

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

#### 4.1.1 Bakteri *Escherichia coli*

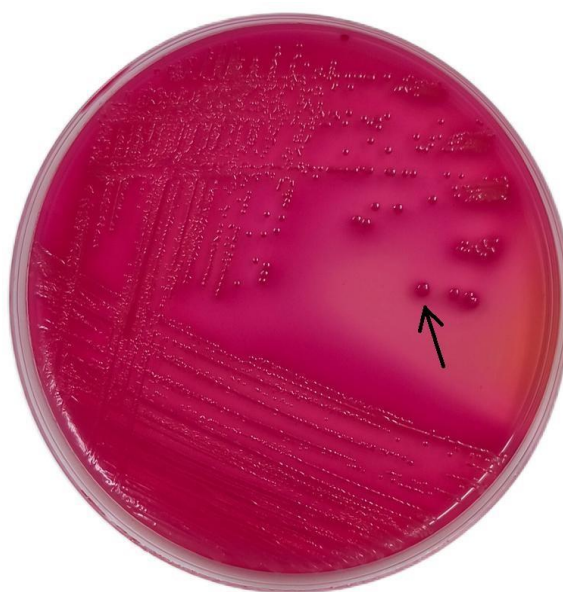
Hasil penelitian yang dilakukan pada 42 sampel swab anus *stray cat* di Surabaya timur, menunjukkan bahwa terdapat 39 sampel positif bakteri *Escherichia coli* dan tiga lainnya menunjukkan hasil negatif bakteri *Escherichia coli*. Pengambilan sampel dilakukan pada lima kecamatan yang ada di wilayah Surabaya timur secara *random sampling*. Hasil isolasi bakteri *Escherichia coli* dapat dilihat pada tabel 4.1

**Tabel 4.1** Hasil Isolasi *Escherichia coli* pada swab anus *stray cat* di Surabaya Timur

Kecamatan	Jumlah Sampel	Bakteri <i>Escherichia 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%
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>39/42</b>	<b>92,86%</b>	<b>3/42</b>	<b>7,14%</b>

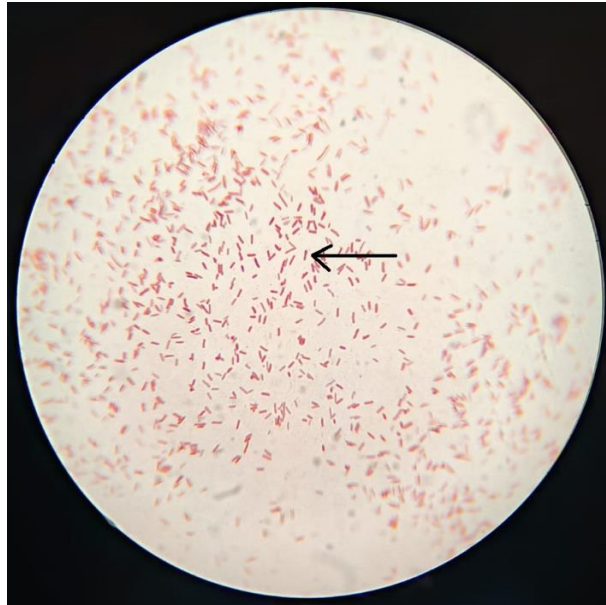
Berdasarkan hasil penelitian ini, persentase tertinggi sebesar 100% terjadi pada kecamatan Rungkut, Mulyorejo dan Sukolilo. Kecamatan Gubeng menunjukkan hasil terendah positif bakteri *Escherichia coli* pada kelima kecamatan dengan persentase sebesar 75% (3/4), sedangkan Kecamatan Gunung Anyar sebesar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

Sampel swab anus *stray cat* di dalam media BPW yang telah diinkubasi selama 18-24 jam kemudian diisolasi pada media MCA. Koloni bakteri *Escherichia 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 4.1



