



Tersedia daring pada: <http://ejurnal.undana.ac.id/jvn>

Uji Resistensi *Campylobacter* sp. Yang Diisolasi Dari Rusa Timor (*Rusa Timorensis*) Terhadap Antibiotik

Sesarius W.P Jampur¹, Elisabet Tangkonda², Meity M. Laut³

¹Mahasiswa Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan Universitas Nusa Cendana

²Departemen Ilmu Penyakit dan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Kupang

³Departemen Anatomi, Fisiologi, Farmakologi, dan Biokimia, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan Universitas Nusa Cendana, Kupang

Abstract

Keywords:

Timor deer,
Campylobacter,
Antibiotic resistance

Korespondensi:

Email penulis :
tangkonda.e@staf.undana.ac.id

Timor deer (*Rusa timorensis*) is a protected animal and is categorized as vulnerable in the International Union for Conservation of Nature of Threatened Species Red List (IUCN Red List). Efforts to save and prevent timor deer from extinction are through conservation in captivity. Captive-bred timor deer can be infected with *Campylobacter* sp. which is one of the causes of diarrhea in humans. Antibiotic resistance to *Campylobacter* sp. has been widely reported in various parts of the world. Timor deer are not directly exposed to antibiotics but can experience antibiotic resistance due to interactions with humans. The purpose of this study was to determine resistance and determine the level of resistance of *Campylobacter* sp. isolated from timor deer to antibiotics. This research was conducted using *Campylobacter* sp. isolates on modified charcoal-cefoperazone-deoxycholate agar (mCCDA) media. Kirby-Bauer method resistance test with Mueller-Hinton agar media using test antibiotics: ampicillin, ciprofloxacin, erythromycin, chloramphenicol, and tetracycline. Data were analyzed by looking at the inhibition zone formed and compared with Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) standards. The results showed that *Campylobacter* sp. from timor deer had developed resistance to ampicillin, erythromycin, and tetracycline antibiotics. The inhibition zones formed from the five types of test antibiotics were ampicillin (7.58 mm), ciprofloxacin (26.76 mm), erythromycin (11.65 mm), chloramphenicol (24.40 mm), and tetracycline (9.05 mm).

PENDAHULUAN

Rusa Timor masuk dalam kategori rentan (*vulnerable*) sejak tahun 2008 dalam *International Union for Conservation of Nature Red List of Threatened Species* (IUCN Red List). Pada tahun 1996 rusa timor masuk dalam kategori resiko rendah atau kurang perhatian (*lower risk/least concern*). Perubahan status tersebut disebabkan terjadi penurunan populasi rusa timor di daerah penyebaran aslinya akibat hilangnya habitat, degradasi habitat, dan perburuan (Thohari dkk., 2011). Penurunan populasi rusa juga dapat disebabkan oleh penyakit akibat infeksi virus, bakteri, prion, dan parasit (Campbell, 2011).

Hewan yang dipelihara di penangkaran atau di daerah semi-bebas seperti kebun binatang dapat terinfeksi entero-patogen di kandangnya. Hewan liar yang hidup di penangkaran dan hidup di alam bebas juga dapat menjadi pembawa *Campylobacter* sp (Milton dkk., 2017). *Campylobacter* sp. merupakan bakteri penyebab gastroenteritis manusia yang paling umum di dunia. Kematian akibat infeksi *Campylobacter* sp. rendah, namun pasca infeksi akut dapat menyebabkan sindrom Guillain-Barré (*Guillain-Barre syndrome/GBS*) dan sindrom Miller Fisher (*Miller Fisher syndrome/ MFS*), penyakit usus fungsional seperti sindrom iritasi usus besar (*Irritable Bowel syndrome/IBS*) (*World Health Organization* (WHO), 2018).

Kasus infeksi *Campylobacter* sp. di negara berkembang diperkirakan sekitar 1% dari populasi dan jumlah kasus meningkat setiap tahunnya di sebagian besar negara (Pagaya dkk., 2015). *Campylobacter* sp. merupakan salah satu penyebab diare pada manusia di Indonesia. Dilaporkan juga bahwa 3,6% dari 21.763 kasus diare di Indonesia disebabkan oleh *Campylobacter* sp (Tjaniadi dkk., 2003 dalam Budiailmiawan dkk., 2022).

