

IDENTIFIKASI DAN UJI RESISTENSI ANTIBIOTIK TETRASIKLIN DAN STREPTOMISIN TERHADAP BAKTERI *E. COLI* PADA SWAB ANUS KUCING LIAR DI SURABAYA TIMUR

Mutia Isnaeni

Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
email: mutiaisnaeni07@gmail.com

Abstract

This research aims to determine the presence of *E. coli* bacteria in anal swabs of stray cats in the East Surabaya region and to determine the presence of resistance to the antibiotic tetracycline 30 µg and streptomycin 10 µg in *E. coli* bacteria. There were 42 anal swab samples from wild cats consisting of five sub-districts in the eastern Surabaya region, namely Rungkut, Mulyorejo, Gunung Anyar, Sukolilo and Gubung sub-districts. Anal swabs from stray cats were taken and tested at the Veterinary Public Health Laboratory, Faculty of Veterinary Medicine, Wijaya Kusuma University, Surabaya. Samples were brought using Buffered Peptone Water (BPW). Samples were isolated and identified using MacConkey Agar (MCA) media. Isolates identified as *E. coli* were then subjected to Gram staining, biochemical tests and resistance tests for tetracycline and streptomycin antibiotics using the Kirby Bauer Disk Diffusion method using Mueller Hinton Agar (MHA) media. The results showed that 92.86% (39/42) of the samples contained *E. coli* bacteria and the resistance to tetracycline antibiotics was 15.38% (6/39) and streptomycin was 10.26% (4/39).

Keywords: *E. coli*, resistance, antibiotics, tetracycline, streptomycin.

PENDAHULUAN

Kucing merupakan salah satu hewan berkaki empat yang hidup dekat dengan lingkungan manusia. Populasi kucing terus mengalami kenaikan, diperkirakan terdapat 50.000 lebih kelahiran kucing pada setiap harinya. Frekuensi kelahiran kucing yang tinggi mengakibatkan seperlima dari populasi tersebut dipelihara oleh manusia, sedangkan sisanya hidup secara liar (Madyantari *et al.*, 2016). Kucing liar dapat menjadi kontrol terhadap populasi tikus, dimana tikus merupakan vektor penyebaran penyakit (Putri *et al.*, 2020). Kucing liar mampu hidup nyaman di lingkungan yang kotor dan memiliki kecenderungan untuk mencari makanan tanpa adanya pengawasan, sehingga perilaku tersebut dapat menimbulkan permasalahan kesehatan. Keberadaan kucing liar cukup sering ditemukan di pasar, rumah makan hingga pemukiman penduduk. Kucing liar menggali tanah untuk mengubur feses di sekitar tempat tinggalnya.

Feses kucing dapat mengandung beberapa bakteri salah satunya *Escherichia coli* (*E. coli*), akibatnya dapat mencemari atau menyebarkan bakteri *E. coli* ke lingkungan (Agustin dan Ningtyas, 2022).

Antibiotik masih menjadi pengobatan utama yang diberikan terhadap infeksi yang disebabkan oleh bakteri *E. coli*. Antibiotik yang penggunaannya berlebihan dapat menimbulkan resistensi antibiotik (Yaddi *et al.*, 2020). Penelitian resistensi antibiotik yang dilakukan oleh Gargano *et al.*, (2022) terhadap bakteri *E. coli* yang diisolasi dari feses kucing liar di Palermo, Italia mendapatkan hasil bahwa resistensi *E. coli* pada antibiotik tetrasiklin sebesar 21% (Gargano *et al.*, 2022). Penelitian lain dilakukan pada kucing di Kota Bogor dimana ditemukan resistensi antibiotik tetrasiklin sebesar 44% (Safika *et al.*, 2020). Adapun penelitian yang dilakukan di Porto, Portugal terhadap kucing dan anjing domestik, mendapatkan hasil resistensi terhadap tetrasiklin sebesar 45,2% sedangkan resistensi terhadap streptomisin sebesar 43,4% (Leite-

Martins *et al.*, 2014). Banyak antibiotik yang digunakan pada manusia digunakan juga pada hewan salah satunya kucing (Agustin dan Ningtyas, 2022). Antibiotik tetrasiklin dan streptomisin cukup banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia, dimana negara di kawasan Asia Tenggara menjadi negara dengan penggunaan antibiotik terbesar terutama jenis tetrasiklin dan streptomisin (Diyasti dan Lizarmi, 2021). Antibiotik yang sering digunakan pada kucing contohnya amoksisilin, cephalexine dan cefovecin (Agustin dan Ningtyas, 2022).

Kucing liar tidak memiliki pemilik yang dapat memberikan perawatan ketika sakit seperti kucing yang dipelihara di rumah, hal ini menjadikan pemberian obat-obatan seperti antibiotik ketika sakit tidak dilakukan pada kucing liar. Resistensi yang kemungkinan terjadi pada kucing liar bukan diakibatkan oleh pemberian antibiotik, tetapi oleh faktor lain seperti resistensi silang dari strain *E. coli* resisten yang berada di alam (Nurjanah *et al.*, 2020). Kucing liar berperan sebagai reservoir terhadap penyebaran resistensi antibiotik yang ada di lingkungan, dimana hal tersebut sesuai dengan konsep *One Health*. Penelitian terkait resistensi antibiotik pada kucing liar belum banyak dilakukan khususnya di Kota Surabaya dibandingkan dengan kucing yang dipelihara di rumah. Tingkat resistensi antibiotik akan selalu berbeda pada keadaan geografi yang beragam (Gargano *et al.*, 2022). Penelitian ini penting untuk dilakukan karena dapat memberikan data terkait tingkat resistensi bakteri *E. coli* yang terjadi pada kucing liar yang ada di perkotaan khususnya Kota Surabaya timur terhadap antibiotik tetrasiklin dan streptomisin.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Universitas Wijaya Kusuma Surabaya selama bulan Mei-Juli tahun 2023. Pengambilan sampel swab anus kucing liar dilakukan di Kota Surabaya bagian timur.

Alat dan Bahan

Gloves, tabung reaksi, *cotton swab sterile*, kapas, kertas label, alat tulis, karet gelang, plastik es, *cool box*, *ice gel*, inkubator, vortex, bunsen, korek api, *object glass*, penjepit kayu, rak pewarnaan, mikroskop, rak tabung reaksi, ose bulat, ose runcing, tisu, autoklaf, kulkas,

pinset, cawan petri, erlenmeyer 250 ml, kompor listrik, serbet, timbangan, gunting, panci, aluminium foil, spuit dan jangka sorong.

Media *Buffered Pepton Water* (BPW) sebagai media *enrichment*, media pertumbuhan bakteri MCA (HIMEDIA MH081®). Bahan pewarnaan Gram yaitu kristal violet 2%, lugol, alkohol 96%, safranin 0,2%, oil emersi, NaCl fisiologi. Media uji biokimia TSIA (HIMEDIA M021®), SCA (HIMEDIA M099®), Urease (HIMEDIA M112®), SIM (HIMEDIA M181®), MR-VP (HIMEDIA M070®). Reagent uji biokimia kovacs, larutan KOH 40%, larutan α -naphthol 5%, larutan methyl red 1%. Media Uji Resistensi MHA (HIMEDIA M173®), aquades steril, *McFarland* 0.5, antibiotik tetrasiklin 30 μg (OXOID®) dan streptomisin 10 μg (OXOID®).

Metode Penelitian

Jenis Penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan sampel swab anus kucing liar. Menurut Ramdhan, penelitian deskriptif merupakan penelitian yang dilakukan dengan menggambarkan suatu hasil dari penelitian dengan tujuan untuk memberikan deskripsi dan memaparkan validasi data berdasarkan fakta dari hasil penelitian (Ramdhan, 2021).

