

Original Article

## Gambaran *Escherichia coli* resistan antibiotik asal tangan pemerah, ambing sapi, susu serta air di peternakan sapi perah Kecamatan Cendana, Enrekang, Sulawesi Selatan

Milawarni Milawarni<sup>1\*</sup>, Herwin Pisestyani<sup>2</sup>, Denny Widaya Lukman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Pascasarjana Peminatan Kesehatan Masyarakat Veteriner, Program Studi Ilmu Biomedis Hewan Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 16680

<sup>2</sup>Divisi Kesehatan Masyarakat Veteriner dan Epidemiologi, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 16680

\*Correspondence: 15milawarni@apps.ipb.ac.id

Received: May 17<sup>th</sup>, 2022; Accepted: October 15<sup>th</sup>, 2022; Published online: November 9<sup>th</sup>, 2022

### Abstrak

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan mengetahui gambaran resistansi *Escherichia coli* (*E. coli*) terhadap beberapa antibiotik yang diisolasi dari air, swab tangan pemerah, swab ambing sapi dan susu di peternakan sapi perah Enrekang, Sulawesi Selatan.

**Metode:** Isolasi dan identifikasi *E. coli* mengacu pada SNI 2897:2008 tentang Metode Pengujian Cemar Mikroba dalam Daging, Telur dan Susu, serta Hasil Olahannya. Uji resistansi *E. coli* terhadap antibiotik dengan metode difusi cakram dan interpretasi hasil mengacu pada Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Sampel berupa 13 swab tangan pemerah, 52 swab ambing sapi, 52 susu individu, dan 13 air yang digunakan untuk kegiatan pemeliharaan.

**Hasil:** Isolat *E. coli* (n=64) yang terdiri dari 7 isolat dari swab tangan pemerah, 20 isolat dari swab ambing, 31 isolat dari susu, dan 6 isolat dari air. Isolat *E. coli* telah resistan terhadap eritromisin dan ampicilin masing-masing sebanyak 78% (50/64), trimetoprim-sulfametoksazol 34,4% (22/64), tetrasiklin 31% (20/64), ceftazidime 25% (16/64), kloremfenikol 22% (14/64), enrofloxasin 9,4% (6/64), dan gentamisin 4,6% (3/64). Pola resistansi *E. coli* terhadap antibiotik menunjukkan isolat *E. coli* MDR hingga 7 antibiotik sekaligus.

**Kesimpulan:** Isolat *E. coli* asal pemerah, sapi, susu dan air di kawasan peternakan sapi perah Enrekang, Sulawesi Selatan telah mengalami resistansi terhadap beberapa jenis antibiotik dan dapat menyebarkan gen resistan ke bakteri lain serta mengancam kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan.

**Kata Kunci:** Air; *E. coli*; Resistansi antibiotik; Susu; Swab ambing; Swab tangan

### Abstract

**Objective:** This study aimed to describe the resistance of *E. coli* to several types of antibiotics isolated from water, milker hand swabs, cow udder swabs and milk in the Enrekang dairy farm, South Sulawesi.

**Methods:** Isolation and identification of *E. coli* refers to SNI 2897:2008 concerning Methods for Testing Microbial Contamination in Meat, Eggs and Milk, and their Processed Products. The test of *E. coli* resistance to antibiotics by disc diffusion method and interpretation of the results refers to the Clinical

and Laboratory Standards Institute (CLSI). The samples were 13 milker hand swabs, 52 cow udder swabs, 52 individual milks, and 13 water used for rearing activities.

**Results:** *E. coli* isolates (n=64) consisted of 7 isolates from hand swabs, 7 isolates from milking hands, 20 isolates from udder swabs, 31 isolates from milk, and 6 isolates from water. *E. coli* isolates were resistant to erythromycin and ampicillin as much as 78%, trimethoprim-sulfamethoxazole 34.4%, tetracycline 31%, ceftazidime 25%, chloremphenicol 22%, enrofloxacin 9.4%, and gentamicin 4.6%. The pattern of *E. coli* resistance to antibiotics showed that the isolates of *E. coli* multiple drugs were resistant to up to 7 antibiotics at once.

**Conclusions:** *E. coli* isolates from milk, cows, milk and water in the Enrekang dairy farming area, South Sulawesi has developed resistance to several types of antibiotics and have the potential to spread resistance genes to other bacteria and threaten human, animal and environmental health.