Berdasarkan hasil penelitian Lillehaug dkk., (2005) dari pemeriksaan *Campylobacter* sp. terhadap 324 sampel yang diuji, satu sampel positif ditemukan pada rusa roe (*Capreolus capreolus*) selama musim berburu di Norwegia. Pattis dkk., (2017) juga melaporkan terdeteksinya *Campylobacter* sp. dari sampel feses rusa merah di penangkaran di New Zealand dengan tingkat prevalensi yang rendah (13,1%) dibandingkan dengan hewan ternak seperti domba (30,4%), sapi (63,9%), dan anak domba (80,9%).

Pada pengobatan modern, antibiotik digunakan untuk mengatasi infeksi yang disebabkan

oleh bakteri (Almagor dkk., 2018). Penyalahgunaan antibiotik dapat menyebabkan resistensi antibiotik. Resistensi antibiotik merupakan tantangan kesehatan global yang melibatkan perpindahan bakteri dan gen antara manusia, hewan, dan lingkungan (Larsson dan Flach, 2022). Penggunaan antibiotik pada hewan dapat mempengaruhi kesehatan manusia (Laxminarayan dkk., 2013).

Menurut Larsson dan Flach (2022) antibiotik yang diberikan pada ternak dapat tersebar ke lingkungan melalui ekskresi urine dan feses. Satwa liar juga dapat mengalami resistensi antibiotik melalui paparan tidak langsung residu antibiotik dan bakteri yang resisten dalam kotoran manusia atau hewan yang tersebar di lingkungan (Rabenirina dkk., 2020). Bakteri patogen dari hewan yang resisten terhadap antibiotik dapat mentransfer gen yang resisten tersebut ke bakteri lain. *Salmonella*, *Campylobacter*, *Enterococci*, dan *Escherichia coli* merupakan bakteri yang resisten terhadap antibiotik dan dapat memindahkan gen yang resisten terhadap antibiotik ke bakteri lain yang terdapat pada hewan dan dapat menginfeksi manusia melalui makanan maupun kontak langsung (Kurniawati dkk., 2016).

Berdasarkan laporan Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2019) telah terjadi resistensi *Campylobacter* terhadap antibiotik fluorokuinolon dan tetrasiklin di berbagai belahan dunia. Pada tahun 2010 di Amerika Serikat dilaporkan adanya resistensi *Campylobacter jejuni* yang diisolasi dari manusia terhadap antibiotik tetrasiklin dan ciprofloxacin. *Campylobacter* sp. juga resisten terhadap kuinolon, makrolida, linkosamid, kloramfenikol, aminoglikosida, β -laktam, kotrimoksazol, dan tilosin (Economou dan Gousia, 2015).

Satwa liar mungkin tidak terpapar antibiotik secara langsung dan harus dilindungi dari resistensi antibiotik mengingat kemungkinan peran satwa liar dalam penularannya (Rabenirina dkk., 2020). Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui resistensi *Campylobacter* sp. yang diisolasi dari rusa timor (*Rusa timorensis*) terhadap antibiotik ampisilin, ciprofloxacin, eritromisin, kloramfenikol, dan tetrasiklin.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai dengan Februari 2023 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Hewan Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan Universitas Nusa Cendana.

Penelitian ini menggunakan sampel isolat *Campylobacter* sp. pada media *modified charcoal-cefoperazone-deoxycholate agar* (mCCDA).

Uji resistensi

Penelitian dilakukan dengan mengkultur bakteri dari media mCCDA dengan mengambil sebanyak 1 koloni bakteri kemudian digores pada permukaan media *brucella agar base*. Setelah itu, media diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam menggunakan *gas pack*. Penggunaan *gas pack* dilakukan dengan cara membuka kemasan aluminium dan memasukkan *sachet* beserta kultur bakteri ke dalam kotak kedap udara (Dwijastuti dan Dewi, 2023).

Uji resistensi menggunakan Media *Mueller-Hinton Agar* (MHA) dilakukan dengan mengambil bakteri Bakteri yang mencirikan pertumbuhan *Campylobacter* sp. dengan warna putih berkilau atau keabu-abuan, tepian rata, lembab (Wanja dkk., 2022) sebanyak 4-5 koloni kemudian dimasukkan ke dalam larutan NaCl 0,9% sampai homogen dan disesuaikan dengan kekeruhan standar McFarland 0,5 (Ruangpan dan Tendencia, 2004). Kemudian dibuat goresan pada media MHA dengan menggunakan *cotton bud steril* sampai rata. Setelah goresan mengering, *paper disk* antibiotik antibiotik ampisilin (10 µg), ciprofloxacin (5 µg), eritromisin (15 µg), kloramfenikol (30 µg), dan tetrasiklin (30 µg) diletakkan di atas media dan sedikit ditekan agar obat meresap dengan baik. Media lalu di inkubasi menggunakan *gas pack* pada suhu 37°C selama 16-18 jam. Organisme yang pertumbuhannya lambat memerlukan masa inkubasi yang lebih lama (Ruangpan dan Tendencia, 2004). Kemudian dilakukan pengukuran zona hambat dengan mengukur diameter zona bening yang terbentuk menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,05 mm (Kosasi dkk., 2019).