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *Simple Random Sample* dimana setiap unit memiliki kesempatan yang sama untuk dipilih. Pengambilan sampel swab anus kucing liar mengabaikan jenis kelamin, usia dan status kesehatan kucing. Sampel yang digunakan mewakili beberapa tempat seperti kucing liar yang ada di pasar hingga lingkungan sekitar pemukiman warga di beberapa kecamatan Surabaya timur.

Prosedur Penelitian

Kucing liar dilakukan swab pada bagian anus menggunakan *cotton swab sterile* kemudian dimasukkan ke dalam media BPW. Sampel kemudian dibawa menggunakan *cool box* menuju laboratorium lalu dihomogenkan menggunakan vortex.

Isolasi bakteri dari swab anus kucing liar akan ditumbuhkan pada media MCA. Penggoresan menggunakan ose bulat steril, selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam (Yaddi *et al.*, 2020). Pemurnian dilakukan sebanyak 2-3 kali. Pertumbuhan bakteri *E. coli* ditandai dengan koloni berwarna merah muda yang menandakan kemampuan

bakteri *E. coli* memfermentasi laktosa (Khoiriyah *et al.*, 2022).

Koloni bakteri dan akuades dihomogenkan membentuk lingkaran dari dalam ke luar. Preparat kemudian difiksasi di atas api bunsen lalu diwarnai dengan kristal violet selama kurang lebih satu menit lalu cuci dengan air mengalir, setelah itu tambahkan lugol dan diamkan selama satu menit lalu cuci preparat dengan air. Tambahkan alkohol 96% diamkan selama 15-30 detik dan cuci dengan air mengalir kemudian beri pewarna safranin selama satu menit lalu cuci dan keringkan menggunakan kertas saring atau tisu (Sapitri dan Afrinasari, 2019). Pemeriksaan mikroskopis dilakukan dengan pembesaran 1000× pada preparat pewarnaan yang telah ditetesi *oil emersi* selanjutnya dilakukan uji biokimia (Ummamie *et al.*, 2017).

Pengujian resistensi antibiotik menggunakan metode *Disk Diffusion Kirby-Bauer* yang mengacu pada *Clinical and Laboratory Standards Institute guidelines* (CLSI) tahun 2022. *Mueller Hinton Agar* (MHA) merupakan media uji kepekaan yang biasa digunakan dalam prosedur Standar Internasional pengujian resistensi (Suprapti *et al.*, 2020). Antibiotik yang digunakan untuk pengujian adalah tetrasiklin 30 µg dan streptomisin 10 µg. Suspensi bakteri yang digunakan untuk pengujian resistensi dibuat dengan mengambil koloni bakteri sebanyak lima koloni kemudian larutkan NaCl Fisiologi dan bandingkan kekeruhannya dengan Standar *mac farland* 0,5 atau setara dengan $1,5 \times 10^8$ CFU/ml, jika kekeruhannya sudah sesuai dengan larutan pada tabung *Mc Farland* maka suspensi siap digunakan untuk pengujian (Yaddi *et al.*, 2020).

Suspensi bakteri ditebar pada media MHA lalu tunggu sampai kering. Kertas berbentuk cakram atau *paper disk* yang telah mengandung antibiotic tetrasiklin 30 µg dan streptomisin 10 µg diletakan pada lempengan media MHA kemudian inkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C (Mustika *et al.*, 2015).

HASIL

Hasil penelitian yang dilakukan pada 42 sampel swab anus kucing liar di Surabaya timur, menunjukkan bahwa terdapat 39 sampel positif bakteri *E. coli* dan tiga lainnya menunjukkan hasil negatif bakteri *E. coli*. Pengambilan sampel dilakukan pada lima

kecamatan yang ada di wilayah Surabaya timur secara *random sampling*. Hasil isolasi bakteri *E. coli* dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Hasil Isolasi *E. coli* pada swab anus kucing liar di Surabaya Timur

Kecamatan	Sampel	Bakteri <i>E. coli</i>			
		Positif		Negatif	
Rungkut	10	10/10	100%	0/10	0%
Mulyorejo	10	10/10	100%	0/10	0%
Gunung Anyar	10	8/10	80%	2/10	20%
Sukolilo	8	8/8	100%	0/10	0%
Gubeng	4	3/4	75%	1/4	25%
Total	42	39/42	92,86%	3/42	7,14%

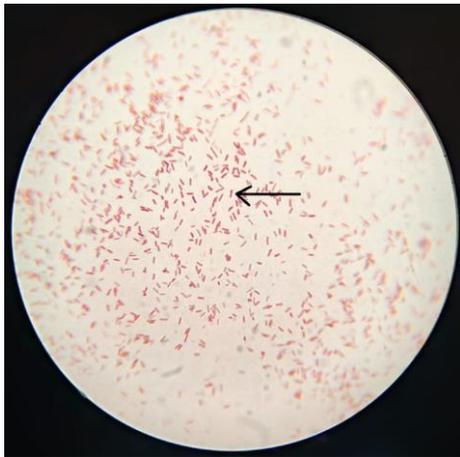
Berdasarkan hasil penelitian ini, persentase tertinggi sebesar 100% terjadi pada kecamatan Rungkut, Mulyorejo dan Sukolilo. Kecamatan Gubeng menunjukkan hasil terendah positif bakteri *E. coli* pada kelima kecamatan dengan persentase sebesar 75% (3/4), sedangkan Kecamatan Gunung Anyar sebesar 80% (8/10) positif bakteri *E. coli*. Persentase keseluruhan isolat positif bakteri *E. coli* pada penelitian ini sebesar 92,86% (39/42) dengan hasil negatif sebesar 7,14% (3/42).

Sampel swab anus kucing liar di dalam media BPW yang telah diinkubasi selama 18-24 jam kemudian diisolasi pada media MCA. Koloni bakteri *E. coli* yang sudah dilakukan rekultur, selanjutnya dilakukan pengamatan morfologi koloni pada media MCA secara makroskopis. Hasil positif pada media MCA terlihat bentuk koloni bulat atau *circular* kering dan berwarna merah muda, diamati pada gambar 1



Gambar 1 Hasil Isolasi bakteri *E. coli* pada media MCA

Sampel positif pada media MCA kemudian dilakukan pemeriksaan mikroskopis dengan pewarnaan Gram. Pewarnaan Gram dilakukan menggunakan bahan yaitu kristal violet, lugol, alkohol aseton dan safranin. Bakteri *E. coli* merupakan bakteri Gram negatif sehingga hasil yang didapat dalam penelitian ini bakteri *E. coli* berbentuk kokobasil, berwarna merah dan terlihat seragam pada pemeriksaan mikroskopis. Hasil secara mikroskopis dapat diamati pada gambar 2



Gambar 2 Hasil pemeriksaan mikroskopis pembesaran 1000×

Pengujian biokimia dilakukan setelah pengujian mikroskopis dengan pewarnaan Gram. Koloni diambil dari koloni yang terpisah berjumlah 42 sampel pada media MCA untuk dilakukan pengujian biokimia. Media yang digunakan pada pengujian biokimia yaitu media *Triple Sugar Agar (TSIA)*, *Simmons Citrat Agar (SCA)*, urease, *Sulfide Indol Motility (SIM)*, *Methyl Red (MR)* dan *Voges Proskauer (VP)*.

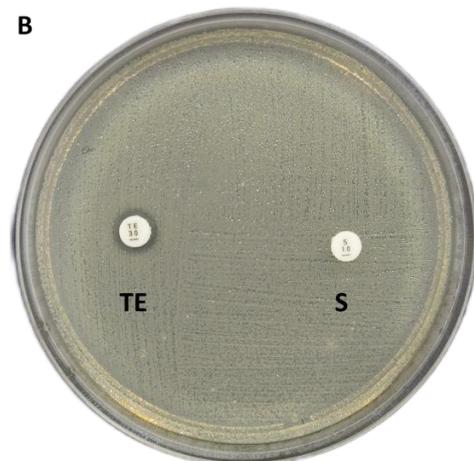
Hasil pengujian TSIA menghasilkan reaksi *Acid/Acid* yang artinya pada bagian dasar (*butt*) dan lereng tabung (*slant*) mengalami perubahan warna yang awalnya merah menjadi kuning, sehingga akan terlihat seluruh permukaan media berwarna kuning. Pada pengujian TSIA juga terdapat bentukan gas yang dapat dilihat pada permukaan tabung. Gas pada pengujian dapat diamati permukaan media yang sedikit terangkat akibat timbunan gas ataupun hanya memperlihatkan bentukan retakan-retakan kecil pada permukaan media. Pada hasil pengujian tidak terdapat bentukan atau endapan H₂S.