**Keywords:** Antibiotic resistance; *E. coli*; Hand swab; Milk; Udder swab

## PENDAHULUAN

*Antimicrobial Resistance* (AMR) saat ini telah berkembang menjadi ancaman terhadap kesehatan masyarakat dan kesehatan hewan. AMR adalah kemampuan mikroorganisme untuk mencegah antibiotik bekerja melawan bakteri. Penyakit akibat infeksi bakteri pada manusia dan hewan sulit untuk diobati, penurunan kualitas hidup, kematian, serta program-program peningkatan kesehatan mengalami penurunan keberhasilan akibat adanya kejadian AMR [1]. Penyebaran AMR dapat menyebabkan bakteri patogen jauh lebih mematikan di masa depan daripada sekarang jika tidak segera diatasi [2].

Bakteri patogen tular pangan (*foodborne pathogen*) yang resistan antibiotik dapat ditularkan ke populasi manusia melalui produk pangan sehingga menjadi perhatian penting bagi kesehatan masyarakat. Bakteri resistan antibiotik juga dapat menyebarkan *Antibiotic Resistance Genes* (ARGs) yang dapat dipindahkan ke bakteri patogen atau komensal di saluran pencernaan manusia dan hewan [3]. Perpindahan ARGs dapat melalui media di lingkungan, seperti di air, tanah, udara, makanan, dan makhluk hidup sehingga meningkatkan penyebaran bakteri yang resistan terhadap antibiotik di lingkungan [4].

Penggunaan antibiotik untuk pengobatan yang tidak bijak pada hewan menyebabkan peternakan menjadi salah satu sumber penyebaran bakteri resistan antibiotik [5]. Perpindahan gen resistan dapat terjadi dari lingkungan luar kandang ke dalam lingkungan kandang. Gen resistan dapat tersimpan di lingkungan sekitar kandang yang dapat berpindah antar bakteri. Perpindahan gen

resistan dapat melalui kontak langsung atau tidak langsung, makanan, air, dan feses hewan ke lingkungan pertanian [6].

*E. coli* merupakan mikroorganisme yang paling sering mengalami resistansi antibiotik [7]. dan diekskresikan dari saluran pencernaan manusia dan hewan. *E. coli* dapat bersifat komensal maupun bersifat patogen pada manusia dan hewan [8]. Selain dapat ditemukan di lingkungan, *E. coli* juga dapat ditemukan pada proses produksi dan pekerja [9].

Produk pangan asal hewan atau melalui kontak langsung dengan hewan dapat menyebarkan *E. coli* resistan ke manusia [10]. Pupuk kandang dari peternakan dapat menjadi media yang menyebarkan bakteri resistan antibiotik bagi peternakan maupun manusia ke lingkungan [11].

Kabupaten Enrekang merupakan kabupaten yang menjadi prioritas pengembangan peternakan sapi perah di Sulawesi Selatan dengan jumlah populasi sapi perah yaitu sebanyak 1068 ekor yang tersebar di dua belas kecamatan berdasarkan data Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Enrekang tahun 2020. Penelitian mengenai resistansi antibiotik *E. coli* dari peternakan sapi perah di Enrekang masih sangat jarang dilaporkan, sehingga hal tersebut menjadi dasar penelitian ini dilakukan.

## MATERI DAN METODE

### Sumber data dan ukuran sampel

Penelitian ini menggunakan data populasi sapi perah di Kecamatan Cendana, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan milik Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Enrekang tahun 2020. Ukuran sampel dihitung berdasarkan

populasi total sapi perah di Kecamatan Cendana sebanyak 471 ekor menggunakan software WinEpiscope 2.0 dengan asumsi tingkat kepercayaan 95%, prevalensi dugaan 10%, tingkat kesalahan 8%. Hasil perhitungan ukuran sampel sebanyak minimal 49 ekor sapi perah yang diambil dari 13 peternakan di Kecamatan Cendana.

Jenis sampel adalah sampel air peternakan yang digunakan untuk mencuci peralatan dan ambung sapi perah (13 sampel), sampel susu individu (52 sampel), swab tangan kiri pemerah (13 sampel), swab ambung (52 sampel). Teknik penarikan sampel sapi perah tiap peternakan dilakukan secara *simple random sampling*.