Uji Konfirmasi *Campylobacter* sp.

Pengamatan morfologi bakteri

Pengamatan morfologi bakteri dilakukan dengan mengamati koloni bakteri meliputi warna, bentuk koloni, elevasi (kenampakan dari samping), bentuk pinggiran dan tekstur permukaan (Manalu, 2017).

Pewarnaan Gram

Dari media padat yang telah diinkubasi (*brucella agar*) diambil 1 ose bakteri lalu diletakkan

di atas kaca objek, dilebarkan dan dilakukan fiksasi. Selanjutnya dituangkan kristal violet sebanyak 3-5 tetes selama 1 menit dan dicuci dengan *aquades*, ditambahkan lugol dan diamkan selama 1 menit kemudian dicuci lagi dengan *aquades*. Diteteskan aseton alkohol selama 15-30 detik dan dicuci lagi dengan *aquades*, kemudian warnai dengan safranin sebanyak 2-3 tetes selama 1 menit dan dicuci dengan *aquades* lalu dikeringkan. Hasil pewarnaan diamati dibawah mikroskop dengan minyak imersi. Bakteri Gram negatif akan berwarna merah muda atau merah dan bakteri Gram positif akan berwarna biru atau ungu (Smith dan Hussey, 2016).

Uji Biokimia

Uji Katalase

Uji katalase bertujuan untuk mengetahui sifat bakteri dalam menghasilkan enzim katalase. Cara kerja uji katalase yaitu dengan meneteskan 1 tetes H₂O₂ 3% diatas kaca preparat dan dicampurkan dengan isolat bakteri. Hasil positif ditandai dengan adanya gelembung gas dan hasil negatif ditandai tidak ada gelembung gas (Yuka dkk., 2021).

Uji TSIA

Bakteri diinokulasi pada media TSIA dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Pembentukan asam terlihat dengan perubahan warna substrat karbohidrat dari warna merah menjadi warna kuning. Pembentukan gas terjadi didasar media yang ditandai dengan adanya ruang kosong didasar media. Pembentukan endapan berwarna hitam pada bagian bawah media menunjukkan bakteri dapat membentuk hidrogen sulfida (H₂S) (Kosasi dkk., 2019).

Uji Motilitas

Uji ini dilakukan untuk mengetahui sifat motilitas dengan menginokulasikan isolat bakteri dalam media SIM kemudian diinkubasikan pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Bakteri dikatakan motil apabila bakteri tumbuh menyebar dari lokasi tusukan jarum ose (Taopan dkk., 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Resistensi

Berikut merupakan hasil pengukuran zona hambat antibiotik yang telah digolongkan berdasarkan tingkat sensitivitasnya menurut CLSI, (2020) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran zona hambat antibiotik

No.	Antibiotik	Isi disk (µg)	Hasil pengukuran (mm)	Keterangan
1.	Ampicillin	10	7,58	R
2.	Ciprofloxacin	5	26,76	S
3.	Eritromisin	15	11,65	R
4.	Kloramfenikol	30	24,40	S
5.	Tetracycline	30	9,05	R

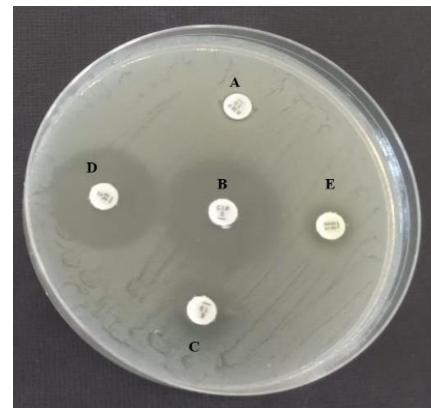
Keterangan: S= sensitive, I= intermediate; R= resistant