Pengujian pada media SCA memperlihatkan hasil negatif, tidak adanya perubahan warna media yang awalnya

berwarna hijau setelah dilakukan pengujian tetap berwarna hijau. Hasil SCA positif ditunjukkan dengan adanya perubahan warna media menjadi biru yang awalnya hijau. Pengujian menggunakan media urease menunjukkan hasil negatif dimana tidak terjadi perubahan warna media dari kuning menjadi merah muda. Media urease tetap berwarna kuning setelah dilakukan pengujian. Pada permukaan media urease, tampak jelas bentukan koloni yang tumbuh di sepanjang lereng.

Hasil uji pada media SIM menunjukkan indol positif terlihat adanya bentukan cincin indol, motil positif dan H₂S negatif. Cincin indol terbentuk ketika dilakukan penambahan reagen kovac akan tampak berwarna merah kecoklatan. Hasil motil diamati pada permukaan sekitar tusukan terdapat pertumbuhan bakteri pada media SIM. Hasil H₂S negatif pada pengujian terlihat tidak tampak bentukan endapan berwarna hitam pada media SIM. Hasil uji MR menunjukkan hasil positif, terdapat perubahan warna media menjadi merah setelah ditetesi reagen *methyl red* 1% sedangkan VP menunjukkan hasil negatif tidak adanya perubahan warna pada media setelah penambahan reagen KOH 40% dan α -naphthol 5%.

Hasil pengujian resistensi antibiotik pada media *Mueller Hinton Agar (MHA)* dapat diamati pada gambar 3. Zona hambat dapat diamati terlihat bentukan bulat bening atau transparan yang mengelilingi disk antibiotik. Gambar 4 menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri di sekeliling disk antibiotik, hal ini menandakan bahwa kedua antibiotik tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*.



Gambar 3 Hasil uji resistensi antibiotik pada MHA

Hasil pengujian resistensi antibiotik tetrasiklin 30 µg (TE) dan streptomisin 10 µg (S) terhadap bakteri *E. coli* pada swab anus kucing liar di wilayah Surabaya timur, menunjukkan bahwa tingkat terjadinya resistensi antibiotik cukup rendah yaitu kurang dari 50%. Hasil resistensi tetrasiklin sebanyak enam dari 39 sampel dengan persentase sebesar 15,38% (6/39), sedangkan hasil resistensi streptomisin sebanyak empat dari 39 sampel dengan persentase sebesar 10,26% (4/39). Hasil pengujian bisa dilihat pada tabel 2

Tabel 2 Hasil uji resistensi antibiotik tetrasiklin 30 µg dan streptomisin 10 µg

Kecamatan	Sampel	Antibiotik (%)	
		Tetrasiklin 30 µg	Streptomisin 10 µg
Rungkut	10	10% (1/10)	0% (0/10)
Mulyorejo Gunung	10	20% (2/10)	10% (1/10)
Anyar	8	12,5% (1/8)	12,5% (1/8)
Sukolilo	8	12,5% (1/8)	12,5% (1/8)
Gubeng	3	33,3% (1/3)	33,3% (1/3)
Total	39	15,38% (6/39)	10,26% (4/39)

Berdasarkan hasil uji resistensi antibiotik tetrasiklin dan streptomisin yang merujuk pada standar *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI), resistensi tertinggi terjadi di Kecamatan Gubeng yaitu sebesar 33,3% (1/3). Resistensi tetrasiklin terendah sebesar 10% (1/10) terjadi di Kecamatan Rungkut, sedangkan resistensi streptomisin terendah sebesar 10% (1/10) terjadi di Kecamatan Mulyorejo. Kecamatan Mulyorejo menunjukkan hasil resistensi tetrasiklin sebesar 20% (2/10). Kecamatan Gunung Anyar dan Sukolilo menunjukkan tingkat resistensi tetrasiklin dan streptomisin yang sama yaitu sebesar 12,5% (1/8).

PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian terhadap 42 sampel swab anus kucing liar di Surabaya timur menunjukkan 39 hasil positif *E. coli* dengan persentase sebesar 92,85%. Hasil ini memastikan bahwa tingkat infeksi bakteri *E. coli* pada kucing liar tergolong tinggi. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gambino *et al.*, (2023) persentase bakteri *E.*

coli tinggi pada swab anus kucing liar sebesar 100% (60/60). Penelitian yang dilakukan oleh Farizqi *et al.*, (2023) pada kucing yang berada di Rumah Sakit Hewan Dinas Provinsi Jawa Timur dan Rumah Sakit Hewan Pendidikan Universitas Airlangga mendapatkan persentase *E. coli* sebesar 71%. Bakteri *E. coli* merupakan salah satu bakteri flora normal dalam tubuh yang dapat ditemukan pada sistem pencernaan (Nurjanah *et al.*, 2020). Hewan dapat menjadi sakit jika jumlah bakteri *E. coli* banyak dalam sistem pencernaan. Selaras dengan pernyataan Ambakesari *et al.*, (2022) yaitu *E. coli* dapat menjadi bibit penyakit pada kondisi tertentu seperti ketika imunitas hewan yang menurun atau jumlah bakteri *E. coli* yang banyak di saluran pencernaan.

Persentase bakteri *E. coli* yang tinggi pada kucing liar dapat terjadi karena kucing liar hidup dengan mencari makan dan minum di sekitar tempat tinggal kucing. Menurut Hutabarat *et al.*, (2023) bakteri *E. coli* dapat ditemukan pada limbah cair yang terdapat di pasar, dimana pasar merupakan salah satu tempat keberadaan kucing liar. Limbah cair umumnya berasal dari aktivitas para pedagang seperti air hasil pencucian barang dagangan yang langsung dibuang ke parit tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Bakteri *E. coli* juga ditemukan pada air pencucian ikan di Pasar Bahu Manado sebanyak lebih dari 2.400/100 ml air (Kapisa *et al.*, 2014). Air bersih yang ditemukan di Pasar Kemuning Pontianak juga terdapat *E. coli* sebanyak 26,5 MPN/ml (Hutabarat *et al.*, 2023).

Kucing liar juga ditemukan pada lingkungan sekitar pemukiman penduduk di wilayah Surabaya timur. Penelitian yang dilakukan oleh Widiyanti, (2019) pada air sumur yang berada di pemukiman padat penduduk Kecamatan Sukamulia ditemukan bakteri *E. coli* sebanyak 490 hingga lebih dari 2.4000/100 ml air. Kucing liar sering mengonsumsi bahan mentah seperti daging atau ikan mentah sehingga potensi untuk terinfeksi bakteri *E. coli* sangat tinggi, hal ini sesuai dengan Ningrum dan Sulistyorini, (2019) dimana bahan mentah seperti daging dan ikan menjadi sumber kontaminasi dari berbagai bakteri salah satunya *E. coli*.

Kucing dapat menjadi sumber penularan bakteri bagi manusia. Menurut Davies *et al.*, (2019) terdapat bakteri *E. coli* patogen yang dapat menular dari kucing ke pemilik ataupun sebaliknya. Kucing liar memiliki interaksi yang

cukup banyak dengan manusia. Penelitian yang dilakukan oleh Agustin dan Mukono, (2015) menjelaskan bahwa masyarakat Surabaya timur khususnya di wilayah Kecamatan Mulyorejo terbiasa untuk berinteraksi dengan kucing liar seperti memberi makan kucing, menyentuh hingga menggendong kucing liar. Kucing liar dalam penelitian ini, berasal dari pemukiman sekitar penduduk dan pasar yang berada di wilayah Surabaya timur.