### Penanganan sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada pemerahan sore hari. Sampel diberi kode berupa tanggal pengambilan sampel, jenis sampel yang diambil, nama lokasi. Sampel kemudian disimpan dalam *cool box* yang bersuhu 4–10°C dan dibawa ke laboratorium kesmavet Balai Besar Veteriner Maros untuk dilakukan pengujian.

### Isolasi dan identifikasi *E. coli*

Semua sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi steril. Untuk sampel swab (swab tangan pemerah dan swab ambung) diambil dengan menggunakan kapas lidi steril dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi steril yang berisi 10 mL larutan *buffered peptone water* (BPW) 0,1% dengan perbandingan 1:10. Kemudian semua sampel dimasukkan ke dalam *cool box* dan dibawa ke laboratorium dalam kondisi suhu 4–10°C. Selanjutnya isolasi dan identifikasi serta uji biokimia *E. coli* mengacu pada Standar Nasional Indonesia

(SNI) 2897 Tahun 2008 tentang Metode Pengujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur dan Susu, serta Hasil Olahannya.

### Pengujian resistansi antibiotik

Uji resistansi isolat *E. coli* terhadap antibiotik (eritromisin, ampisilin, tetrasiklin, trimethoprim-sulfametoksazol, kloremfenikol, ceftazidime, enrofloksasin, dan gentamisin dilakukan dengan metode difusi cakram (*disc diffusion method*). Penentuan *susceptible* (S), *intermediate* (I) dan *resistant* (T) ditentukan melalui ukuran diameter zona hambat yang terbentuk berdasarkan rekomendasi standar *Clinical and Laboratory Standards Institut* (Tabel 1) [12].

## HASIL

### Keberadaan *E. coli* pada tangan pemerah, ambung sapi, susu dan air

Pada penelitian ini ditemukan isolat *E. coli* pada 64 sampel dari 130 sampel yang diperiksa (49%). Isolat *E. coli* diperoleh dari swab tangan pemerah, swab ambung, susu dan air di peternakan sapi perah (Tabel 2). Isolat *E. coli* paling banyak ditemukan pada sampel susu yaitu 60% (31/52), kemudian sampel tangan 54% (7/13), selanjutnya sampel air 46% (6/13) dan sampel swab ambung 38% (20/52).

### Resistansi *E. coli* yang diisolasi dari tangan pemerah, ambung sapi, susu dan air

Hasil pengujian resistansi *E. coli* terhadap antibiotik menunjukkan tingkat resistansi isolat *E. coli* paling tinggi terhadap eritromisin dan ampisilin masing-masing sebanyak 78%, trimetoprim-sulfametoksazol 34,4%, tetrasiklin 31%, ceftazidime 25%, kloremfenikol 22%, enrofloksasin

**Tabel 1.** Standar interpretasi diameter zona hambat (CLSI 2020)

Group antibiotik	Antibiotik	Isi disk (µg)	Diameter zona hambat (mm)		
			S*	I*	R*
β-laktam	Ampisilin (AMP)	10	≥17	14-16	≤13
Sefalosporin	Ceftazidime (CAZ)	30	≥21	18-20	≤17
Aminoglikosida	Gentamisin (CN)	10	≥15	13-14	≤12
Fluroquinolon	Enrofloksasin (ENR)	5	≥23	17-22	≤16
Makrolida	Eritromisin (E)	15	≥23	14-22	≤13
Fenikol	Kloremfenikol (C)	30	≥18	13-17	≤12
Potentiated sulfonamides	Trimetoprim-sulfametoksazol (SXT)	1,25/23,75	≥16	11-15	≤10
Tetrasiklin	Tetrasiklin (TE)	30	≥19	15-18	≤14

**Tabel 2.** Keberadaan *E. coli* di peternakan sapi perah Enrekang, Sulawesi Selatan

Jenis sampel	Jumlah sampel	Positif <i>E. coli</i>	Persentase positif (%)
Swab tangan pemerah	13	7	54
Swab ambing	52	20	38
Susu	52	31	60
Air	13	6	46

9,4%, dan gentamisin 4,6% (Grafik 1). Hasil pengujian resistansi antibiotik juga menunjukkan adanya isolat *E. coli* yang diperoleh dari suatu peternakan resistan pada antibiotik yang sama yaitu pada ampicilin dan eritromisin.