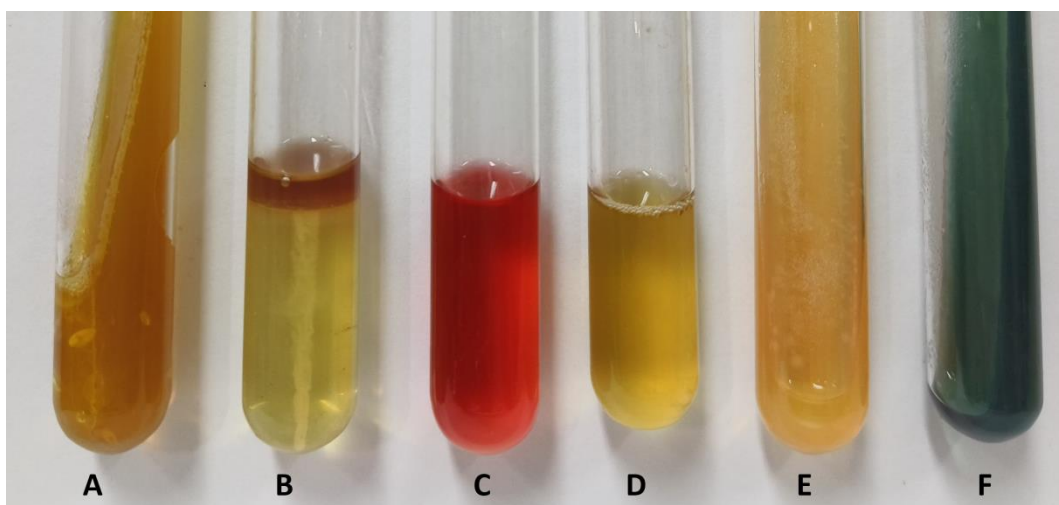
**Gambar 4.1** Hasil Isolasi bakteri *Escherichia coli* pada media MCA

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 *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif sehingga hasil yang didapat dalam penelitian ini bakteri *Escherichia coli* berbentuk berbatang pendek atau kokobasil, berwarna merah dan terlihat seragam pada pemeriksaan mikroskopis. Hasil secara mikroskopis dapat diamati pada gambar 4.2



**Gambar 4.2** Hasil pemeriksaan mikroskopis isolat *Escherichia coli* 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 TSIA, SCA, urease, SIM, MR dan VP. Hasil pengujian biokimia ditunjukkan pada gambar 4.3



**Gambar 4.3** Uji biokimia (A: TSIA, B: SIM, C: MR, D: VP, E: urease dan F:SCA)

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  $H_2S$ .

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.

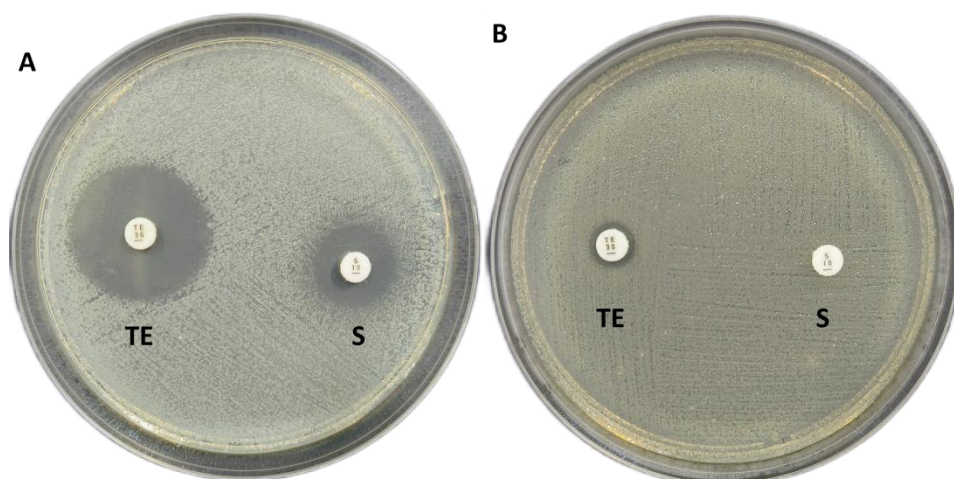
Hasil uji pada media SIM menunjukkan indol positif berdasarkan gambar 4.3 terlihat adanya bentukan cincin indol, motil positif dan  $H_2S$  negatif. Cincin indol terbentuk ketika dilakukan penambahan reagen *kovach* akan tampak berwarna merah kecoklatan. Hasil motil diamati pada permukaan sekitar tusukan terdapat pertumbuhan bakteri pada media SIM. Hasil  $H_2S$  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 *a-naphtol* 5%.

