

Resistensi Antibiotik pada *Escherichia coli* Asal Monyet Ekor Panjang di Taman Rekreasi Gua Monyet Tenau Kota Kupang

*(ANTIBIOTIC RESISTANCE IN ESCHERICHIA COLI
OF LONG-TAILED MACAQUE AT TENAU MONKEY
CAVE RECREATION PARK, OF KUPANG CITY)*

**Maria Anjelina Kapi Paka¹,
Novalino Harold Geoffrey Kallau^{2*}, Fhady Riskey Loe³**

¹Program Studi Kedokteran Hewan

²Departemen Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat

Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan,
Universitas Nusa Cendana, Jln Adisucipto, Penfui,
Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia 85361

Email: kallau.nhg@gmail.com

ABSTRACT

Long-tailed macaque are included in the group of primates that are categorized as *Vulnerable* (VU) or species at high risk of extinction, requiring special protection for their habitat. One such habitat is the Tenau Monkey Cave Recreation Park in Kupang City. The proximity of this location to residential areas increases the potential for zoonotic disease transmission from wildlife to humans. *Escherichia coli* (*E. coli*) are normal flora bacteria in the digestive tract of humans, domestic animals and wildlife. However, some strains of *E. coli* can be pathogenic. Beta-lactam and aminoglycoside antibiotics are known to be effective in inhibiting bacterial growth, but irrational use of antibiotics can trigger resistance. This study was aimed to identify and evaluate resistance of *E. coli* isolated from the feces of Long-tailed macaque against ampicillin, amoxicillin and gentamicin. A total of 30 samples were taken randomly, then analyzed through bacterial isolation, Gram staining, biochemical tests (KOH, catalase, IMViC), and antibiotic resistance testing using the Kirby-Bauer. The resistance category is determined based on the standard diameter of the inhibition zone according to *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI). The results showed that 57% of stool samples were positive for *E. coli*, with a resistance rate of 76.47% to ampicillin, 70.58% to amoxicillin, and 0% to gentamicin, indicating no resistance to these antibiotics. Based on the results of the study, it can be concluded that there is a high level of resistance to ampicillin and amoxicillin antibiotics, while the antibiotic gentamicin is still sensitive to the *E. coli* in Long-tailed macaque at the Tenau Monkey Cave Recreation Park, Kupang City. Further testing of the bacteria is needed for *E. coli* origin of Long-tailed macaque to determine the pathogenicity of the bacteria by using a hemolysis test on *Blood Agar*.

Keywords: Long-tailed macaque; *Escherichia coli*; antibiotics; antibiotic resistance

ABSTRAK

Monyet ekor panjang termasuk dalam kelompok primata yang dikategorikan sebagai *Vulnerable* (VU) atau spesies dengan risiko kepunahan yang tinggi, sehingga memerlukan perlindungan khusus terhadap habitatnya. Salah satu habitat monyet ekor panjang berada di Taman Rekreasi Gua Monyet Tenau, Kota Kupang. Kedekatan lokasi ini dengan kawasa permukiman dapat meningkatkan potensi penularan penyakit zoonosis dari satwa liar ke manusia. *Escherichia coli* (*E. coli*) adalah bakteri flora normal saluran pencernaan manusia, hewan peliharaan dan satwa liar. Namun, beberapa strain bakteri *E. coli* dapat bersifat patogen. Antibiotik golongan beta-laktam dan aminoglikosida diketahui efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri, tetapi penggunaan yang tidak rasional dapat memicu terjadinya resistansi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi resistansi *E. coli* terhadap ampisilin, amoksisilin dan gentamisin yang diisolasi dari feses monyet ekor panjang di lokasi tersebut. Sejumlah 30 sampel feses diambil secara *random sampling*, kemudian dianalisis melalui isolasi bakteri, pewarnaan Gram, uji biokimia (KOH, katalase, IMViC), serta uji resistansi antibiotik dengan metode Kirby-Bauer. Kategori resistansi ditentukan berdasarkan standar diameter zona hambat menurut *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 57% sampel feses positif mengandung *E. coli*, dengan tingkat resistansi terhadap ampisilin sebesar 76,47%, amoksisilin 70,58% dan gentamisin 0%, menunjukkan tidak ada resistansi terhadap antibiotik tersebut. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat tingkat resistansi yang tinggi terhadap antibiotik ampisilin dan amoksisilin, sedangkan antibiotik gentamisin masih sensitif terhadap bakteri *E. coli* pada monyet ekor panjang di Taman Rekreasi Gua Monyet Tenau, Kota Kupang. Perlu dilakukan uji lanjutan terhadap bakteri *E. coli* asal monyet ekor panjang untuk mengetahui patogenisitas bakteri tersebut dengan menggunakan uji hemolisis pada *Blood Agar*.