#### *E. coli* multiple drugs resistance (MDR) antibiotik

Pengujian resistansi isolat *E. coli* terhadap antibiotik menunjukkan sifat resistan minimal terhadap 1 jenis antibiotik dan maksimal 7 jenis antibiotik. Sebanyak 22% (14/64) isolat *E. coli* menunjukkan sifat MDR terhadap 2 jenis antibiotik yaitu ampicilin dan eritromisin, selanjutnya 9,3% isolat *E. coli* menunjukkan sifat MDR terhadap 4 jenis antibiotik yaitu ampicilin, eritromisin, tetrasiklin dan caftazidim dan 1,5% isolat *E. coli* MDR terhadap 7 antibiotik sekaligus yaitu ampicilin, eritromisin, trimetoprim-sulfametoksazol, ceftazidime, kloremfenikol, enrofloksasin, dan gentamisin (Tabel 2).

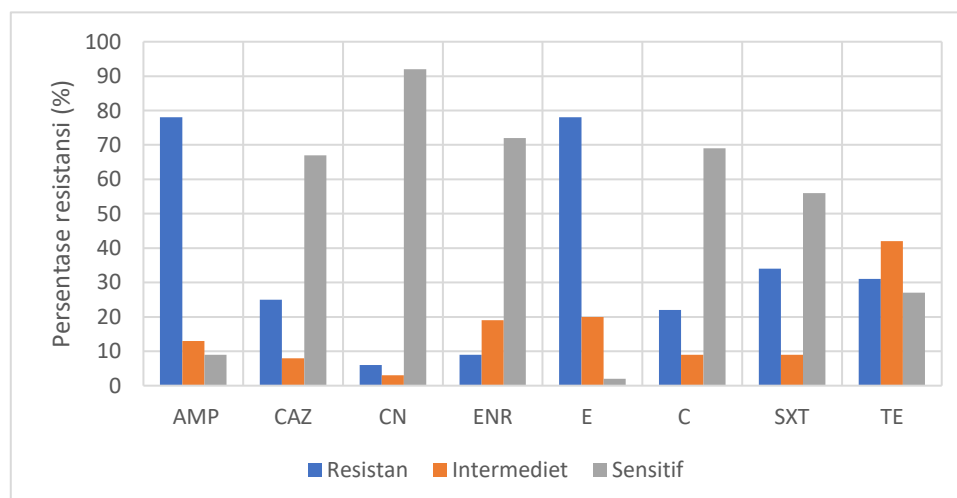
## PEMBAHASAN

Bakteri *E. coli* merupakan indikator pencemaran fekal pada susu dan peralatan pemerah.

Pada penelitian ini, sebanyak 60% (31/52) sampel susu positif *E. coli*. Kontaminasi *E. coli* pada susu dapat berasal dari kontak langsung dengan feses, air tercemar, dan tangan pemerah. Keberadaan *E. coli* merupakan indikator higiene yang buruk dan praktik sanitasi yang buruk selama pemerahan dan penanganan susu [13].

Hasil pengujian dari sampel swab tangan pemerah ditemukan sebanyak 54% (7/13) sampel positif *E. coli*. Menurut Navab-Daneshmand [14], tingginya kontaminasi *E. coli* secara substansial dikontribusikan oleh keberadaan kotoran dan pasir. Kontaminasi *E. coli* pada tangan dapat disebabkan oleh kegiatan rumah tangga seperti membersihkan piring, menyiapkan makanan, dan menyapu. Pada penelitian ini, pengambilan sampel swab tangan dilakukan pada saat peternak telah mencuci tangan dan belum melakukan pemerahan. Hal ini menunjukkan bahwa pemerah tidak mencuci tangan dengan baik dan benar sebelum proses pemerahan sehingga masih ditemukan adanya sampel positif *E. coli*.

Hasil penelitian sampel swab ambing menunjukkan sebanyak 38% (20/52) sampel

**Grafik 1.** Resistansi isolat *E. coli* terhadap antibiotik

AMP: Ampicilin, TE: tetrasiklin, E: eritromisin, C: kloremfenikol, CAZ: ceftazidime, ENR: enrofloksasin, CN: gentamisin, SXT: trimetoprim-sulfametoksazol.

positif *E. coli*. Keberadaan *E. coli* pada permukaan ambing dapat diakibatkan adanya kontaminasi pada saat sapi melakukan urinasi atau defekasi setelah dimandikan. Kulit ambing yang mengandung bakteri patogen dari lingkungan dapat dipengaruhi oleh praktik higiene di peternakan [15]. Berdasarkan hasil pengamatan, kebersihan kandang belum sepenuhnya terjaga, kondisi lantai kandang yang masih kotor pada saat proses pemerahan. Pada saat sapi perah berbaring, ambing dapat menyentuh lantai yang kotor sehingga menjadi sumber kontaminasi *E. coli*.