Hasil positif pertumbuhan *E. coli* terlihat bentuk koloni yang bulat, *circular*, berwarna merah muda dan kering. Menurut Khoiriyah *et al.*, (2022) koloni bakteri *E. coli* yang tumbuh pada media MCA berwarna merah muda karena kemampuan memfermentasi laktosa yang terdapat pada media MCA. Bakteri yang tidak memfermentasi laktosa akan terlihat transparan (tidak berwarna) sedangkan bentuk dari koloni bervariasi menurut spesies (Yuliandi *et al.*, 2022).

Hasil pewarnaan Gram terlihat morfologi sel yang seragam, berbatang pendek atau kokobasil dan berwarna merah. Koloni yang dilakukan pewarnaan Gram merupakan koloni yang terpisah pada media MCA setelah dilakukan pemurnian. Dinding sel bakteri memiliki susunan yang berbeda antara bakteri Gram negatif dan positif (Hamidah *et al.*, 2019). Bakteri Gram negatif memiliki lapisan peptidoglikan yang tipis dan lipopolisakarida yang tebal sehingga ketika ditetesi alkohol 96% lapisan lipopolisakarida bakteri yang tersusun dari komponen lemak akan luruh, ketika diwarnai zat warna safranin (zat warna sekunder) dinding sel akan terwarnai merah (Tivani *et al.*, 2019). Hasil ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahayu dan Gumilar, (2017) bahwa bakteri *E. coli* berbentuk batang pendek dan terwarnai merah.

Pengujian biokimia dilakukan pada media TSIA, SCA, urease, SIM, MR dan VP. Berdasarkan hasil uji *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) menunjukkan hasil positif, terlihat adanya perubahan warna media menjadi kuning pada bagian *butt* dan *slant* yang awalnya merah. Reaksi yang terjadi pada pengujian TSIA adalah *Acid/Acid* (Ac/Ac). Bakteri *E. coli* dapat memfermentasi beberapa jenis karbohidrat yaitu laktosa dan sukrosa sehingga *slant* berwarna kuning dan *butt* berwarna kuning karena kemampuan memfermentasi glukosa (Markey *et al.*, 2013). Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Trisno *et al.*, (2019) bahwa bakteri *E. coli*

menghasilkan perubahan warna merah menjadi kuning pada pengujian TSIA.

Pada bagian dasar dan permukaan tabung TSIA terlihat adanya pembentukan gas. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Puspita *et al.*, (2020) bahwa bakteri *E. coli* menunjukkan hasil positif terdapat gas pada pengujian TSIA. Gas terbentuk dari hasil fermentasi beberapa jenis karbohidrat pada media TSIA (Kurniawan *et al.*, 2023).

Pada pengujian TSIA tidak ditemukannya endapan H₂S sebab bakteri *E. coli* tidak memiliki kemampuan untuk membentuk H₂S. Sejalan dengan pernyataan Apriyanthi *et al.*, (2022) bahwa bakteri yang membentuk H₂S ditandai dengan adanya perubahan warna media menjadi hitam. Senyawa H₂S terbentuk karena bakteri dapat memfermentasi kedua jenis asam amino yaitu metionin dan sistein (Markey *et al.*, 2013). Bakteri *E. coli* tidak dapat memecah sistein atau mereduksi tiosulfat sehingga tidak dapat membentuk H₂S (Puspita *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil uji sitrat pada media *Simmons Citrate Agar* (SCA), menunjukkan hasil negatif yang ditandai dengan tidak terjadi perubahan warna media, sehingga media tetap berwarna hijau setelah dilakukan pengujian. Hasil ini sesuai dengan Bambang *et al.*, (2014) bahwa bakteri *E. coli* tidak memiliki kemampuan untuk menggunakan sitrat sebagai sumber karbon sehingga menunjukkan hasil negatif pada media SCA. Bakteri yang menggunakan sitrat akan membuat kondisi media SCA menjadi basa sehingga media berubah menjadi biru yang awalnya hijau (Prescott, 2002).

Uji urease didapatkan hasil negatif dimana tidak terjadinya perubahan warna media menjadi merah muda. Media tetap berwarna kuning setelah dilakukan pengujian dikarenakan bakteri tidak dapat memecah urea menjadi amoniak. Penelitian ini sesuai dengan Mahmudah *et al.*, (2016) bahwa bakteri *E. coli* menunjukkan hasil negatif pada media urease sehingga media tetap berwarna kuning. Hasil pengujian positif dikarenakan bakteri memiliki enzim urease yang dapat memutus ikatan karbon dan nitrogen lalu membentuk amoniak yang dapat mengubah pH media menjadi basa (Fallo dan Sine, 2016).

Uji *Sulfide Indol Motility* (SIM) didapatkan hasil positif indol, motil dan hasil uji negatif H₂S. Bentuk indol terlihat adanya cincin merah pada bagian permukaan tabung setelah

ditetesi reagen kovac. Bakteri yang dapat membentuk indol artinya bakteri memiliki enzim triptophanase sehingga bakteri dapat mengoksidasi triptophan membentuk indol. Bakteri yang tidak dapat membentuk indol dari triptophan sebagai sumber karbon, ketika ditetesi reagen kovac indo tidak akan terbentuk cincin merah di permukaan tabung (Hidayati *et al.*, 2016).

Bakteri *E. coli* menghasilkan motil positif dibuktikan dengan terdapat koloni *E. coli* yang tumbuh di sekeliling daerah tusukan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Pelt *et al.*, (2016) bahwa bakteri *E. coli* merupakan bakteri yang memiliki flagella sehingga dapat bergerak atau motil. Penelitian Kurniawan *et al.*, (2023) menunjukkan hasil yang serupa bahwa pada pengujian SIM bakteri *E. coli* memperlihatkan keadaan motil di sekitar garis tusukan.

Berdasarkan hasil uji *Methyl Red* (MR) didapatkan hasil positif setelah penambahan reagen *methyl red* 1% media berubah warna menjadi merah. Hasil ini terjadi karena bakteri *E. coli* dapat menghasilkan asam seperti asam laktat, asam asetat, asam format dan asam suksinat sebagai produk akhir dari oksidasi glukosa (Krisnawati *et al.*, 2023). Menurut Sardiani (2015) asam campuran terbentuk karena terjadinya penurunan pH sampai 5,0 atau kurang.

Hasil uji *Voges Proskauer* (VP) didapatkan hasil negatif tidak terjadi perubahan warna media setelah ditetesi reagen KOH 40% dan α -naphthol 5%. Hasil penelitian ini sejalan dengan Rahayu dan Gumilar, (2017) yaitu bakteri *E. coli* memiliki hasil uji negatif pada media VP setelah ditetesi reagen. Hasil positif ditandai dengan terjadinya perubahan warna media dari kuning menjadi merah muda sampai merah (Kartikasari *et al.*, 2019).

Berdasarkan hasil uji resistensi antibiotik tetrasiklin 30 μ g resisten ketika zona hambat yang terbentuk kurang dari 11 mm sedangkan hasil sensitif ketika zona hambat yang terbentuk lebih dari 15 mm (CLSI, 2022). Keadaan resisten pada media MHA hampir tidak terlihat adanya zona hambat di sekeliling disk antibiotik. Penelitian yang dilakukan oleh Puspita *et al.*, (2020) memperlihatkan keadaan resisten secara makroskopis adanya pertumbuhan bakteri di sekeliling disk antibiotik yang kemudian dibandingkan dengan standar *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI).