Berdasarkan standar interpretasi zona hambat antibiotik *Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)*, (2020). Ampisilin dikategorikan sensitif jika memiliki diameter zona hambat ≥ 17 mm, intermediet 14-16 mm, resisten ≤ 13 mm. Ciprofloxacin dikategorikan sensitif jika memiliki diameter zona hambat ≥ 26 mm, intermediet 22-25 mm, resisten ≤ 21 mm. Eritromisin dikategorikan sensitif jika memiliki diameter zona hambat ≥ 23 mm, intermediet 14-22 mm, resisten ≤ 13 mm. Kloramfenikol dikategorikan sensitif jika memiliki diameter zona hambat ≥ 19 mm, intermediet 16-18 mm, resisten ≤ 15 mm. Tetrasiklin dikategorikan sensitif jika memiliki diameter zona hambat ≥ 15 mm, intermediet 12-14 mm, resisten ≤ 11 mm.

Hasil uji menunjukkan bahwa antibiotik ampisilin (10 µg), eritromisin (15 µg), dan tetrasiklin (30 µg) telah mengalami resistensi. Antibiotik ciprofloxacin (5 µg) dan kloramfenikol (30 µg) menunjukkan hasil sensitif dengan pembentukan zona hambatnya. Zona hambat yang terbentuk dari lima jenis antibiotik tersebut yaitu ampisilin dengan besar zona hambat 7,58 mm, ciprofloxacin dengan besar zona hambat 26,76 mm, eritromisin dengan besar zona hambat 11,65 mm, kloramfenikol dengan besar zona hambat 24,40 mm,

dan tetrasiklin dengan besar zona hambat 9,05 mm. Berdasarkan hasil uji resistensi, antibiotik ampisilin merupakan antibiotik yang paling resisten, sedangkan antibiotik yang paling sensitif adalah antibiotik ciprofloxacin.

Resistensi antibiotik merupakan masalah yang perlu diperhatikan karena bakteri yang resisten merupakan patogen yang dapat ditularkan melalui rantai makanan, dan tersebar luas di lingkungan melalui kotoran. Hal ini dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi manusia (Loh dkk., 2018). Resistensi antimikroba terjadi ketika mikroorganisme dapat beradaptasi dan tumbuh dengan adanya obat yang pernah berdampak pada pertumbuhannya (Dadgostar, 2019).



Gambar 1. Hasil uji resistensi isolasi *Campylobacter* sp. asal rusa timor. A. ampisilin (10 µg), B. ciprofloxacin (5 µg), C. eritromisin (15 µg), D. kloramfenikol (30 µg), E. tetrasiklin (30 µg)

Menurut Rogers dkk., (2018) tersebarnya resistensi antimikroba pada satwa liar dapat dipengaruhi oleh interaksi dengan manusia. Rusa timor di KHDTK Oelsonbai ditangkarkan secara *ex situ* dengan sistem pemeliharaan intensif. Upaya pelestarian rusa timor secara *ex-situ* merupakan pelestarian satwa di luar habitat alaminya berupa penangkaran (Puhun dkk., 2017). Sistem intensif merupakan sistem pemeliharaan dimana satwa di kandangkan di suatu tempat kemudian sumber pakan untuk satwa di peroleh dari luar kawasan penangkaran dengan bantuan manusia (Luruk dkk., 2022). Pakan yang dikonsumsi rusa timor di KHDTK diperoleh dari areal hutan dan perkebunan milik penduduk setempat yang mudah dijangkau dari lokasi penangkaran dan letaknya tidak jauh dari pemukiman penduduk serta mudah diakses karena berdekatan dengan jalan yang dilalui penduduk setempat. Menurut Power dkk., (2013) penangkaran

dapat menciptakan interaksi antara manusia, hewan domestik, dan satwa liar yang berpotensi menyebabkan pertukaran mikroorganisme di antara kelompok-kelompok inang ini.

Campylobacter sp. dapat bersifat komensal pada saluran intestinal burung dan ruminansia (Hlashwayo dkk., 2020). Berdasarkan laporan Hidayat, (2016) terdapat 33 spesies burung yang dapat diidentifikasi dalam KHDTK Oelsonbai. Burung liar merupakan reservoir yang dapat menularkan bakteri yang resisten pada manusia dan hewan. Bakteri resisten yang berasal dari manusia dan hewan dapat ditularkan ke burung liar melalui air dan makanan yang terkontaminasi dan burung liar dapat dengan mudah membawa bakteri ke lingkungan lain karena kemampuan burung dalam berpindah tempat (Russo dkk., 2022).