Hasil pengujian *E. coli* dari air yang digunakan di peternakan untuk membersihkan peralatan dan ambing sapi perah menunjukkan hasil 46% (6/13) sampel positif *E. coli*. Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan, sumber air yang

digunakan di peternakan adalah air sumur. Sebagian besar sumur berjarak  $\leq 10$  meter dari kandang sapi, yang bertujuan untuk memudahkan dalam pemberian minum pada sapi dan pembersihan kandang, namun kondisi tersebut menyebabkan *E. coli* mudah merembes melalui air.

Hasil penelitian serupa juga dilaporkan oleh Hinthong *et al.* [17], isolat *E. coli* dari sampel air paling umum resistan terhadap ampisilin dan karbenisilin, sedangkan resistansi terhadap ampisilin, karbenisilin, dan sulfame toksazol-trimetoprim merupakan pola yang paling banyak ditemukan pada *E. coli* dari sampel susu. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan hasil penelitian Bouari *et al.* [18] yang menyatakan bahwa *E. coli* resistan terhadap tetrasiklin.

Kejadian resistansi isolat *E. coli* yang berasal dari peternakan sapi perah Enrekang terhadap

**Tabel 3.** Pola resistansi isolat *E. coli* terhadap antibiotik

Pola resistansi terhadap agen antibiotik	Jumlah (n)	Jenis dan jumlah isolat	Persentase MDR
0	0	0	0%
1	14	E (10) AMP (4)	22%
2	14	AMP + C (1) AMP + E (11) AMP + SXT (1) TE + E (1) AMP + C + SXT (1) AMP + C + CAZ (1) AMP + E + CAZ (4)	22%
3	11	AMP + E + SXT (1) AMP + TE + E (2) AMP + E + C (1) TE + E + C (1) AMP + C + CAZ + SXT (1) AMP + E + CAZ + SXT (3)	17%
4	13	AMP + TE + E + CAZ (6) AMP + TE + C + CAZ (2) AMP + E + C + ENR (1) AMP + TE + E + CAZ + SXT (2) AMP + TE + E + C + CN (1)	20%
5	7	AMP + TE + E + C + CAZ (1) AMP + TE + E + CAZ + CN (1) AMP + TE + E + ENR + SXT (1) AMP + TE + E + CAZ + ENR (1) AMP + E + C + CAZ + CN + SXT (1)	11%
6	4	AMP + TE + E + C + CAZ + SXT (1) AMP + TE + E + C + CAZ + SXT (2)	6%
7	1	AMP + E + C + CAZ + ENR + CN + SXT (1)	2%

ampisilin dikaitkan dengan pengobatan kasus mastitis pada ternak sapi perah. Ampisilin pada hewan digunakan untuk pengobatan mastitis klinis dan subklinis, pengobatan penyakit akibat infeksi bakteri dan penanganan *Mycoplasma* pada unggas.

Resistensi *E. coli* yang cukup tinggi terhadap eritromisin juga dilaporkan pada penelitian ini. Hal ini diduga karena antibiotik tersebut banyak digunakan dan merupakan antibiotik spektrum luas. Seperti diketahui bahwa tetrasiklin, ampisilin, dan eritromisin adalah antibiotik pilihan atau yang paling sering digunakan di lapangan. Pada ternak unggas, eritromisin merupakan salah satu antibiotik yang digunakan untuk pengobatan penyakit. Berdasarkan pengamatan di lapangan, lokasi kandang sapi perah di kawasan peternakan sapi perah Kec. Cendana, Enrekang, Sulawesi Selatan Sebagian besar berdekatan dengan lokasi kandang ayam, sehingga hal tersebut juga dapat dikaitkan dengan isolat *E. coli* yang ditemukan di peternakan sapi perah resistan terhadap eritromisin karena adanya transmisi gen resistan dari peternakan ayam ke peternakan sapi perah.