Uji resistensi antibiotik tetrasiklin terhadap bakteri *E. coli* didapatkan hasil resisten sebanyak enam sampel dengan persentase sebesar 15,38%. Penelitian yang dilakukan di Surabaya menunjukkan hasil resistensi tetrasiklin sebesar 7,04% (Farizqi *et al.*, 2023) sedangkan hasil berbeda pada penelitian yang dilakukan terhadap pasien kucing di Rumah Sakit Hewan Pendidikan (RSHP) Universitas Pendidikan Mandalika sebesar 58,3% (Agustin dan Ningtyas, 2022). Penelitian lain dilakukan pada bakteri *E. coli* yang diisolasi dari kucing liar di Italia menunjukkan hasil resisten terhadap antibiotik tetrasiklin sebesar 18,3% (Gambino *et al.*, 2023). Hasil berbeda pada penelitian yang dilakukan di Australia oleh Bourne *et al.*, (2019) sebesar 13,2% resisten terhadap antibiotik tetrasiklin.

Hasil uji resistensi antibiotik tetrasiklin menunjukkan hasil sensitif terhadap bakteri *E. coli* dalam penelitian ini sebanyak 32 sampel dengan persentase sebesar 82%, hasil ini cukup tinggi karena melebihi 50%. Menurut Agustin dan Ningtyas, (2022) antibiotik tetrasiklin jarang digunakan untuk kucing, antibiotik yang sering digunakan untuk terapi pada kucing adalah amoksisilin, cephalexine dan cefovecin. Antibiotik tetrasiklin masih menunjukkan kejadian resistensi walaupun penggunaannya jarang dilakukan pada kucing, hal ini kemungkinan terjadi karena paparan antibiotik atau bakteri resisten yang terdapat pada lingkungan. Pernyataan ini sesuai dengan Gambino *et al.*, (2023) bahwa kucing liar dapat menjadi reservoir resistensi antibiotik dan menerima gen resistensi dari antibiotik yang terdapat pada lingkungan.

Faktor penggunaan antibiotik dapat mempengaruhi kejadian resistensi pada lingkungan. Antibiotik tetrasiklin walaupun jarang digunakan pada kucing, tetapi menurut Amangelsin *et al.*, (2023) tetrasiklin menjadi antibiotik yang umum digunakan pada saat ini oleh manusia maupun hewan. Antibiotik tetrasiklin banyak digunakan pada sektor peternakan unggas khususnya ayam broiler. Antibiotik tersebut diberikan melalui pakan atau air minum, menurut Aulia *et al.*, (2023) hal tersebut dapat meningkatkan kejadian resistensi melalui antibiotik yang terekskresi di dalam feses ke lingkungan. Menurut Detha *et al.*, (2021) peternak tidak mengetahui bahwa pemberian antibiotik diberikan melalui pengawasan dokter hewan. Banyak peternak yang membeli dan menggunakan antibiotik

tanpa resep dokter hewan sehingga berdampak secara tidak langsung pada peningkatan resistensi antibiotik di lingkungan (Detha *et al.*, 2021).

Kucing liar dapat memperoleh paparan antibiotik dari lingkungan. Penggunaan antibiotik yang bijak merupakan kunci dari penyebaran resistensi antibiotik dan bakteri resisten ke lingkungan (Koch *et al.*, 2021). Penggunaan antibiotik yang tidak bijak pada sektor peternakan dapat menyebar ke sektor pertanian melalui penggunaan pupuk kandang yang terkontaminasi sehingga populasi bakteri resisten menjadi lebih banyak (Polianciuc *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian bakteri yang dapat tumbuh di sekitar disk antibiotik memiliki kemampuan mekanisme resistensi. Salah satu mekanisme yang dihasilkan bakteri *E. coli* yang mengalami keadaan resistensi adalah inaktivasi enzim yang dapat merubah target antibiotik (Cynthia *et al.*, 2022). Menurut Kapoor *et al.*, (2017) perubahan target kerja antibiotik merupakan mekanisme resistensi yang paling umum terjadi, dapat dikarenakan oleh gen bakteri resisten. Mekanisme resistensi antibiotik tetrasiklin dapat juga terjadi melalui perlindungan ribosom spesifik bakteri sehingga tetrasiklin tidak dapat berikatan dengan ribosom bakteri (Grossman, 2016). Mekanisme perlindungan ribosom merupakan mekanisme resistensi yang cukup sering terjadi (Gasparrini *et al.*, 2020). Protein GTPase merupakan protein yang melindungi ribosom (Markley dan Wenciewicz, 2018).

Bakteri yang resisten memiliki berbagai mekanisme resistensi sehingga berdasarkan perhitungan zona hambat yang terbentuk dalam penelitian menunjukkan hasil yang bervariasi pada setiap isolat. Mekanisme resistensi lain yaitu pompa *efflux* merupakan mekanisme pertahanan dari bakteri yang memompa antibiotik tetrasiklin keluar dari sel bakteri sehingga tidak terjadi kontak antara antibiotik dengan sel target (Pratiwi, 2017). Gen resisten yang di kode pada kromosom dan plasmid sehingga memunculkan pertahanan pompa efluks adalah tet(T) dan tet(L) (Cynthia *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil uji resistensi antibiotik streptomisin, didapatkan hasil resistensi sebanyak empat sampel dengan persentase sebesar 10,26%. Penelitian lain yang dilakukan di Polandia menampilkan hasil berbeda dimana

resistensi streptomisin sebesar 96,6% (Rzewuska *et al.*, 2015). Hasil uji streptomisin sensitif sebanyak 34 sampel dengan persentase sebesar 87%, hasil tersebut dapat menjadi pertimbangan referensi pemilihan antibiotik untuk praktisi kedokteran hewan. Pemilihan antibiotik yang tepat menjadi kunci dari keberhasilan terapi. Hasil pengujian resistensi antibiotik dapat digunakan untuk memilih antibiotik yang efektif khususnya untuk kucing (Agustin dan Ningtyas, 2022).

Menurut standar *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) tahun 2022, hasil resistensi untuk antibiotik streptomisin 10 µg yaitu zona hambat yang terbentuk kurang dari 11 mm sedangkan hasil sensitif zona hambat yang terbentuk lebih dari 15 mm. Antibiotik streptomisin pada kedokteran hewan penggunaannya cukup banyak digabungkan dengan antibiotik penisilin menjadi penicilin-streptomisin (pen-strep). Penstrep banyak digunakan ketika post operasi pada hewan (Oktaviandari *et al.*, 2022). Kombinasi antibiotik penisilin dan streptomisin ini banyak digunakan untuk hewan peliharaan hingga hewan ternak (Tufa *et al.*, 2023).

Berdasarkan penelitian bakteri yang sensitif terhadap antibiotik akan memperlihatkan zona hambat di sekeliling disk antibiotik. Bakteri yang sensitif memiliki kemungkinan untuk menjadi resisten. Mekanisme resistensi antibiotik streptomisin yang merupakan golongan antibiotik aminoglikosida salah satunya mampu menghasilkan enzim yang dapat memodifikasi antibiotik sebelum antibiotik bekerja pada sel target. Modifikasi antibiotik merupakan strategi yang umum digunakan oleh bakteri resisten terhadap antibiotik streptomisin. Enzim yang mampu memodifikasi antibiotik diantaranya Asetiltransferase (AAC), Fosfotransferase (APH) dan Adeniltransferase (ANT) (Peterson dan Kaur, 2018). Mekanisme pompa efluks juga merupakan salah satu pertahanan yang dimiliki oleh bakteri resisten streptomisin (Krause *et al.*, 2016). Modifikasi antibiotik merupakan mekanisme pertahanan bakteri yang paling sering terjadi pada bakteri *E. coli* resisten terhadap golongan antibiotik aminoglikosida. Menurut Bodendoerfer *et al.*, (2020) belum banyak jurnal yang menjelaskan mekanisme resistensi golongan antibiotik aminoglikosida secara spesifik.