Keberadaan bakteri yang membawa gen resisten antimikroba pada satwa liar merupakan indikator bahwa bakteri resisten yang berasal dari manusia atau ternak tersebar luas di lingkungan (Rodríguez dkk., 2021). Satwa liar juga tidak hanya menjadi indikator keberadaan bakteri resisten antibiotik di lingkungan yang terkontaminasi, tetapi juga sebagai reservoir, vektor, dan sumber *multidrug resistant* (MDR) terhadap manusia dan hewan lain (Dolejska dan Literak, 2019).

KHDTK merupakan kawasan yang digunakan untuk tujuan khusus seperti penelitian, pengembangan, pendidikan, dan pelatihan (Herningtyas dkk., 2022). Aktivitas kunjungan yang dilakukan di KHDTK Oelsonbai berpotensi menyebabkan tersebarnya *multidrug resistant organisms* (MDRO) yang bersumber dari rusa timor terhadap manusia lain. Penyebaran MDR dapat terjadi melalui kontak langsung dengan hewan atau permukaan yang terkontaminasi. Perilaku pengunjung yang menyentuh wajah serta makan dan minum di dalam areal penangkaran ataupun setelah melakukan aktivitas di dalam areal penangkaran merupakan praktik yang dapat mendorong penularan MDRO (Conrad dkk., 2018).

Berdasarkan hasil penelitian, *Campylobacter* sp. resisten terhadap tiga jenis antibiotik yaitu antibiotik ampisilin (β -laktam), eritromisin (makrolida), dan tetrasiklin (tetrasiklin), resistensi yang terjadi dikategorikan sebagai MDR. Menurut Basak dkk., (2016) MDR merupakan resistensi bakteri terhadap satu agen antibiotik dalam tiga atau lebih golongan antibiotik. Penggunaan antibiotik yang tidak tepat pada manusia dan hewan telah

mengarah pada MDR yang menyebabkan terbatasnya pilihan terapeutik (Koulenti dkk., 2020). Antibiotik ampisilin golongan β -laktam memiliki spektrum aktivitas luas terhadap bakteri Gram positif, bakteri Gram negatif, dan bakteri anaerob. Ampisilin bekerja dengan menghambat sintesis dinding sel bakteri dengan mengikat protein pengikat penisilin (PBPs), yang merupakan enzim yang berperan dalam pembentukan struktur dinding sel bakteri. Ampisilin, seperti semua penisilin bertindak sebagai analog struktural dari acyl-D-alanyl-D. Alanine dan acylates merupakan enzim transpeptidase yang berperan dalam tahap akhir pembentukan peptidoglikan, yang merupakan komponen utama dinding sel. Mekanisme utama resistensi terhadap ampisilin melibatkan inaktivasi oleh enzim hidrolitik β -laktamase (Rafailidis dkk., 2007). Enzim β -laktamase berperan memotong cincin β -laktam sehingga aktivitas antibakteri antibiotik ampisilin berkurang (Indana dkk., 2020).

Resistensi terhadap β -laktam juga dapat timbul akibat berkurangnya jumlah saluran porin, yang merupakan protein yang mengatur permeabilitas membran luar bakteri Gram negatif (Rafailidis dkk., 2007). Porin yang menghilang dapat menghambat akses antibiotik ke dalam sel bakteri (Nurjanah dkk., 2020). Mutasi pada gen yang mengkode PBP merupakan mekanisme resistensi lainnya, karena perubahan struktur PBP dapat secara signifikan mengurangi afinitasnya dengan β -laktam (Rafailidis dkk., 2007).

Antibiotik eritromisin merupakan makrolida dengan efek bakteriostatik serta memiliki spektrum antimikroba yang luas. Sintesis protein yang dimediasi oleh protein ribosom diperlukan untuk perkembangan bakteri. Eritromisin bekerja dengan menghambat sintesis protein dengan melekat pada komponen subunit ribosom 50S, hal ini mencegah sintesis protein bakteri dengan menghambat fase translokasi dalam sintesis protein dan pengumpulan subunit ribosom 50S (Rajagopaludu dkk., 2022).

Antibiotik eritromisin dapat menjadi resisten melalui beberapa mekanisme antara lain: berkurangnya permeabilitas membran sel (efluks aktif), pembentukan enterase oleh *Enterobacteriaceae* yang menghidrolisis makrolid, dan modifikasi lokasi pengikatan di ribosom atau disebut sebagai proteksi ribosom yang disebabkan oleh mutasi kromosom, pembentukan metilase, atau akibat induksi makrolid (Logor dkk., 2017). Resistensi eritromisin yang disebabkan oleh metilasi

adenin yang terkait dengan domain V dari 23S rRNA (terkandung dalam subunit 50S dari ribosom bakteri) menyebabkan ketidakpekaan ribosom tersebut terhadap makrolida (Kwiatkowska dan Maliska, 2012).