#### 4.1.2 Resistensi Antibiotik Tetrasiklin dan Streptomisin terhadap Bakteri

##### *Escherichia coli*

Hasil pengujian resistensi antibiotik pada media MHA dapat diamati pada gambar 4.4. Gambar A menunjukkan terbentuknya zona hambat disekeliling disk antibiotik yang menandakan bahwa tetrasiklin dan streptomisin memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Zona hambat dapat diamati terlihat bentukkan bulat bening atau transparan yang mengelilingi disk antibiotik. Gambar B menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri di sekeliling disk antibiotik, hal ini menandakan bahwa kedua antibiotik tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.



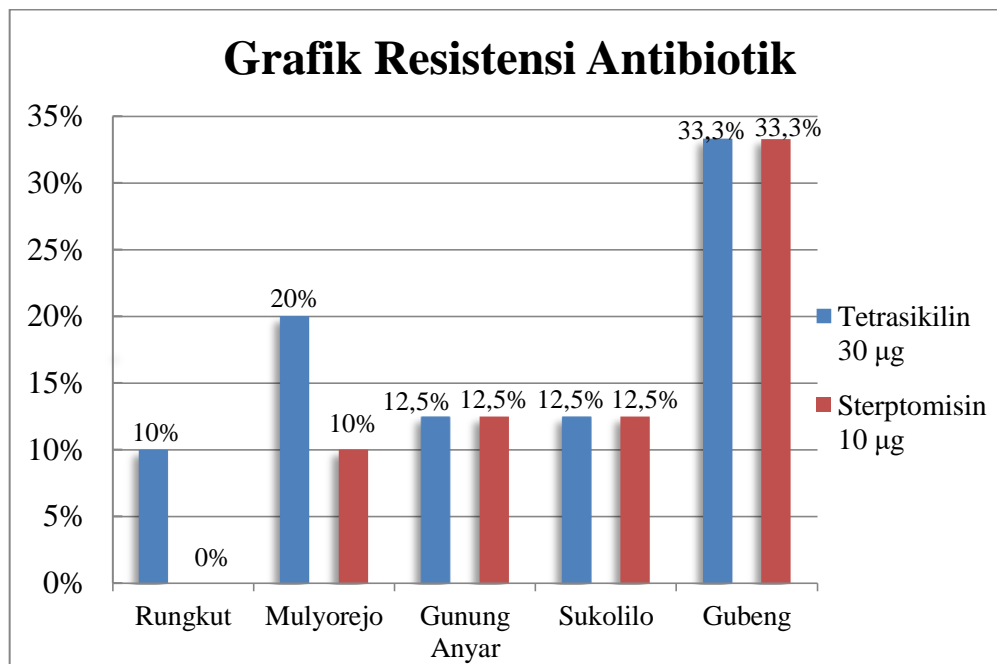
**Gambar 4.4** Hasil uji resistensi antibiotik pada MHA (A) terbentuknya zona hambat, (B) tidak terbentuknya zona hambat.

Hasil pengujian resistensi antibiotik tetrasiklin 30 µg (TE) dan streptomisin 10 µg (S) terhadap bakteri *Escherichia coli* pada swab anus *stray cat* 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 4.2

**Tabel 4.2** Hasil uji resistensi antibiotik tetrasiklin 30 µg dan streptomisin 10 µg

Kecamatan	Jumlah Sampel	Antibiotik (%)	
		Tetrasiklin 30 µg	Streptomisin 10 µg
Rungkut	10	10% (1/10)	0% (0/10)
Mulyorejo	10	20% (2/10)	10% (1/10)
Gunung 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)
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>15,38% (6/39)</b>	<b>10,26% (4/39)</b>

Berdasarkan hasil uji resistensi antibiotik tetrasiklin dan streptomisin yang merujuk pada standar 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).