Tetrasiklin yang menjadi antibiotik pilihan untuk mengobati akut *E. coli* mastitis tidak efektif lagi dan akan memperburuk prognosis jika terus digunakan. *E. coli* komensal dari sapi perah yang sehat dapat menjadi reservoir penting untuk tetrasiklin dan penentu resistansi antimikroba lainnya. Pada manusia, tetrasiklin umum digunakan pada kasus infeksi saluran kemih, menurut Sabir *et al.* [19] sebanyak 69,4% isolat *E. coli* yang dikoleksi dari pasien dengan infeksi saluran urinari telah mengalami resistansi terhadap tetrasiklin. Resistansi *E. coli* terhadap antibiotik tetrasiklin dapat berasal dari penggunaan ekstensif pada hewan maupun kontaminasi silang antara susu dan tangan manusia saat proses pemerahan.

Hal menarik dalam penelitian ini yaitu 22% isolat *E. coli* resistan terhadap kloramfenikol, padahal sejak tahun 1982 Indonesia sudah membatasi penggunaan kloramfenikol untuk pengobatan ternak dan juga sebagai imbuhan pakan. Kloramfenikol merupakan antibiotik yang umum digunakan di rumah sakit untuk mengobati penyakit pernapasan seperti pneumonia pada manusia [20]. Hasil pengujian yang menunjukkan isolat *E. coli*

resistan terhadap kloremfenikol dikaitkan dengan *E. coli* yang telah resistan kloremfenikol di manusia ditransmisikan ke sapi perah dan lingkungan sehingga menyebarkan sifat resistansinya pada bakteri lainnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Poirel *et al.* [21] bahwa *E. coli* berperan sebagai donor sekaligus penerima gen resistan sehingga *E. coli* dianggap sebagai salah satu tantangan global baik untuk kesehatan hewan maupun kesehatan masyarakat.

Hasil pengujian resistansi antibiotik juga menunjukkan 34% isolat *E. coli* resistan terhadap trimetoprim-sulfametoksazol dan 25% isolat resistan terhadap ceftazidime. Walaupun persentase resistansinya cukup rendah, adanya isolat *E. coli* yang ditemukan resistan terhadap trimetoprim-sulfametoksazol dan ceftazidime dapat dikaitkan dengan transmisi gen resistan pada manusia ke lingkungan dan hewan, ataupun diperoleh dari sumber-sumber lainnya.

Antibiotik enrofloksasin dan gentamisin mempunyai tingkat resistansi yang cukup rendah. Hal tersebut terjadi karena penggunaan antibiotik tersebut masih jarang di peternakan. Nama dagang gentamisin yang cukup banyak dan jarang digunakan karena hanya untuk pengobatan infeksi bakteri gram negatif.

MDR merupakan kejadian resistansi terhadap dua atau lebih obat maupun klasifikasi obat [16]. Pada penelitian ini menunjukkan pola resistansi MDR hingga 7 jenis antibiotik sekaligus yaitu trimetoprim-sulfametoksazol, ceftazidime, kloremfenikol, enrofloksasin, dan gentamisin. Banyaknya jenis antibiotik yang telah digunakan di peternakan dapat ditandai dengan kejadian MDR pada *E. coli*. MDR menyebabkan penurunan kesehatan ternak, penurunan kualitas hasil ternak, meningkatnya penyakit karena sulit untuk mengobati penyakit akibat meningkatnya bakteri patogen yang resistan, serta masalah kesehatan manusia.

Berbagai faktor risiko kemunculan resistansi antibiotik seperti penggunaan antibiotik untuk pencegahan maupun pengobatan penyakit yang kurang tepat pada hewan maupun manusia. Peningkatan strain bakteri resistan antibiotik menimbulkan dampak lain yang tidak diharapkan serta pengobatan yang tidak efektif. Pencegahan penyebaran *E. coli* resistan antibiotik di lingkungan dapat dilakukan dengan peningkatan biosekuritas pada peternakan sapi perah [22].