Kata-kata kunci: monyet ekor panjang; *Escherichia coli*; antibiotik; resistansi antibiotik

PENDAHULUAN

Monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) merupakan spesies primata dengan populasi relatif banyak dan memiliki persebaran geografis yang luas (Sha *et al.*, 2009). Menurut *International Union for Conservation of Nature* atau IUCN (2020), *M. fascicularis* termasuk ke dalam kategori *Vulnerable* (VU) atau spesies dengan risiko kepunahan rentan, sehingga membutuhkan perhatian khusus pada setiap habitatnya. Habitat monyet ekor panjang di Pulau Timor, khususnya Kota Kupang meliputi Taman Rekreasi Gua Monyet Tenau Kota Kupang (TRGMT), yang secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Alak, Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Menurut Kaho (2018), monyet ekor panjang di TRGMT memiliki wilayah jelajah

yang relatif kecil, yaitu 0.047 km² (setara dengan 4.71 ha). Sementara itu, area inti hanya seluas 0.011 km² (1.11 ha). Data ini menunjukkan bahwa pergerakan dan habitat utama monyet ekor panjang tersebut sebagian besar terkonsentrasi di sekitar area TRGMT dan berbatasan langsung dengan permukiman penduduk.

Letak kawasan yang berdampingan dengan pemukiman secara tidak langsung menjadi faktor penting penularan penyakit (zoonosis) dari monyet ekor panjang ke manusia, baik virus, parasit, jamur, ataupun bakteri. Bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) umumnya merupakan bagian dari mikroorganisme normal yang berada di saluran pencernaan manusia, hewan peliharaan, dan hewan liar. Beberapa golongan antibiotik telah diketahui dapat membunuh maupun menghambat pertumbuhan bakteri, di anta-

ranya golongan beta-laktam dan aminoglikosida. Penggunaan antibiotik yang tidak tepat menjadi salah satu faktor utama dalam mempercepat timbulnya resistansi antibiotik (Syah-Putra *et al.*, 2020). Resistansi antibiotik saat ini termasuk salah satu masalah utama kesehatan manusia, hewan peliharaan bahkan satwa liar (Ranjbar dan Alam, 2023). Satwa liar diketahui berdampak terhadap resistansi antibiotik, terutama melalui penularan mikroorganisme yang resistan terhadap antibiotik. Menurut penelitian yang dilaporkan oleh Loe *et al.* (2021), menjelaskan bahwa *E. coli* yang terdapat pada feses monyet ekor panjang masih sensitif terhadap antibiotik gentamisin. Namun, telah resistan terhadap beberapa antibiotik seperti ampisilin (47%), dan oksitetrasiklin (43%). Penelitian mengenai hal ini masih sedikit dilaporkan sehingga, dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat persentase infeksi oleh bakteri *E. coli* dan resistansi bakteri *E. coli* terhadap antibiotik ampisilin, amoksisilin dan gentamisin dari sampel feses monyet ekor panjang di Kawasan Taman Rekreasi Gua Monyet Tenau Kupang.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilaksanakan di Taman Rekreasi Gua Monyet Tenau Kota Kupang yang ditandai menggunakan aplikasi *Epicollect5*. Sampel diambil menggunakan teknik *random sampling*. Sampel feses monyet ekor panjang yang diambil sebanyak 30 dengan mengambil feses segar bagian dalam menggunakan *cotton swab* steril, kemudian dimasukkan ke dalam tabung berisi NaCl fisiologis dan sampel dimasukkan dalam *cool box*, kemudian dibawa ke Laboratorium Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner (IPHK) Program Studi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan Universitas Nusa Cendana Kupang.

Isolasi dan Identifikasi Bakteri

Isolasi *E. coli* dilakukan sebanyak

dua kali yaitu isolasi primer dan sekunder pada media *Mac Conkay Agar* (MCA), selanjutnya bakteri *E. coli* diidentifikasi melalui pewarnaan Gram, uji kalium hidrokksida (KOH), uji Katalase dan uji Indol, *Methyl Red* (MR), *Voges Proskauer*, Citrat (IMViC).

Uji Sensitivitas Antibiotik

Pengujian resistansi bakteri *E. coli* terhadap antibiotik menggunakan metode Kirby-Bauer, berdasarkan standar *Clinical and Laboratory Standards Institute* atau CLSI (2020, 2024). Pengujian resistansi koloni bakteri *E. coli* dilakukan menggunakan ose, kemudian ose yang terdapat koloni bakteri dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi larutan NaCl 0,85% dan dihomogenkan. Kekeuhan bakteri yang digunakan disesuaikan dengan standar konsentrasi 0,5 Mc farland ($1,5 \times 10^8$ sel/mL). Bakteri *E. coli* digoreskan pada media *Mueller Hinton Agar* (MHA) menggunakan *swab* setelah itu cakram antibiotik ampisilin (10 µg), amoksisilin (30 µg), dan gentamisin (10 µg) dan *blank disc* diletakan di permukaan media MHA. Proses inkubasi dilakukan pada suhu 37 °C selama 18–24 jam, dan setelah 24 jam, diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar cakram berisi.