Berdasarkan penelitian resistensi antibiotik tetrasiklin lebih besar dari resistensi antibiotik

streptomisin yaitu 15,38% resisten terhadap tetrasiklin, sedangkan streptomisin sebesar 10,26%. Tetrasiklin merupakan antibiotik spektrum luas sedangkan streptomisin merupakan antibiotik spektrum sempit (Krisdianto dan Walid, 2023). Streptomisin banyak digunakan untuk bakteri gram negatif dan hanya beberapa bakteri gram positif (Putri *et al.*, 2015). Antibiotik dengan spektrum luas memiliki potensi untuk mengalami kejadian resistensi yang lebih tinggi dari antibiotik spektrum sempit (Böttcher dan Gersbach, 2020). Tetrasiklin merupakan antibiotik yang mampu terakumulasi pada sepanjang rantai makanan sehingga dapat mendorong perkembangan dan penyebaran resistensi lebih luas ke lingkungan (Amangelsin *et al.*, 2023).

Percepatan kejadian resistensi suatu antibiotik didukung oleh sering dan meluasnya penggunaan antibiotik. Menurut Galarce *et al.*, (2021) data terkait penggunaan antibiotik pada praktisi kedokteran hewan masih belum banyak tersedia di berbagai wilayah. Survei nasional di negara Chili pertama kali dilakukan pada 323 dokter hewan praktisi hewan kecil menunjukkan bahwa penggunaan antibiotik golongan tetrasiklin digunakan sebesar 23,2% sedangkan golongan aminoglikosida 11,8%. Antibiotik yang paling sering digunakan adalah golongan penisilin 51,1 % yaitu amoksisilin + asam klavulanat, meskipun demikian kejadian resistensi antibiotik yang terjadi pada kucing liar bukan disebabkan oleh paparan antibiotik secara langsung (Galarce *et al.*, 2021). Tetrasiklin dan streptomisin lebih banyak digunakan oleh masyarakat di kawasan Asia Tenggara khususnya Indonesia (Diyasti dan Lizarmi, 2021). Selain faktor penggunaan antibiotik, banyak faktor yang menyebabkan perbedaan hasil resistensi antibiotik pada kucing liar salah satunya adalah faktor lingkungan (Fletcher, 2015).

Lingkungan tempat hidup kucing liar menjadi kunci persebaran resistensi antibiotik termasuk gen resistensi. Lingkungan perkotaan seperti Surabaya memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Menurut Gambino *et al.*, (2023) lingkungan perkotaan merupakan salah satu faktor kejadian resistensi antibiotik karena populasi manusia yang banyak juga tingginya mobilitas. Kebersihan lingkungan berperan terhadap pengendalian kejadian resistensi. Sanitasi, peternakan dan pengolahan limbah serta keamanan pangan menurut Fletcher (2015) sangat berkaitan dengan kejadian

transfer gen bakteri resisten yang terjadi di lingkungan. Antibiotik sering kali dilepas ke lingkungan bersamaan dengan bakteri resisten, hal ini tentunya akan berdampak pada bakteri sensitif yang terdapat pada lingkungan. Transfer gen secara horizontal merupakan mekanisme pemindahan materi genetik melalui tiga macam cara yaitu konjugasi, transduksi atau transformasi sehingga bakteri resisten dapat juga berkembang dan memperbanyak diri di lingkungan (Michaelis dan Grohmann, 2023). Transfer gen dapat terjadi antara bakteri terutama di antara kelompok bakteri enterobakteria (Nurjanah *et al.*, 2020).

Kucing liar sangat mudah ditemukan di lingkungan pasar di Surabaya timur. Pasar dapat menjadi tempat tersedianya beragam agen mikroba. Antibiotik tetrasiklin dilaporkan resisten sebesar 65% pada ayam broiler yang dijual di berbagai pasar di Surabaya (Tyasningsih *et al.*, 2021). Penelitian kepekaan antibiotik streptomisin yang diisolasi pada ayam petelur mendapatkan hasil resisten sebesar 62,5% (Dwipayana *et al.*, 2023). Ayam dari peternakan akan di distribusikan ke pasar sehingga pasar dapat menjadi tempat mobilisasi bakteri resisten.

Kucing liar juga banyak ditemukan di wilayah sekitar pemukiman warga Surabaya timur. Interaksi antara kucing liar dengan manusia cukup sering ditemukan. Sebuah survei mengungkapkan pola perilaku masyarakat Surabaya di kecamatan Mulyorejo terhadap kucing liar seperti memberi makan kucing, menyentuh hingga menggendong kucing liar (Agustin dan Mukono, 2015). Menurut Herman *et al.*, (2022) resistensi juga dapat terjadi pada beberapa jenis antibiotik di kawasan padat penduduk dan kumuh. Sistem pembuangan limbah rumah tangga yang buruk dapat menjadi potensi persebaran bakteri resisten. Banyak penelitian yang melaporkan kejadian resistensi antibiotik pada air di pemukiman warga. Menurut Mauwalan *et al.*, (2022) tingkat resistensi antibiotik streptomisin rata-rata mencapai 73,3%-86,7% ditemukan pada depot air minum isi ulang, air minum dalam kemasan, air sungai, air keran, air sumur hingga air minum di rumah makan dan cafe.

Tingkat kejadian resistensi pada kucing liar dapat mencerminkan keadaan lingkungan dimana faktor penyebaran resistensi pada kucing liar bukan pada pemberian antibiotik akan tetapi melalui bakteri resisten di lingkungan. Penelitian resistensi antibiotik saat

ini banyak bermunculan baik ditemukan pada hewan-hewan ternak yang dikonsumsi manusia hingga hewan kesayangan yang banyak berinteraksi dengan manusia (Gambino *et al.*, 2023). Penyebab utama terjadinya resistensi antibiotik adalah penggunaan antibiotik yang tidak bijak sehingga dapat merambat ke lingkungan. Solusi untuk mengurangi permasalahan penggunaan antibiotik yang tidak bijak menurut Amarullah *et al.*, (2022) adalah dengan melakukan edukasi kepada masyarakat. Menjaga kebersihan lingkungan, sanitasi dan hygiene secara tidak langsung dapat meminimalisir penyebaran resistensi dan bakteri resisten ke lingkungan (Fletcher, 2015).

KESIMPULAN

Hasil penelitian sebanyak 92,85% (39/42) sampel ditemukan bakteri *E. coli* pada swab anus kucing liar di Surabaya timur. Berdasarkan hasil uji resistensi antibiotik tetrasiklin dan streptomisin disimpulkan bahwa antibiotik tetrasiklin dan streptomisin masih bisa digunakan pada hewan kucing karena menunjukkan hasil resistensi yang cukup kecil yaitu dibawah 50% dengan hasil resistensi antibiotik tetrasiklin sebesar 15,38% (6/39) dan streptomisin 10,26% (4/39).

REFERENSI

- Agustin ALD and Ningtyas NSI. 2022. Resistensi *Escherichia coli* Terhadap Berbagai Macam Antibiotik pada Pasien Kucing Rumah Sakit Hewan Pendidikan Universitas Pendidikan Mandalika. *Media Kedokteran Hewan*. 63–71.
- Agustin PD and Mukono J. 2015. Kejadian Toksoplasmosis Pada Pemelihara Dan Bukan Pemelihara Kucing Di Kecamatan Mulyorejo , Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 8(1): 103–117.
- Amangelsin Y, Semenova Y, Dadar M, Aljofan M and Björklund G. 2023. The Impact of Tetracycline Pollution on the Aquatic Environment and Removal Strategies. *Antibiotics*. 12(440): 1–15.
- Amarullah A, Adzani F, Sampurno B and Sa'adah A. 2022. Edukasi Resistensi Antibiotik Kepada Masyarakat Di Desa

Sedenganmijen Krian Sidoarjo. *Journal Of Community Service*. 1(2): 7–9.