Antibiotik tetrasiklin merupakan antibiotik bakteriostatik dan memiliki spektrum aktivitasnya yang luas. Tetrasiklin bekerja dengan mengikat ribosom bakteri dan berinteraksi dengan target 16S ribosomal RNA (rRNA) dalam subunit ribosom 30S, menghentikan translasi dengan melekat pada aminoacyl-transfer RNA (tRNA) selama proses elongasi (Grossman, 2016). Resistensi tetrasiklin terjadi melalui mekanisme efluks aktif dari antibiotik, perlindungan terhadap target tetrasiklin yaitu ribosom, dan inaktivasi enzimatis terhadap obat. Pompa eflux adalah protein transmembran yang membantu bakteri untuk bertahan hidup dengan mengeluarkan atau menukar zat antimikroba dari sel. Hal ini merupakan mekanisme *self-defense* yang mendorong antibiotik keluar dari sel dan menyebabkan resistensi terhadap target obat (Michalova dkk., 2004).

Hasil Uji Konfirmasi *Campylobacter* sp.

Berikut merupakan hasil pengamatan makroskopik dan mikroskopik bakteri dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2. Hasil pengamatan makroskopik dan mikroskopik bakteri

	Makroskopik				Mikroskopik	
	Bentuk	Warna	Tepian	Elevasi	Bentuk	Warna
mCCDA	Bulat	Putih	Rata	Konvex	-	-
Brucella Agar	Bulat	Putih	Rata	Konvex	Batang, melengkung	Merah

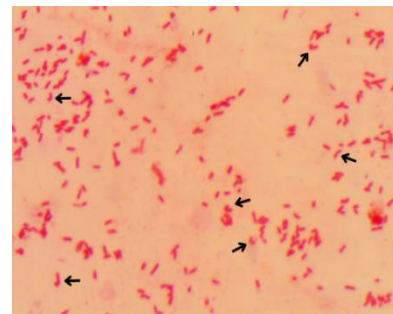
Menurut *World Organisation for Animal Health* (WOAH), (2018) *Campylobacter* sp. termasuk golongan bakteri Gram negatif berbentuk batang spiral dengan flagela pada salah satu atau kedua ujungnya. Pada media berbasis arang (*charcoal-based*) seperti media mCCDA, koloni *Campylobacter* sp. berwarna keabu-abuan, tepian rata, lembab, pertumbuhannya menyebar, dan memiliki kilap logam. Koloni *Campylobacter* sp. juga dapat berwarna putih berkilau dengan pertumbuhan menyebar (Wanja dkk., 2022).



Gambar 1. Isolat bakteri pada media mCCDA

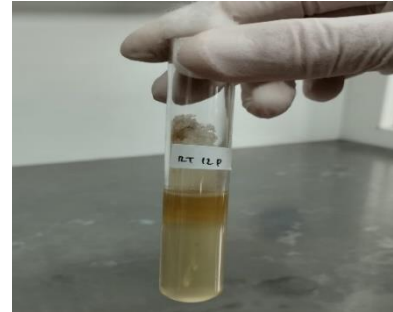


Gambar 2. Pertumbuhan bakteri pada media *brucella* agar



Gambar 3. Gambaran mikroskopik bakteri (perbesar 100x)

Morfologi *Campylobacter* sp. bervariasi dari bentuk spiral, *S-shaped*, dan melengkung (*curved*) bergantung pada spesiesnya (Kaakoush dkk., 2015; Summers dkk., 2023). *Campylobacter* sp. dalam kondisi kultur yang tidak menguntungkan juga dapat berbentuk batang spiral mengarah ke bentuk coccoid (Wanja dkk., 2022). Berdasarkan laporan Frirdich dkk., (2017) *Campylobacter* sp. dapat mengalami perubahan bentuk menjadi batang dari basis spiral. *Campylobacter* sp. yang berbentuk batang lebih mampu melawan fagositosis dan bertahan hidup secara *in vivo*.



