clinical Laboratory and Molecular Detection of Extended Spectrum beta lactamases: A Review Update. *Bangladesh Journal of Infectious Diseases*, *1*(1), 12–17.

https://doi.org/10.3329/bjid.v1i1.21706

Rao, S. P., Rama, Prasad Subba, Gurushanthappa, V., Manipura, R., & Srinivasan, K. (2014). Extended-Spectrum Beta-Lactamases Producing Escherichia coli and Klebsiella pneumoniae: A Multi-Centric Study Across Karnataka. *Journal of Laboratory Physicians*, *6*(1), 7–13. https://doi.org/10.4103/0974-2727.129083

Saraiva, M. de M. S., Lim, K., Monte, D. F. M. do, Givisiez, P. E. N., Alves, L. B. R., Neto, O. C. de F., Kariuki, S., Júnior, A. B., Oliveira, C. J. B. de, & Gebreyes, W. A. (2022). Antimicrobial resistance in the globalized food chain: a One Health perspective applied to the poultry industry. *Brazilian Journal of Microbiology*, *53*, 465–486. https://doi.org/10.1007/s42770-021-00635-8

Sari, A. K., Muzakky, F., Mukarromah, N., Supatmi, Reliani, & Isnaen. (2025). Peningkatan Kesadaran Penggunaan Antibiotik yang Rasional Pada Komunitas Pekerja Migran Indonesia di Kuala Lumpur, Malaysia. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, *9*(1), 1001–1010. https://doi.org/10.31764/jmm.v9i1.28680

Shirmohammadi, A., Babaloo, A., Dizaj, S. M., Lotfipour, F., Sharifi, S., Ghavimi, M. A., & Khezri, K. (2021). A View on Polymerase Chain Reaction as an Outstanding Molecular Diagnostic Technique in Periodontology. *BioMed Research International*, *2021*(3), 1–8. https://doi.org/10.1155/2021/9979948

Syafridah, A. (2022). The Relationship between Mother's Knowledge Level and Antibiotic Use Behavior in Toddlers Age 0-2 Years At Dewantara Health Center, North Aceh Regency. *AVERROUS: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan Malikussaleh*, *8*(2), 51–58. https://doi.org/10.29103/averrous.v8i2.9014

Tawfik, A. F., Alswailem, A. M., Shibl, A. M., & Al-Agamy, M. H. M. (2011). Prevalence and genetic characteristics of TEM, SHV, and CTX-M in clinical Klebsiella pneumoniae isolates from Saudi Arabia. *Microbial Drug Resistance*, *17*(3), 383–388. https://doi.org/10.1089/mdr.2011.0011

Trirahayu, R. A. (2023). *Resistensi Antibiotika Terhadap Isolat Escherichia Coli Pada Kucing di Dukuh Kupang Surabaya*. Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Usui, M., Ozeki, K., Komatsu, T., Fukuda, A., & Tamura, Y. (2019). Prevalence of Extended-Spectrum β-Lactamase–Producing Bacteria on Fresh Vegetables in Japan. *Journal of Food Protection*, *82*(10), 1663–1666. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-138

Zhang, Y.-L., Huang, F.-Y., Gan, L.-L., Yu, X., Cai, D.-J., Fang, J., Zhong, Z., Guo, H., Xie, Y., Yi, J., Wang, Z., & Zuo, Z.-C. (2021). High prevalence of blaCTX-M and blaSHV among ESBL producing E. coli isolates from beef cattle in China's Sichuan-Chongqing Circle. *Scientific Reports*, *11*(13725). https://doi.org/10.1038/s41598-021-93201-z