**Gambar 4.5** Diagram resistensi antibiotik tetrasiklin 30 µg dan streptomisin µg terhadap bakteri *Escherichia coli*

Berdasarkan diagram Kecamatan Gubeng menunjukkan persentase tertinggi kejadian resistensi antibiotik sedangkan resistensi tetrasiklin terendah terjadi di Kecamatan Rungkut dan resistensi streptomisin terendah terjadi di Kecamatan Mulyorejo. Kecamatan Rungkut dalam penelitian ini tidak menunjukkan adanya kejadian resistensi terhadap antibiotik streptomisin.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Bakteri *Escherichia coli* pada Swab Anus *Stray Cat*

Berdasarkan pengujian terhadap 42 sampel swab anus *stray cat* di Surabaya timur menunjukkan 39 hasil positif *Escherichia coli* dengan persentase sebesar 92,86%. Hasil ini memastikan bahwa tingkat keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada *stray cat* tergolong tinggi. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gambino *et al.*, (2023) persentase bakteri *Escherichia coli* tinggi

pada swab anus *stray cat* 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 *Escherichia coli* sebesar 71%. Bakteri *Escherichia 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 *Escherichia coli* banyak dalam sistem pencernaan. Sesuai dengan pernyataan Ambakesari *et al.*, (2022) yaitu *Escherichia coli* dapat menjadi bibit penyakit pada kondisi tertentu seperti ketika imunitas hewan yang menurun atau jumlah bakteri *Escherichia coli* yang banyak di saluran pencernaan.

Persentase bakteri *Escherichia coli* yang tinggi pada *stray cat* dapat terjadi karena *stray cat* hidup dengan mencari makan dan minum di sekitar tempat tinggal *stray cat*. Menurut Hutabarat *et al.*, (2023) bakteri *Escherichia coli* dapat ditemukan pada limbah cair yang terdapat di pasar, dimana pasar merupakan salah satu tempat keberadaan *stray cat*. 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 *Escherichia 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 *Escherichia coli* sebanyak 26,5 MPN/ml (Hutabarat *et al.*, 2023).

*Stray cat* 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 *Escherichia coli* sebanyak 490 hingga lebih dari 2.4000/ 100 ml air. *Stray cat* sering mengonsumsi bahan mentah seperti daging atau ikan mentah sehingga potensi untuk terinfeksi bakteri *Escherichia 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 *Escherichia coli*.

*Stray cat* dapat menjadi sumber penularan bakteri bagi manusia. Menurut Davies *et al.*, (2019) terdapat bakteri *Escherichia coli* patogen yang dapat menular dari kucing ke pemilik ataupun sebaliknya. *Stray cat* 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 *stray cat* seperti memberi makan, menyentuh hingga menggendong *stray cat*. *Stray cat* dalam penelitian ini, berasal dari pemukiman sekitar penduduk dan pasar yang berada di wilayah Surabaya timur.

Hasil positif pertumbuhan *Escherichia coli* terlihat bentuk koloni yang bulat, *circular*, berwarna merah muda dan kering. Menurut Khoiriyah *et al.*, (2022) koloni bakteri *Escherichia 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 berwarna merah (Tivani *et al.*, 2019). Hasil ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahayu dan Gumilar, (2017) bahwa bakteri *Escherichia 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 *Escherichia 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 *Escherichia 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 *Escherichia 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 H<sub>2</sub>S sebab bakteri *Escherichia coli* tidak memiliki kemampuan untuk membentuk H<sub>2</sub>S. Sejalan dengan pernyataan Apriyanthi *et al.*, (2022) bahwa bakteri yang membentuk H<sub>2</sub>S ditandai dengan adanya perubahan warna media menjadi hitam. Senyawa H<sub>2</sub>S terbentuk karena bakteri dapat memfermentasi kedua jenis asam amino yaitu metionin dan sistein (Markey *et al.*, 2013). Bakteri *Escherichia coli* tidak dapat memecah sistein atau mereduksi tiosulfat sehingga tidak dapat membentuk H<sub>2</sub>S (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 *Escherichia 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 (Markey *et al.*, 2013).