- Ambakesari NMW, Ewiantini NLPW, Ewintiani NKW, Hani GGJ, Waruwu ADZ and Sari NKY. 2022. Potensi Antibakteri Tanaman Pepaya (*Carica papaya L.*) Terhadap Bakteri Patogen Penyebab Diare. *Prosiding SINTESA*. 5: 95–110.
- Apriyanthi DPRV, Laksmi AS and Widayanti NP. 2022. Identifikasi Bakteri Kontaminasi pada Gelang Tri Datu. *Jurnal Biologi Makassar*. 7(2): 24–33.
- Aulia SA, Sutningsih D, Setyawan H and Udiyono A. 2023. Keberadaan Residu Tetrasiklin pada Daging Ayam Broiler di Kabupaten Kudus (Studi di Pasar Tradisional dan Pasar Modern Tahun 2019). *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*. 8(1): 69–75.
- Bambang AG, Novel D and Kojong S. 2014. Analisis Cemaran Bakteri Coliform Dan Identifikasi *Escherichia coli* Pada Air Isi Ulang Dari Depot Di Kota Manado. *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi – UNSRAT*. 3(3): 325–334.
- Bodendoerfer E, Marchesi M, Imkamp F, Courvalin P, Böttger EC and Mancini S. 2020. Co-occurrence Of Aminoglycoside And β -lactam Resistance Mechanisms In Aminoglycoside-non-susceptible *Escherichia coli* Isolated In The Zurich Area, Switzerland. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 56(1): 1–8.
- Böttcher L and Gersbach H. 2020. Incentivizing Narrow-Spectrum Antibiotic Development with Refunding. *SSRN Electronic Journal*. 1–20.
- Bourne JA, Chong WL and Gordon DM. 2019. Genetic Structure, Antimicrobial Resistance and Frequency of Human Associated *Escherichia coli* Sequence Types Among Faecal Isolates from Healthy Dogs and Cats Living In Canberra, Australia. *Plos one*. 14(3): 1–13.
- Cynthia E, Sitepu R and Chresiani D. 2022. Kajian Resistensi Antibiotik Golongan Aminoglikosida dan Golongan Tetrasiklin. *Sainsbertek Jurnal Ilmiah Sains & Teknologi*. 3(1): 334–341.

- Davies RH, Lawes JR and Wales AD. 2019. Raw Diets For Dogs and Cats: A Review, With Particular Reference To Microbiological Hazards. *Journal of Small Animal Practice*. 60(6): 329–339.
- Detha A, Wuri DA, Ramos F, Biru D, Meha MM and Lakapu A. 2021. Penggunaan Antibiotik yang Kurang Tepat pada Peternakan Babi di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Veteriner*. 22(2): 162–167.
- Diyasti F and Lizarmi E. 2021. Kajian Penggunaan Antibiotik Pada Komoditas Perkebunan. *Agroscrip*. 3(2): 99–112.
- Dwipayana IMAK, PG KT and Suarjana IGK. 2023. Pola Kepekaan E. Coli yang Diisolasi dari Kloaka Ayam Petelur Diare pada Berbagai Kelompok Umur Terhadap Streptomisin, Kanamisin, dan Doksisisiklin. *Buletin Veteriner Udayana*. 15(3): 423–429.
- Fallo G and Sine Y. 2016. Isolasi Dan Uji Biokimia Bakteri Selulolitik Asal Saluran Pencernaan Rayap Pekerja (*Macrotermes* Spp.). *Bio-Edu: Jurnal Pendidikan Biologi*. 1(2): 27–29.
- Farizqi MTI, Effendi MH, Adikara RTS, Yudaniyanti IS, Putra GDS, Khairullah AR, Kurniawan SC, Silaen OSM, Ramadhani S, Millannia SK, Kaben SE and Waruwu YKK. 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.
- Fletcher S. 2015. Understanding the contribution of environmental factors in the spread of antimicrobial resistance. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 20(4): 243–252.
- Galarce N, Arriagada G, Sánchez F, Venegas V, Cornejo J and Lapiere L. 2021. Antimicrobial Use in Companion Animals: Assessing Veterinarians' Prescription Patterns through the First National Survey in Chile. *Animals*. 11(2): 1–13.
- Gambino D, Galluzzo FG, Cicero L, Cirincione R, Mannino E, Fiore V, Proverbio D, Spada E, Cassata G and Gargano V. 2023. Antibiotic Resistance Genes Carried by Commensal *Escherichia coli* from Shelter Cats in Italy. *Veterinary Sciences*. 10(680): 1–10.
- Gargano V, Gambino D, Orefice T, Cirincione R, Castelli G, Bruno F, Interrante P, Pizzo M, Spada E, Proverbio D, Vicari D, Salgado-Caxito M, Benavides JA and Cassata G. 2022. Can Stray Cats Be Reservoirs of Antimicrobial Resistance?. *Veterinary Sciences*. 9(11): 1–8.
- Gasparrini AJ, Markley JL, Kumar H, Wang B, Fang L, Irum S, Symister CT, Wallace M, Burnham CAD, Andleeb S, Tolia NH, Wencewicz TA and Dantas G. 2020. Tetracycline-Inactivating Enzymes From Environmental, Human Commensal, And Pathogenic Bacteria Cause Broad-Spectrum Tetracycline Resistance. *Communications Biology*. 3(241): 1–12.
- Grossman TH. 2016. Tetracycline Antibiotics and Resistance. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*. 6(4): 1–24.
- Hamidah MN, Rianingsih L and Romadhon R. 2019. Aktivitas Antibiotik Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Peda dengan Jenis Ikan Berbeda Terhadap *E. coli* dan *S. aureus*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*. 1(2): 11–21.
- Herman R, Sulfikar, Ruslan ZA and Maryono. 2022. Multidrug-Resistant *E. coli* in Makassar City Drainage. *Jurnal Chemical*. 24(2): 61–67.
- Hidayati SN, Darmawi, Rosmaidar, Armansyah T, Dewi M, Jamin F and Fakhurrrazi. 2016. Pertumbuhan *Escherichia coli* yang Diisolasi dari Feses Anak Ayam Broiler Terhadap Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum* [Wight.] Walp.) The Effect of Bay Leaf (*Syzygium polyanthum* [Wight.] Walp.). *Jurnal Medika Veterinaria*. 10(2): 101–104.
- Hutabarat MEC, Jati DR and Desmaiani H. 2023. Penilaian Kondisi Sanitasi dan Cemaran *Escherichia coli* pada Limbah Cair di Pasar Tradisional Kota Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 11(3): 764–772.
- Kapisa NE, Timbowo SM and Mewengkang HW. 2014. Bakteri *Escherichia coli* Pada Air Pencucian Ikan Di Pasar Bahu