Tabel 1. Standar interpretasi diameter zona hambat antibiotik terhadap bakteri *Escherichia coli* (CLSI 2020; 2024)

Jenis antibiotik	Dosis (µg)	Standar interpretasi diameter zona hambat (mm)		
		S	I	R
Ampisilin	10	≥17	14-16	≤13
Amoksisilin	30	>19	13-18	≤12
Gentamisin	10	≥18	15-17	≤14

Keterangan: (S) sensitif, (I) intermediet, (R) Resistan

antibiotik diukur dengan bantuan aplikasi Windows guna mengendalikan kamera dalam pemotretan mikroskopis (MICAM 2.0). Zona hambat diukur dengan menjumlahkan nilai perhitungan secara horizontal dan vertikal kemudian dibagi dua.

Hasil sensitif (intermediet (I), dan resistan (R) ditentukan berdasarkan ukuran

zona hambat yang mengacu pada standar interpretasi menurut CLSI, (2020, 2024) (Tabel 1).

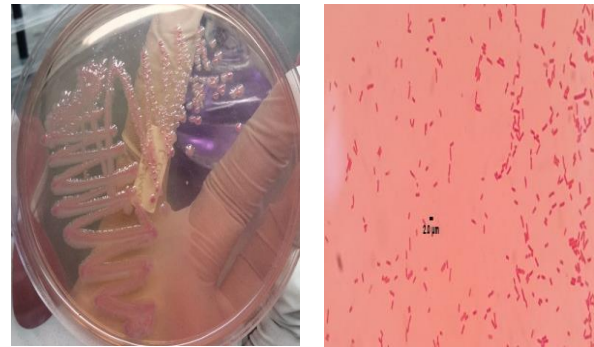
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi dan identifikasi yang dilakukan, ditemukan bakteri *E. coli* 57% (17/30) pada feses monyet ekor panjang di taman rekreasi gua monyet Tenau Kota Kupang (Tabel 2). Secara fenotipik, 17 isolat *E. coli* tersebut pada isolasi koloni bakteri menggunakan media MCA menunjukkan pertumbuhan koloni dengan bentuk bulat, berukuran kecil-besar dan warna koloni merah muda (Gambar 1A). Koloni yang tumbuh berwarna merah muda menunjukkan kemampuan bakteri memfermentasi laktosa dan menghasilkan asam, hal ini menyebabkan indikator berubah menjadi merah muda ketika pH berada di bawah 6,8 (Zimbro *et al.*, 2003). Hasil pewarnaan Gram bakteri tersebut adalah bakteri Gram negatif, berbentuk batang pendek, dan berwarna merah muda (Gambar 1B) sesuai dengan pernyataan Widiasih dan Budiharta (2012), *E. coli* adalah bakteri Gram negatif yang tergolong dalam keluarga *Enterobacteriaceae*, berwarna merah muda, dengan bentuk berupa batang pendek berukuran sekitar 2,0 µm panjang dan 1,4 µm lebar.

Uji KOH dengan menggunakan KOH 3% yang ditetesi di atas koloni bakteri, mendapatkan hasil positif dan negatif, namun tidak terdapat lendir setelah ditetesi KOH 3% (Gambar 1C). Bakteri *E. coli* sebagai bakteri Gram negatif, akan menghasilkan lendir saat diuji dengan KOH, karena dinding selnya pecah saat terpapar larutan KOH 3% yang sangat basa.

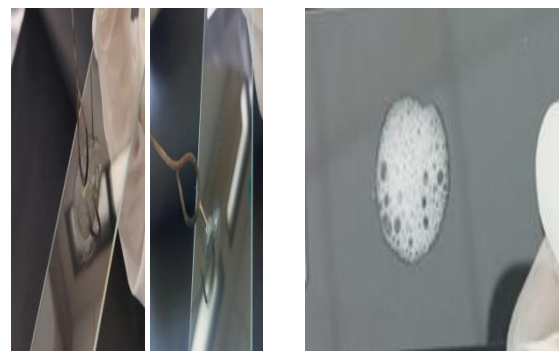
Bakteri Gram positif tidak membentuk lendir karena, lapisan peptidoglikan yang tebal pada dinding selnya. (Kurnia *et al.*, 2015). Uji katalase menunjukkan hasil positif, ditandai dengan munculnya gelembung saat ditetesi larutan hidrogen peroksida (H₂O₂) (Gambar 1D). Uji katalase berfungsi untuk mendeteksi enzim katalase pada bakteri. Enzim katalase ini mengubah H₂O₂

menjadi air (H₂O) dan oksigen (O₂). Hasil uji menunjukkan bahwa *E. coli* mampu memproduksi enzim katalase (Ulfa *et al.*, 2016).



Gambar 1A. (kiri): isolasi koloni bakteri menggunakan media MCA koloni berbentuk bulat, berukuran kecil-besar dan warna koloni merah muda dan 1B (kanan): *E. coli* bakteri Gram negatif berwarna merah muda, berbentuk batang pendek.