Gambar 6. Hasil Uji Motilitas

Uji Biokimia

Hasil uji biokimia dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Uji Biokimia

Uji	Hasil	Keterangan
Katalase	Pembentukan gelembung gas	Positif
TSIA	Perubahan warna media TSIA menjadi kuning pada bagian miring dan tegak, pembentukan gas	Positif
	Tidak ada produksi H ₂ S	Negatif
Motilitas	Non motil	Negatif



Gambar 4. Hasil Uji Katalase



Gambar 5. Hasil Uji TSIA

Campylobacter sp. positif pada uji katalase, yang berarti bakteri ini dapat memproduksi enzim katalase yang dapat mengkatalisis reaksi pemecahan H₂O₂ menjadi gas oksigen dan air (Admasie dkk., 2021). Pada uji TSIA menunjukkan hasil positif dengan tidak memproduksi hidrogen sulfida (H₂S), *Campylobacter* sp. umumnya dianggap tidak dapat memetabolisme glukosa karena kurangnya enzim glikolitik, namun pemanfaatan glukosa oleh strain *Campylobacter* telah ditemukan dan masih belum diketahui secara pasti secara fisiologis, patogenik, dan signifikansi lingkungan (Vegge dkk., 2016). Hasil uji menunjukkan tidak adanya produksi H₂S, yang berarti bakteri ini tidak memiliki enzim desulfurase yang dapat menguraikan asam amino sistein menjadi hidrogen sulfida (Nasution, 2022). Menurut Admasie dkk., (2021) *Campylobacter fetus* negatif H₂S sedangkan H₂S positif termasuk *Campylobacter coli* dan *Campylobacter jejuni*.

Hasil uji pada media SIM menunjukkan bakteri bersifat non motil. Beberapa spesies *Campylobacter* merupakan *aflagellata* sementara yang lain memiliki flagel. *Campylobacter ureolyticus* dan *Campylobacter hominis* merupakan spesies *aflagellata* dan non motil (Kaakoush dkk, 2015).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa *Campylobacter* sp. yang diisolasi dari rusa timor (*Rusa timorensis*) telah mengalami resistensi terhadap antibiotik ampisilin, eritromisin, dan tetrasiklin. Tingkat resistensi *Campylobacter* sp. yang diisolasi dari rusa timor berdasarkan diameter zona hambat yang terbentuk yaitu ampisilin (7,58 mm), eritromisin (11,65 mm), dan tetrasiklin (9,05 mm).

SARAN

1. Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut menggunakan antibiotik linkosamida,

aminoglikosida, sulfonamida yang sebelumnya dilaporkan telah resisten terhadap *Campylobacter* sp. yang diisolasi dari manusia untuk mengetahui status resistensi antibiotik tersebut pada rusa timor.

2. Penelitian ini dilakukan untuk mendeteksi status resistensi antibiotik pada rusa timor. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui mekanisme terjadinya resistensi antibiotik pada rusa timor.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengidentifikasi *Campylobacter* sp. pada rusa timor secara molekuler.
4. Perlu dilakukan peningkatan penerapan *biosafety* dan *biosecurity* pada penangkaran rusa timor di KHDTK Oelsonbai untuk mencegah penularan MDRO antar manusia dan rusa timor.