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

*Escherichia 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 H<sub>2</sub>S. Bentuk indol terlihat adanya cincin merah pada bagian permukaan tabung setelah ditetesi reagen *kovach*. 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 *kovach* indol tidak akan terbentuk cincin merah di permukaan tabung (Hidayati *et al.*, 2016).

Bakteri *Escherichia coli* menghasilkan motil positif dibuktikan dengan terdapat koloni *Escherichia coli* yang tumbuh di sekeliling daerah tusukan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Pelt *et al.*, (2016) bahwa bakteri *Escherichia 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 *Escherichia 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 *Escherichia 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 *a-naphtol* 5%. Hasil penelitian ini sejalan dengan Rahayu dan Gumilar, (2017) yaitu bakteri *Escherichia 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).

#### **4.2.2 Resistensi Antibiotik Tetrasiklin 30 µg**

Berdasarkan hasil uji resistensi antibiotik tetrasiklin 30 µg 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 CLSI.

Uji resistensi antibiotik tetrasiklin terhadap bakteri *Escherichia 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 *Escherichia coli* yang

diisolasi dari *stray cat* 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 *Escherichia 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 *stray cat* 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).

*Stray cat* 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 *Escherichia 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 mutasi yang terjadi secara spontan atau 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 Wencewicz, 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 effluks 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 effluks adalah tet(T) dan tet(L) (Cynthia *et al.*, 2022).

#### **4.2.3 Resistensi Antibiotik Streptomisin 10 µg**

Berdasarkan hasil uji resistensi antibiotik streptomisin 10 µg, 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 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 effluks 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 *Escherichia coli* resisten terhadap golongan antibiotik aminoglikosida. Menurut Bodendoerfer *et al.*, (2020) belum banyak jurnal yang menjelaskan mekanisme resistensi golongan antibiotik aminoglikosida secara spesifik.

#### **4.2.4 Perbandingan Resistensi Antibiotik Tetrasiklin dan Streptomisin pada *Stray Cat***

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 *stray cat* 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 *stray cat* salah satunya adalah faktor lingkungan (Fletcher, 2015).

Lingkungan tempat hidup *stray cat* 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).

*Stray cat* 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.

*Stray cat* juga banyak ditemukan di wilayah sekitar pemukiman warga Surabaya timur. Interaksi antara *stray cat* dengan manusia cukup sering ditemukan. Sebuah survei mengungkapkan pola perilaku masyarakat Surabaya di kecamatan Mulyorejo terhadap *stray cat* seperti memberi makan, menyentuh hingga menggendong *stray cat* (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.

Kecamatan Gubeng memiliki persentase kejadian resistensi antibiotik tertinggi sedangkan Kecamatan Rungkut memiliki persentase kejadian resistensi terendah dalam penelitian ini. Menurut Badan Pusat Statistik (2023), Kecamatan Gubeng merupakan kecamatan dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dari kecamatan lain di wilayah Surabaya timur. Penelitian yang dilakukan oleh Burnham, (2021) menjelaskan bahwa terdapat hubungan antara tingkat kejadian resistensi dengan kepadatan penduduk. Wilayah dengan kepadatan penduduk yang

tinggi memiliki kejadian penyakit infeksius yang tinggi sehingga penggunaan obat-obatan seperti antibiotik berpotensi menjadi tinggi pula. Mobilisasi yang terjadi di Kecamatan Gubeng lebih tinggi dari Kecamatan Rungkut, hal ini dibuktikan dengan banyaknya jumlah hotel dan pariwisata yang tersebar di wilayah Gubeng. Sekitar 30 hotel tersebar di Gubeng sedangkan di Rungkut hanya 10 hotel (BPS, 2023). Menurut Desai *et al.*, (2022) mobilisasi selain berdampak nyata terhadap penyebaran penyakit menular, ternyata juga berkontribusi terhadap tingginya kejadian resistensi antibiotik pada suatu wilayah. Semakin tinggi mobilisasi yang terjadi maka semakin tinggi pula kemungkinan kejadian resistensi antibiotik (Desai *et al.*, 2022).

Tingkat kejadian resistensi pada *stray cat* dapat mencerminkan keadaan lingkungan dimana faktor penyebaran resistensi pada *stray cat* 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).