Uji indol menunjukkan reaksi positif dan negatif setelah ditetesi reagen kovac (Gambar 1E). Hasil negatif menunjukkan bahwa sampel tidak mengandung *E. coli*, yang ditunjukkan dengan terbentuknya lapisan berwarna kuning di permukaan media *Sulfide Indole Mortility* (SIM).



Gambar 1C (kiri): Uji KOH dengan meneteskan KOH 3% ditetesi di atas koloni bakteri, didapatkan hasil positif dan negatif, namun tidak terdapat lendir, 1D (kanan): Uji katalase menunjukkan hasil positif, ditandai dengan munculnya gelembung saat ditetesi larutan hidrogen peroksida (H₂O₂)

Terbentuknya cincin merah pada lapisan atas media SIM menandakan hasil positif uji indol, yang menunjukkan kemampuan *E. coli* dalam menghasilkan

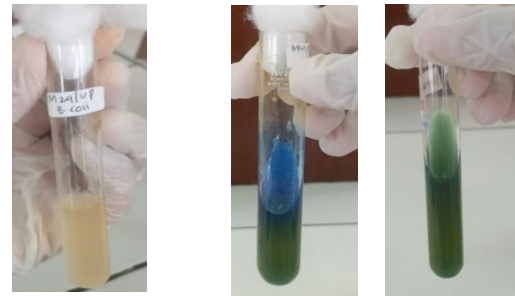
indol melalui pemecahan asam amino (Rao, 2006; Hemraj *et al.*, 2013). Uji MR, menunjukkan hasil positif dan negatif (Gambar 1F). Indikator MR akan berwarna merah karena bakteri dapat memfermentasi asam campur (*mixed acid fermentation*) melalui jalur glukosa. Glukosa dipecah menjadi piruvat yang kemudian diubah menjadi berbagai macam asam seperti asam laktat, asam asetat dan asam suksinat, sehingga menurunkan pH menjadi berada di bawah 4,4. Indikator *methyl red* dapat berwarna kuning apabila bakteri memfermentasi bahan lain sehingga menyebabkan pH berada di atas 6,0 (Susilawati dan Saidah, 2018).



Gambar 1E (kiri): Uji indol menunjukkan reaksi positif dan negatif setelah ditetesi *reagen kovac*, uji negatif menandakan tidak ada *E coli* dan terbentuk lapisan kuning, bila terbentuk cincin merah uji berti positif dan 1F (kanan): Uji MR, menunjukkan hasil positif dan negatif 1F). Indikator MR akan berwarna merah karena bakteri dapat memfermentasi asam sehingga menurunkan pH menjadi berada di bawah 4,4. Indikator *methyl red* dapat berwarna kuning apabi bakteri memfermentasi bahan sehingga menyebabkan pH berada di atas 6,0

Uji *Voges Proskauer* (VP) pada isolat bakteri *E. coli* menunjukkan hasil negatif karena tidak terdeteksi adanya produksi *acetylmethylcarbinol* (acetoin), sehingga pada saat diteteskkan KOH dan *alpha naphthol* tidak terjadi perubahan warna pada media *Methyl Red-Voges Proskauer* (MR-VP) (Gambar 1G). Hasil uji sitrat didapatkan hasil positif dan negatif (Gambar 1H). Media *Simmons Citrat* yang berubah warna dari hijau menjadi biru, menandakan hasil positif, artinya bakteri dapat menggunakan sitrat sebagai

sumber karbon. Pemanfaatan sitrat menjadi sumber karbon menyebabkan hilangnya asam dari media *Simmons Citrat* dan meningkatkan pH, sehingga mengakibatkan perubahan warna indikator menjadi biru (Ulfa *et al.*, 2016). Bakteri *E. coli* tidak dapat memanfaatkan sitrat sebagai sumber karbon utama, dengan demikian memberikan hasil negatif pada uji sitrat (Sapitri dan Afrinasari, 2019).



Gambar 1G (kiri): Uji *Voges Proskauer* (VP) pada isolat bakteri *E. coli* menunjukkan hasil negatif karena tidak terdeteksi *acetylmethylcarbinol*, pada saat diteteskkan KOH dan *alpha naphthol* tidak terjadi perubahan warna pada media *Methyl Red-Voges Proskauer* (MR-VP) dan 1H (kanan): Hasil uji sitrat didapatkan hasil positif dan negatif. Media *Simmons Citrat* berubah warna dari hijau menjadi biru, menandakan hasil positif, artinya bakteri dapat menggunakan sitrat sebagai sumber karbon.

Menurut Okwori (2014), tingginya prevalensi isolat *E. coli* dalam sampel feses primata disebabkan sebagian besar *E. coli* merupakan mikroflora normal pada saluran pencernaan, meskipun beberapa galur dapat bersifat sebagai patogen usus. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian patogenitas bakteri *E. coli*, beberapa patotipe patogen *E. coli* yang menyebabkan diare, meliputi *Enterotoxigenic E. coli*, *Enteropathogenic E. coli*, *Shiga toxin-producing E. coli* dan *Enteroinvasive E. coli* (Gyles dan Fairbrother, 2010). Keberadaan mikrobiota usus dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti lingkungan dan pola makan (Ying *et al.*, 2022).