- Manado. *Media Teknologi Hasil Perikanan*. 2(2): 68–70.
- Kapoor G, Saigal S and Elongavan A. 2017. Action and resistance mechanisms of antibiotics: A Guide For Clinicians. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*. 33(3): 300–305.
- Kartikasari AM, Hamid IS, Purnama MTE, Damayanti R, Fikri F and Praja RN. 2019. Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Kontaminan Pada Daging Ayam Broiler Di Rumah Potong Ayam Kabupaten Lamongan. *Jurnal Medik Veteriner*. 2(1): 66–71.
- Khoiriyah A, Sumardi and Busman H. 2022. Identifikasi dan Patogenesitas *Escherichia coli* dari Swab Kloaka Ayam. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 10(3): 323–332.
- Koch N, Islam NF, Sonowal S, Prasad R and Sarma H. 2021. Environmental Antibiotics and Resistance Genes As Emerging Contaminants: Methods of Detection and Bioremediation. *Current Research in Microbial Sciences*. 2: 1–10.
- Krause KM, Serio AW, Kane TR and Connolly LE. 2016. Aminoglycosides: An Overview. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*. 1–18.
- Krisdianto N and Walid M. 2023. Gambaran Tingkat Pengetahuan Obat Antibiotik Secara Rasional Pasien Di Apotek Kimia Farma Pemalang. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*. 2(3): 1207–1220.
- Krisnawati M, Suarjana IGK and Gelgel KTP. 2023. Isolasi dan Identifikasi *Enterobacter* spp. pada Anjing Diare. *Buletin Veteriner Udayana*. 15(1): 54–59.
- Kurniawan R, Darniati D, Abrar M, Fakhurrrazi F, Jalaluddin. M and Erina E. 2023. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Pada Produk Ceker Ayam Bakar Di Gampong Ulee Lheue Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*. 7(2): 7–8.
- Leite-Martins LR, Mahú MIM, Costa AL, Mendes Â, Lopes E, Mendonça DMV, Niza-Ribeiro JJR, de Matos AJF and da Costa PM. 2014. Prevalence of antimicrobial resistance in enteric *Escherichia coli* from domestic pets and assessment of associated risk markers using a generalized linear mixed model. *Preventive Veterinary Medicine*. 12: 1–12.
- Madyantari N, Hidayat S and Wahab T. 2016. Perancangan Buku Ilustrasi Kucing Di Bandung. *e-Proceeding of Art and Design*. 3(3): 746–753.
- Mahmudah R, Baharuddin M and Sappewali S. 2016. Identifikasi Isolat Bakteri Termofilik dari Sumber Air Panas Lejja, Kabupaten Soppeng. *Al-Kimia*. 4(1): 31–42.
- Markey B, Leonard F, Archambault M, Cullinane A and Maguire D. 2013. *Clinical Veterinary Microbiology Second Edition*. Mosby Elsevier.
- Markley JL and Wencewicz TA. 2018. Tetracycline-Inactivating Enzymes. *Frontiers in Microbiology*. 9(1058): 1–22.
- Mauwalan YEC, Kallau NH. and Laut M. 2022. Kajian *Escherichia coli* Resisten Antibiotik pada Lingkungan Air di Indonesia Yudith. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 5(3): 1–7.
- Michaelis C and Grohmann E. 2023. Horizontal Gene Transfer of Antibiotic Resistance Genes in Biofilms. *Antibiotics*. 12(328): 1–31.
- Ningrum LF and Sulistyorini L. 2019. Kondisi Sanitasi Peralatan dan Higiene Bahan Minuman Terhadap Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* Pada Es Teh Di Warung Kelurahan Mulyorejo, Surabaya. *Indonesian Journal of Public Health*. 14(2): 186–198.
- Nurjanah GS, Cahyadi AI and Windria S. 2020. Kajian Pustaka: Resistensi *Escherichia coli* Terhadap Berbagai Macam Antibiotik pada Hewan dan Manusia. *Indonesia Medicus Veterinus*. 9(6): 970–983.
- Oktaviandari PR, Putranto GDA and Pemayun IGAGP. 2022. Laporan Kasus: Pengambilan Benda Asing Berupa Kelereng dari Dalam Lambung Anak Anjing Melalui Pembedahan Laparogastrotomy. *Indonesia Medicus Veterinus*. 11(4): 606–621.

- Pelt N, Sanam MUE and Tangkonda E. 2016. Isolasi, Pravalensi dan Uji Sensitivitas Antibiotik terhadap Echerichia coli Srerotipe O157 pada Ayam Buras yang Diperdagangkan di Pasar Tradisional di Kota Kupang. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 1(1): 14–20.
- Peterson E and Kaur P. 2018. Antibiotic Resistance Mechanisms in Bacteria: Relationships Between Resistance Determinants of Antibiotic Producers, Environmental Bacteria, and Clinical Pathogens. *Frontiers in Microbiology*. 9(2928): 1–21.
- Polianciuc SI, Gurzău AE, Kiss B, Georgia Ștefan M and Loghin F. 2020. Antibiotics In The Environment: Causes and Consequences. *Medicine and Pharmacy Reports*. 93(3): 231–240.
- Pratiwi RH. 2017. Mekanisme Pertahanan Bakteri Patogen Terhadap Antibiotik. *Jurnal Pro-Life*. 4(3): 418–429.
- Prescott H. 2002. Laboratory Exercises In Microbiology. 5th edn *The McGraw-Hill*. 5th edn.
- Puspita I, A'yun NQ, Anita, Sumarsono T and Andini A. 2020. Uji Sensitivitas Escherichia coli yang Diisolasi dari Air Sumur Galian Dekat dengan Septic Tank terhadap Ciprofloxacin. *National Conference for Ummah*. 1–9.
- Putri MA, Herawati D and Nety K. 2015. Pengembangan Metode Analisis Antibiotik Tetrasiklin dalam Hati Ayam Menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (Kckt). *Prosiding Penelitian Sivitas Akademika Unisba (Kesehatan dan Farmasi)*. 79–85.
- Putri R, Sumiarto B and Mulyani GT. 2020. Faktor-Faktor Risiko Feline Panleukopenia pada Kucing di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Sain Veteriner*. 38(3): 206.
- Rahayu SA and Gumilar MH. 2017. Uji Cemaran Air Minum Masyarakat Sekitar Margahayu Raya Bandung Dengan Identifikasi Bakteri Escherichia coli. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. 4(2): 50–56.
- Ramdhan M. 2021. Metode Penelitian. Edited by AA Effendy. Surabaya. Cipta Media Nusantara.
- Rzewuska M, Czopowicz M, Kizerwetter-wida M, Chrobak D, Błaszczak B and Binek M. 2015. Multidrug Resistance in Escherichia coli Strains Isolated from Infections in Dogs and Cats in Poland (2007–2013). *Scientific World Journal*. 1–8.
- Sapitri A and Afrinasari I. 2019. Identifikasi Escherichia coli pada Cincau yang Dijual Di Pasar Baru Stabat. *Journal of Pharmaceutical And Sciences*. 2(2): 18–23.
- Suprapti L, Heruwati A, Sukesi ADB, Setiyono H, Indahwati T and Handayan W. 2020. Pedoman Pembuatan Media Dan Reagensia Racik. Yogyakarta. Deepublish.
- Tivani I, Amananti W and Sunardi A. 2019. Uji Identifikasi Bakteri Escherichia coli Pada Jamu Gending Kunyit Asem Di Kabupaten Tegal. *Parapemikir : Jurnal Ilmiah Farmasi*. 8(1): 31–35.
- Trisno K, PG KT and Suarjana IGK. 2019. Isolasi dan Indentifikasi Bakteri Escherichia Coli dari Udara pada Rumah Potong Unggas Swasta di Kota Denpasar. *Indonesia Medicus Veterinus*. 8(5): 685–694.
- Tufa Takele Beyene, Guta A, Tufa Tafese B., Nigussie D, Beyi AF, Gutema FD and Regassa F. 2023. Efficacy of Penicillin–Streptomycin Brands Against Staphylococcus aureus: Concordance Between Veterinary Clinicians' Perception and The Realities. *Antibiotics*. 12(3): 1–12.
- Tyasningsih W, Yurianti YA, Rahmahani J, Setiawan B, Tyasningsih W, Harijani N, Budiarto, Effendi MH, Salamah and Witaningrum AM. 2021. Antimicrobial Resistance Profile Of Escherichia coli Bacteria Collected From Cloaca Swab Of Broiler Chicken At Surabaya Traditional Market, Indonesia. *Pollution Research*. 40(1): 317–321.
- Ummamie L, Rastina, Erina, Ferasyi TR, Darniati and Azhar A. 2017. Isolasi dan Identifikasi Escherichia coli dan Staphylococcus aureus Pada Keumamah Di Pasar Tradisional Lambaro, Aceh

Besar. *Jimvet*. 01(3): 574–583.

Widiyanti BL. 2019. Studi Kandungan Bakteri *E. coli* Pada Air Tanah (Confined Aquiver) Di Permukiman Padat Desa Dasan Lekong, Kecamatan Sukamulia. *Jurnal Geodika*. 3(1): 1–12.

Yaddi Y, Safika and Pasaribu FH. 2020. Uji Resistensi Terhadap Beberapa Antibiotika pada *Escherichia coli* yang Diisolasi dari Kucing di Klinik Hewan Kota Bogor. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*. 7(3): 203–210.

Yuliandi NE, Apriani and Marantika AV. 2022. Identifikasi Cemar Bakteri *Escherichia coli* Pada Ayam Broiler di Pasar Pos Duri Jakarta Barat. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*. 2(2): 25–29.