## KESIMPULAN

Simpulan penelitian ini isolat *E. coli* yang diisolasi dari sampel swab tangan pemerah, swab ambing, susu dan air di peternakan sapi perah Kec. Cendana, Enrekang, memberikan gambaran adanya resistansi terhadap beberapa antibiotik. Isolat *E. coli* telah resistan terhadap eritromisin dan ampicilin masing-masing sebanyak 78% (50/64), trimetoprim-sulfame toksasol 34,4% (22/64), tetrasiklin 31% (20/64), ceftazidime 25% (16/64), kloremfenikol 22% (14/64), enrofloxasin 9,4% (6/64), dan genta misin 4,6% (3/64). Pola resistansi *E. coli* terhadap antibiotik menunjukkan isolat *E. coli* MDR hingga 7 antibiotik sekaligus. Hasil penelitian ini dapat menjadi data awal untuk penelitian selanjutnya tentang keterkaitan pola resistansi pada manusia, hewan, dan lingkungan.

## KONFLIK DAN KEPENTINGAN

Kami tidak memiliki konflik kepentingan untuk dideklarasikan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Kami berucap terima kasih atas tenaga serta keahlian kepada para reviewer, bantuan dari beberapa pihak yaitu kepada Dinas Peternakan dan Perikanan Kab. Enrekang dan Balai Besar Veteriner Maros.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Karlowsky, A. J., K. B. Samuel, B. C. Amina, S. Nabila, Z. Khalid, M. Naglaa, A. Taha, and F. S. Daniel. Antimicrobial susceptibility testing of clinical isolates of Gram-negative bacilli collected in Morocco by the ATLAS Global Surveillance Program from 2018 to 2020. *J. Glob. Antimicrob. Resist.* 30:23-30.
2. O'Neill, J. 2016. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019. a systematic analysis. *Arch. Pharm. Pract.* 7(3):110. Doi: 10.4103/2045-080x.186181
3. Blaak, H., A. H. A. M. van Hoek, R. A. Hamidjaja, R. Q. J. van der Plaats, L. Kerkhof-de Heer, A. M. de Roda Husman, and F. M. Schets. 2015. Distribution, numbers, and diversity of ESBL-producing *E. coli* in the poultry farm environment. *PloS one.* 10(8): 1-23. Doi: 10.1371/journal.pone.013 5402
4. Frieri, M., K. Kumar, and A. Boutin. 2017. Antibiotic resistance. *J. Infect. and Public Health.* 10(4):369-378. Doi:10.1016/j.jiph.2016.08.007
5. Calvina, E. L. E, F. Z. Tomas, O. S. U. G John, Y. C. Hafizah, S. S. Gunnar, H. Bjørg, Y. E. Sabiha, and S. Arnfinn. 2021. High prevalence of multidrug resistant ESBL- and plasmid mediated AmpC-producing clinical isolates of *Escherichia coli* at Maputo Central Hospital, Mozambique. *BMC Infect. Dis.* 21(6). Doi: 10.1186/s12879-020-05696-y
6. Álvarez-Fernández, E., A. Cancelo, C. Díaz-Vega, R. Capita, and C. Alonso-Calleja. 2013. Antimicrobial resistance in *E. coli* isolates from conventionally and organically reared poultry: A comparison of agar 11 disc diffusion and Sensi Test Gram-negative methods. *Food Control.* 30(1):227-234. Doi: 10.1016/j.foodcont.2012.06.005
7. Economou, V. dan P. Gousia. 2015. Agriculture and food animals as a source of antimicrobial-resistant bacteria. *Infect. Drug Resist.* 8(5):49-61. Doi: 0.2147/IDR.S55778
8. Aidara-Kane, A., A. Andremont, and P. Collignon. 2013. Antimicrobial resistance in the food chain and the AGISAR initiative. *J. Infect. and Public Health.* 6(3):162-165. Doi: 10.1016/j.jiph.2013.04.001
9. Loncaric, I., G. L. Stalder, K. Mehinagic, R. Rosengarten, F. Hoelzl, F. Knauer, and C. Walzer. 2013. Comparison of ESBL – and AmpC producing *Enterobacteriaceae* and *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) isolated from migratory and resident population of rooks (*Corvus frugilegus*) in Austria. *PLoS One.* 8(12):e84048. Doi: 10.1371/journal. Pone. 0084048
10. Rather, I. A., B. C. Kim, V. K. Bajpai, and Y. H. Park. 2017. Self medication and antibiotic resistance: crisis, current challenges, and prevention. *Saudi J. Biol. Sci.* 24:808-812. Doi: 10.1016/j.sjbs.2017.01.004
11. Hoang, M. D., M. S. Hoang, K. I. Honjoh, and T. Miyamoto. 2016. Isolation and bio-control of *Extended Spectrum Beta-Lactamase* (ESBL)- producing *Escherichia coli* contamination in raw chicken meat by using lytic bacterio phages. *Food Sci. and Technol.* 71:339-346. Doi:10.1016/j.lwt.2016.04.013
12. [CLSI] Clinical and Laboratory Standards Institute. 2020. Performance standards for