Tabel 2. Isolasi dan Identifikasi bakteri *Escherichia coli* asal feses monyet ekor panjang di Taman Rekreasi Gua Monyet Tenau Kota Kupang

Kode sampel	Hasil Isolasi (MCA)	Pewarnaan Gram	KOH	lata-	las Indol	Metil Red	VP	Sitrat	Ket- <i>E. coli</i>
M1	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M2	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M4	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M5	bulat, merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M6	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M10	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M11	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M13	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M15	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M16	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M17	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M21	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M24	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M25	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M27	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M28	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+
M30	bulat,merah muda	basil (+)	+	+	+	+	-	-	+

Keterangan : + (Positif), - (Negatif)

Rendahnya tingkat kebersihan di Taman Rekreasi Gua Monyet Tenau, seperti terlihat dari fasilitas air minum monyet yang kurang terawat dan ketiadaan tempat sampah bagi pengunjung di sekitar lokasi, berpotensi meningkatkan kontaminasi lingkungan dan mempercepat penyebaran bakteri. Wilayah jelajah monyet ekor panjang yang langsung berbatasan dengan pemukiman warga, memengaruhi pola makan monyet ekor panjang yang sebagian besar berasal dari pemberian pengunjung (manusia) taman rekreasi. Faktor penyebabnya adalah keterbatasan sumber daya pakan bagi monyet ekor panjang yang tersedia secara alami di area sekitar TRGMT (Dhaja *et.al.*, 2016). Monyet ekor panjang akan mencari pakan hingga ke pemukiman warga atau memperoleh pakan yang dibagikan para pengunjung, hal ini dapat menjadi salah satu jalur penularan bakteri *E. coli* pada monyet ekor panjang apabila mengkonsumsi pakan yang sudah tercemari oleh bakteri. Makanan berperan sebagai media pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme, karena itu kontaminasi mpakanan oleh mikroorganisme berpotensi menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia maupun

hewan (Putri *et al.*, 2023).

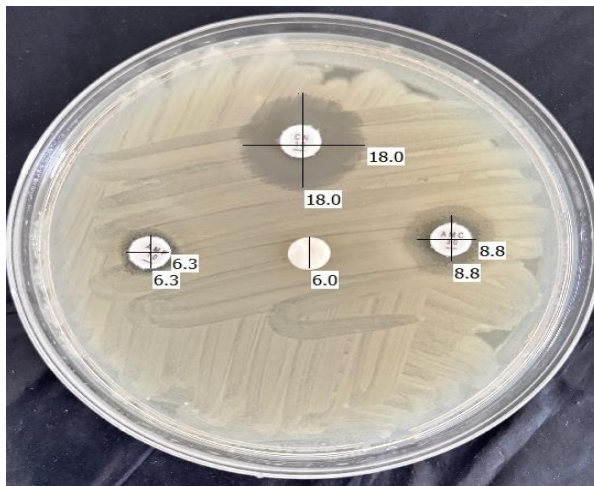
Uji Resistansi Antibiotik

Pengujian resistansi dalam penelitian ini dilakukan menggunakan isolat bakteri yang telah diidentifikasi sebagai *E. coli* berdasarkan hasil pewarnaan Gram dan uji biokimia. Hasil uji menunjukkan bahwa ketiga antibiotik mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* yang terlihat dari adanya zona hambat pada cakram antibiotik (Gambar 2). Diameter zona hambat yang terbetuk kemudian dievaluasi dengan mengacu pada standar interpretasi yang ditetapkan oleh CLSI tahun 2020 dan 2024.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan persentase resistansi *E. coli* terhadap antibiotik, yaitu 76,47% resistan terhadap ampisilin dan 70,58% terhadap amoksisilin. (Tabel 3). Menurut Loe *et al.* (2021), *E. coli* yang diisolasi dari feses monyet ekor panjang di penangkaran monyet IPB di Dramaga, Bogor menunjukkan resistansi terhadap ampisilin sebesar 47%.

Menurut Boonkusol *et al.* (2020), *E. coli* pada monyet ekor panjang di Kota Tua Lopburi, Thailand mengalami resistansi

dengan persentase sebesar 94% terhadap amoksisilin, ampisilin dan amoksisilin termasuk dalam antibiotik golongan beta-laktam yang sering digunakan, sehingga memengaruhi tingginya resistan kedua antibiotik ini (Pawłowska *et al.*, 2024). Menurut Dewi *et al.*, (2023), semakin sering antibiotik digunakan, semakin besar kemungkinan menyebarnya galur (*strain*) bakteri yang resistan.



Gambar 2. Diameter zona hambat yang terbentuk (zona bening) pada pengujian sensitivitas *Escherichia coli* pada media MHA terhadap antibiotik (A) Gentamisin, (B) Ampisilin, (C) Amoksisilin, dan (D) blank disk

Tabel 3. Persentase diameter zona hambat antibiotik terhadap bakteri *Escherichia coli* asal monyet ekor panjang di Taman Rekreasi Gua Monyet Tenau Kota Kupang

Anti-Biotik	Persentase Diameter Zona Hambat		
	S	I	R
Ampisilin	2/17 (11,76%)	2/17 (11,76%)	13/17 (76,47%)
Amoksisilin	3/17 (23,52%)	2/17 (11,76%)	12/17 (70,58%)
Gentamisin	2/17 (11,76%)	15/17 (88,23%)	-

Keterangan : S = Sensitif, I=Intermediet, R = Resistan

Menurut Dzidic *et al.* (2008), mekanisme resistansi antibiotik dapat diklasifikasikan ke dalam dua aspek utama, yakni

aspek biokimia dan aspek genetik. Aspek biokimia mencakup proses inaktivasi antibiotik, perubahan pada situs target, peningkatan fungsi *pompa efflux*, serta modifikasi permeabilitas membran luar. Sementara itu, aspek genetik melibatkan mutasi gen dan transfer horizontal materi genetik antar bakteri.

Antibiotik gentamisin masih sensitif pada bakteri *E. coli* dengan persentase sebesar 11,76% (Tabel 2). Menurut Safika *et al.* (2023), *E. coli* yang ditemukan dalam feses satwa primata seperti orang utan (*Pongo abelii*), siamang (*Symphalangus syndictylus*), dan lutung (*Presbytis sumatrana*) di Kebun Binatang Bukit Tinggi, Sumatra Barat sensitif terhadap antibiotik gentamisin.

Persentase sensitif yang tinggi pada antibiotik ini kemungkinan disebabkan masih terbatasnya penggunaan antibiotik gentamisin pada hewan maupun manusia. Menurut Srivani *et al.* (2017), variasi pola sensitivitas antibiotik muncul akibat perbedaan lokasi geografis dan cara pemberian antibiotik pada hewan maupun manusia. Perbedaan lokasi geografis dikaitkan dengan daerah yang memiliki peternakan dan pertanian skala kecil yang jarang menggunakan antibiotik, akan memiliki tingkat sensitivitas antibiotik yang berbeda dengan daerah yang memiliki peternakan dan pertanian skala besar. Manajemen pemberian antibiotik yang terkontrol seperti, memberikan antibiotik yang tepat, dosis yang akurat, melalui rute yang benar dan durasi yang dianjurkan, akan memiliki tingkat sensitivitas antibiotik yang tinggi.

Penyebab resistansi antibiotik pada monyet ekor panjang di Taman Rekreasi Gua Monyet Tenau, Kota Kupang adalah karena habitat monyet ekor panjang yang berdekatan dengan pemukiman penduduk, karena banyak monyet yang berinteraksi dengan manusia, seperti pada saat mencari pakan di sekitar pemukiman penduduk. Monyet ekor panjang mengonsumsi sisa makanan atau sampah organik dari tempat pembuangan sampah rumah tangga di sekitar pemukiman, yang kemungkinan mengandung residu antibiotik dari obat-obatan yang tidak terpakai atau dibuang oleh manusia. Begitu pula pa-

kan yang diberikan oleh pengunjung sangat mungkin terkontaminasi apabila tidak dilakukan pengawasan pada saat diberikan pada monyet ekor panjang.

Menurut Guenther *et al.* (2011), hewan liar termasuk satwa primata, biasanya tidak terpapar antibiotik secara langsung. Monyet ekor panjang dapat terinfeksi bakteri *E. coli* yang resistan terhadap antibiotik, melalui aktivitas mencari pakan dan air minum di lingkungan alami yang telah tercemar oleh sumber-sumber yang berasal dari aktivitas manusia. Hewan ternak atau hewan peliharaan seperti ayam atau anjing yang sering diberi antibiotik sangat berpotensi menyebarkan bakteri resistan antibiotik, apabila monyet ekor panjang bersentuhan atau bahkan tidak sengaja mengomsumsi feces hewan-hewan tersebut yang mungkin mengandung bakteri resistan. Hal ini berpotensi mempercepat penyebaran bakteri yang resistan (Weiss *et al.*, 2018).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian pada isolat *E. coli* yang diisolasi dari feces monyet ekor panjang di taman rekreasi gua monyet Tenau Kota Kupang, maka dapat disimpulkan bahwa persentase bakteri *E. coli* pada feces monyet ekor sebesar 57% (17/30), telah resistan terhadap antibiotik ampicilin dengan persentase sebesar 76,47% (13/17), amoksisilin persentase sebesar 70,58% (12/17), dan belum resistan terhadap gentamisin.