- antimicrobial susceptibility testing: CLSI document M100, 30<sup>th</sup> edition. Wayne: Clinical and Laboratory Standards Institute.
13. Welde, N., A. F. Fufa, and W. B. Bihonegn. 2020. Isolation, identification and antimicrobial susceptibility profiles of *E. coli* O157: H7 from raw cow milk in and around Modjo Town, Ethiopia. *J. Am. Sci.* 16(6):62-79. Doi: 10.7537/marsjas160620.08
  14. Navab-Daneshmand, T., M. N. D. Friedrich, Gächter, M. C. Montealegre, L. S. Mlambo, T. Nhiwatiwa, M. Hans-Joachim, and T. R. Julian. 2018. *Escherichia coli* contamination across multiple environmental compartments (soil, hands, drinking water, and handwashing water) in Urban Harare: Correlations and Risk Factors. *The Am. J. Trop. Med. and Hyg.* 98(3):1-23. Doi: 10.4269/ajtmh.17-0521
  15. Van, D. D., E. Cober, and S. Richter. 2014. Tigecycline therapy for carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* (CRKP) bacteriuria leads to tigecycline resistance. *Clin. Microbiol. Infect.* 5(2):556-776. Doi: 10.1111/1469-0691.12714
  16. Calvina, E. L. E., F. Z. Tomas, O. S. U. G. John, Y. C. Hafizah, S. S. Gunnar, B. Haldorsen, Y. E. Sabiha, and S. Arnfinn. 2021. High prevalence of multidrug resistant ESBL- and plasmid mediated AmpC-producing clinical isolates of *Escherichia coli* at Maputo Central Hospital, Mozambique. *BMC Infect. Dis.* 21(6). Doi: 10.1186/s12879-020-05696-y
  17. Hinthong, W., P. Natapol, S. Sirijan, K. Suphang, B. Shutipen, S. Nitat, C.A. Wanpen, and I. Nitaya. 2017. Detection and drug resistance profile of *Escherichia coli* from subclinical mastitis cows and water supply in dairy farms in Saraburi Province, Thailand. *Peer J.* 5:e3431. Doi: 10.7717/peerj.3431
  18. Bouari, C., G. C. Nadas, F. Chirila, S. Rapuntean, C. Catoi, F. A. Tabaran, A. Gal, M. Taulescu, and N. I. Fit. 2016. Prevalence and antimicrobial susceptibility profiles of pathogen isolated from bovine mastitis milk in Transylvania, Romania. *Frontier Veterinary Science.* 73(2):329-333. Doi: 10.15835/buasvmcn-vm:12199
  19. Sabir, S., A. A. Aftab, I. Tayyaba, A. A. Muhammad, R. K. Mutiur, and N. Muhammad. 2014. Isolation and antibiotic susceptibility of *E. coli* from urinary tract infections in a tertiary care hospital. *Pakistan J. Med. Sci.* 30(2):389-392. Doi: 10.12669/pjms.302.4289
  20. Nitzan, M. O'Elia, B. Chazan, and W. Saliba. 2015. Urinary tract infections inpatients with type 2 diabetes mellitus: review of prevalence, diagnosis, and management Orna. *Diabetes, Metabolic Syndr. Obesity Target Ter.* 8:129-136. Doi: 10.2147/DMSO.S51792
  21. Poirel, L., Y. M. Jean, L. Agnese, Anne-Kathrin, N. K. Schink, N. Patrice, and S. Stefan. 2018. Antimicrobial Resistance in *Escherichia coli*. *Microbiol Spectrum.* 6(4):1-27. Doi: 10.1128/microbiolspec.ARB A-0026-2017
  22. Sudarwanto, M. B., D. W. Lukman, H. Latif, H. Pisestyani, E. Sukmawinata, O. Akineden, and E. Usleber. 2016. CTX- M producing *Escherichia coli* isolated from cattle feses in Bogor Slaughterhouse, Indonesia. *Asian Pac. Trop. Biomed.* 6(7):605-608. Doi: 10.1016/j.apjtb. 2016.05.001