SARAN

Berdasarkan penelitian ini, penulis menyarankan diperlukan peningkatan kebersihan lingkungan dan pengawasan oleh pemerintah terhadap pengunjung serta masyarakat di sekitar taman rekreasi gua monyet Tenau Kota Kupang untuk menjaga kebersihan dan hendaknya dikeluarkan larangan untuk memberi pakan secara sembarangan kepada monyet ekor panjang. Selain itu, perlu dilakukan uji lanjutan

terhadap bakteri *E. coli* asal monyet ekor panjang untuk mengetahui patogenitasnya dengan uji hemolisis pada media *Blood Agar*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintahan Kecamatan Alak, yang sudah memberikan izin penelitian di Taman Rekreasi Gua Monyet Tenau Kota Kupang dan Laboratorium Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan Universitas Nusa Cendana yang telah memfasilitasi dan membantu penulis selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Boonkusol D, Thongyuan S, Jangsuwan N, Sanyathitiseree P. 2020. Antimicrobial Resistance Profiles in Bacterial Species Isolated From Fecal Samples of Free-ranging *Long-tailed Macaques (Macaca fascicularis)* Living in Lopburi Old Town, Thailand. *Veterinary World* 13(7): 1397–1403. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1397-1403>.
- CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute). 2024. *Performance for Antimicrobial Susceptibility Testing*. 34th ed. Pennsylvania, CLSI Supplement M100, Vol.44, No.5
- CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute). 2020. *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*. Pennsylvania. CLSI Supplement M 100, Vol 38 No. 3 Pennsylvania CLSI
- Dewi AL, Kallau NH, Detha AI. . 2023. Deteksi *Escherichia coli* Resistan Antibiotik pada Sumber Air dari Lingkungan Peternakan Unggas di Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang. *Jurnal Veteriner Nusantara* 6(2): 278–292. <https://doi.org/10.35508/jvn.v6i2.9006>.
- Dhaja C, Simarmata YTRMR, Njurumana G.

2016. Population Structure and Habitat Condition of Long Tailed Macaque (*Macaca fascicularis*) in Recreational Park Gua Monyet Tenau Kupang. *Prosiding Seminar Nasional Ke-4.*, Kupang. Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan Universitas Nusa Cendana, Kupang 25 Oktober 2016.
- Dzidic S, Suskovic J, Kos B. 2008. Antibiotic resistance mechanisms in bacteria: Biochemical and genetic aspect. *Food Technology and Biotechnology* 46(1): 11-21.
- Gyles CL, Fairbrother JM. 2010. *Escherichia coli*, dalam: Gyles CL, Prescott JF, Songer G, Thoen CO (Eds). *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*. Edisi ke-4. Iowa. Blackwell Pub.
- Guenther S, Ewers C, Wieler LH. 2011. Extended-Spectrum Beta-Lactamases Producing *E. coli* in Wildlife, yet another Form of Environmental Pollution? *Frontier in Microbiology*. 19(2): 246. doi:10.3389/fmicb.2011.00246.
- Hansen MF, AngA, Trinh TTH, Sy E, Paramasivam S, Dimalibot J, Jones-Engel L, Ruppert N, Griffioen C, Gray R, Phiapalath P, Doak N, Kite S, Nijman V, Fuentes A, Gumert MD. 2022. *Macaca fascicularis* ssp. *fascicularis* (amended version of 2022 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2022: e.T195351957A22168305. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20222.RLTS.T195351957A221668305.en>.
- Hemraj V, Diksha S, Avneet G. 2013. A review on Commonly Used Bio-chemical Test for Bacteria. *Innovare Journal of Life Science* 1(1): 1-7. <https://www.oalib.com/research/2528655>.
- Kaho NR. 2018, Analisis Spasial Wilayah Jelajah dan Pola Distribusi Serta Perilaku Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) i Taman Rekreasi Gua Monyet Tenau, Kota Kupang <https://www.researchgate.net/publication/328896090>
- Kurnia K, Sadi NH, Jumianto S. 2015. Isolation and Characterization of Pb Resistant Bacteria from Cilalay Lake, Indonesia. *Aceh International Journal of Science and Technology* 4(3): 83-87 doi: 10.13170/aijst.4.3.30 16.
- Loe FR, Tomongo S, Saepuloh DSU, Sajuthi D, Suparto IH. 2021. Prevalensi dan Kepekaan Bakteri Enteropatogen terhadap Antibiotik pada Monyet Ekor Panjang dengan Diare di Fasilitas Penangkaran Institut Pertanian Bogor di Dramaga. *Jurnal Veteriner* 22(4): 523–530. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2021.22.4.523>.
- Okwori A. 2014. Bacterial Profiles Associated With Captive Non-Human Primates in Jos Zoo, Nigeria. *International Journal of Tropical Disease & Health* 4(4): 394–401. <https://doi.org/10.9734/ijtdh/2014/5807>.
- Pawłowska B, Sysa M, Godela A, Biczak R. 2024. Antibiotics Amoxicillin, Ampicillin and Their Mixture Impact on Bacteria, Fungi, Ostracods and Plants. *Molecules* 29(18): 4301 <https://doi.org/10.3390/molecules2918430>
- Putri SE, Sinaga K, Rusdhi A. 2023. Uji Cemar Bakteri *E. coli* dan *Salmonella* sp. pada Daging Sapi di Pasar Tradisional Kecamatan Hamparan Perak. *Journal of Pharmaceutical and Sciences* 5(2): 892-902.
- Rahayu SA, Gumilar MMH. 2017. Uji Cemar Air Minum Masyarakat sekitar Margahayu Raya Bandung dengan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli*. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology* 4(2): 50–56. DOI:<https://doi.org/10.15416/ijpst.v4i2.13112>.
- Ranjbar R, Alam M. 2023. Antimicrobial Resistance Collaborators 2022. Global Burden of Bacterial Anti-microbial Resistance in 2019: a Systematic Analysis. *Evidence Based Nursing* ebnurs-2022-103540 doi:10.1136/ebnurs-2022-103540.
- Rao S. 2006. IMViC reaction. Davanagere. Karnataka India. Dept. of Microbiology Jagadguru Jayadeva Muruga-

- rajendra Medical Collega (JJMMC). <https://www.scribd.com/doc/299147412>.
- Safika S, Indrawati A, Hidayat; R, Afiff U, Sunartatie T, Firdana NC, Prameswari DA. 2023. Identifikasi Bak-teri Pencernaan dan Uji Resistansi pada Primata di Kebun Binatang Bukit-tinggi. *Acta Veterinaria Indo-nesiana* 11(3): 196–203. <https://doi.org/10.29244/avi.11.3.196-203>.
- Sapitri A, Afrinasari I. 2019. Identifikasi *Escherichia coli* pada Cincau yang Dijual di Pasar Baru Stabat. *Journal of Pharmaceutical and Sciences* 2(2): 18–23. <https://journal-jps.com/index.php/jps/article/download/23/19/>
- Sha JCM, Gumert MD, Lee BPY-H, Fuentes A, Rajathurai S, Chan S, Jones-Engel L. 2009. Status of the Long-tailed Macaque (*Macaca fascicularis*) in Singapore and implications for management. *Biodiversity and Conservation* 18: 2909–2926. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-009-9616-4>
- Srivani M, Reddy YN, Subramanyam KV, Reddy MR, Rao TS. 2017. Prevalence and Antimicrobial Resistance Pattern of Shiga toxigenic *Escherichia coli* in diarrheic buffalo calves. *Veterinary World* 10(7): 774. doi: 10.14202/vetworld.2017.774-778.
- Susilawati IO, Saidah R. 2018. Deteksi Cemar-an Bakteri *Escherichia coli* dalam Jeruk Tigaron pada Pasar Sungai Andai dan Pasar Lama Kota Banjarmasin. *Bio-Ssite* 4(1): 1–6. <https://doi.org/10.22437/bs.v4i1.4927>
- Syah-Putra AR, Effendi MH, Koesdarto S, Suwarno S, Tyasningsih W, Estoe-pangestie SAT. 2020. Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Penghasil Extended Spectrum B-Lactamase dari Swab Rectal Sapi Perah Menggunakan Metode Vitek-2 di KUD Tani Wilis Sendang Kabupaten Tulung-agung. *Journal of Basic Medical Veterinary* 8(2): 108. <https://doi.org/10.20473/.v8i2.20414>.
- Ulfa A, Suarsini E, Al Muhdhar MHI. 2016. Isolasi dan Uji Sensitivitas Merkuri pada Bakteri dari Limbah Penam-bangan Emas di Sekotong Barat Ka-bupaten Lombok Barat: Penelitian Pendahuluan. *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* 13(1): 793–799. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/5916/5302>
- Weiss D, Wallace RM, Rwego IB, Gillespie TR, Chapman CA, Singer RS, Gold-berg TL. 2018. Antibiotic-resistant *Escherichia coli* and Class 1 Inte-grons in Humans, Domestic Animals; and Wild Primates in Rural Uganda. *Applied and Environmental Micro-biology* 84(21): e01632-18. doi: 10.1128/AEM.01632-18.
- Widiasih DA, Budiharta S. 2012. *IEpidemio-logi zoonosis di Indonesia*. Yogya-karta. Gadjha Mada University Press.
- Ying C, Siao Y-S, Chen W-J, Chen Y-T, Chen S-L, Chen Y-L, Hsu J-T. 2022. Host Species and Habitats Sha-pe the Bacterial Community of Gut Microbiota of Three Non-human Pri-mates: Siamangs, White-hande Gib-bons, and Bornean Orangutans. *Frontiers in Microbiology* 13: 920 190. doi:10.3389/fmicb.2022.920190.
- Zimbrow MJ, Power DA, Miller SM, Wilson GE, Johnson JA. 2003. *Difco & BBL Manual: Manual of Microbiological Culture Media*. In *Citeseer*. Beirut Le-banon. [https://doi.org/1002/1521-3773\(20010316\)40:6<9823::AID AN IE9823>3.3.CO;2-C](https://doi.org/1002/1521-3773(20010316)40:6<9823::AID AN IE9823>3.3.CO;2-C).