DAFTAR PUSTAKA

- Admasie, A., Sisay, T. dan Zewdu, A. 2021, Clinical Microbiology: Open Access The Source of Infection, Biology and Molecular Typing of *Campylobacter* Species, *Clinical Microbiology: Open Access Journal*, 10(350), hal. 1–5.
- Almagor, J., Temkin, E., Benenson, I., Fallach, N. dan Carmeli, Y. 2018, The impact of antibiotic use on transmission of resistant bacteria in hospitals: Insights from an agent-based model, *PLoS ONE*, 13(5), hal. 1–14.
- Basak, S., Singh, P. dan Rajurkar, M. 2016, Multidrug Resistant and Extensively Drug Resistant Bacteria: A Study, *Journal of Pathogens*, hal. 1–5.
- Campbell, T.A. 2011, *Diseases and Parasites [of White-tailed Deer]*. University of Nebraska, Lincoln.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2019, *Antibiotic Resistance Threats In The United States*, United States Department of Health and Human Services, Atlanta, U.S.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). 2020, *CLSI M100-ED29: 2021 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing, 30th Edition*. 29th ed., Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, USA.
- Conrad, C.C., Stanford, K., Narvaez-Bravo, C., Neumann, N.F., Munns, K., Tymensen, L., Jokinen, C. dan McAllister, T.A. 2018, Zoonotic fecal pathogens and antimicrobial resistance in canadian petting zoos, *Microorganisms*, 6(3).
- Dadgostar, P. 2019, Antimicrobial resistance: implications and costs, *Infection and Drug Resistance*, 12, hal. 3903–3910.
- Dolejska, M. dan Literak, I. 2019, Wildlife is overlooked in the epidemiology of medically important antibiotic-resistant bacteria, *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 63(8), hal. 1–5.
- Dwijastuti, N.M.S. dan Dewi, I.G.A.A.S. 2023, Differences in Anaerobic Culture with Candle Jar And Gas Generating Sachets for Lactic Acid Bacteria *Lactobacillus plantarum* E12.1, *Jurnal Biologi Makassar*, 8, hal. 92–100.
- Economou, V. dan Gousia, P. 2015, Agriculture and food animals as a source of antimicrobial-resistant bacteria, *Infection and Drug Resistance*, 8, hal. 49–61.
- Frirdich, E., Biboy, J., Huynh, S., Parker, C.T., Vollmer, W. dan Gaynor, E.C. 2017, Morphology heterogeneity within a *Campylobacter* jejuni helical population: the use of calcofluor white to generate rod-shaped *C. jejuni* 81-176 clones and the genetic determinants responsible for differences in morphology within 11168 strains, *Molecular Microbiology*, 104(6), hal. 948–971.
- Grossman, T.H. 2016, Tetracycline antibiotics and resistance, *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 6(4), hal. 1–24.
- Herningtyas, W., Njurumana, G.N., Feriani, M.E.S. dan Mugiono, I. 2022, Development Strategies of Oelsonbai Research Center Scientific Tourism in KHDTK Oelsonbai Kupang, *Jurnal Sylva Lestari*, 10(1), hal. 63–82.
- Hidayat, O. 2016, Jenis-jenis tambahan avifauna Hutan Penelitian Oelsonbai, *Warta Cendana IX*, 1, hal. 16–19.
- Hlashwayo, D.F., Sigauque, B. dan Bila, C.G. 2020, Epidemiology and antimicrobial resistance of *Campylobacter* spp. in animals in Sub-Saharan Africa: A systematic review, *Heliyon*, 6(3).
- Indana, K., Effendi, M.H. dan Soeharsono 2020, Uji resistensi antibiotik ampicillin pada bakteri *Escherichia Coli* Yang Diisolasi Dari Beberapa Peternakan Di Surabaya, *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 3(1), hal. 37–43.
- Kaakoush, O.N., Mitchell, M.H. dan Man, S.M. 2015, '*Campylobacter*', in *Molecular Medical Microbiology*. Elsevier, hal. 1187–1236.

- Kosasi, C., Lolo, W.A. dan Sudewi, S. 2019, Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri yang Berasosiasi dengan Alga *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh serta Identifikasi Secara Biokimia, *Pharmakon*, 8(2), hal. 351.
- Koulenti, D., Fragkou, C.P. dan Tsiodras, S. 2020, Editorial for Special Issue 'Multidrug-Resistant Pathogens,' *Microorganisms*, 8, hal. 10.
- Kurniawati, A., Lukman, D. dan Wibawan, I. 2016, "Resistensi Antibiotik pada *Salmonella* Isolat Sapi Bakalan Asal Australia yang Diimpor Melalui Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta, *Jurnal Veteriner*, 17(3), hal. 449–456.
- Kwiatkowska, B. dan Maliska, M. 2012, Macrolide therapy in chronic inflammatory diseases, *Hindawi*, hal. 7.
- Larsson, D.G.J. dan Flach, C.F. 2022, Antibiotic resistance in the environment, *Nature Reviews Microbiology*, 20(5), hal. 257–269.
- Laxminarayan, R., Duse, A., Wattal, C., Zaidi, A.K.M., Wertheim, H.F.L., Sumpradit, N., Vlieghe, E., Hara, G.L., Durand, C.G. dan Aires, B. 2013, Antibiotic resistance — the need for global solutions, *The Lancet Infectious Diseases Commission duration*, 13, hal. 1057–98.
- Lillehaug, A., Bergsjø, B., Schau, J., Bruheim, T., Vikøren, T. dan Handeland, K. 2005, *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., verocytotoxic *Escherichia coli*, and antibiotic resistance in indicator organisms in wild cervids, *Acta Veterinaria Scandinavica*, 46(1–2), hal. 23–32.
- Logor, L.D., Fatimawali dan Wewengkang, D.S. 2017, Identifikasi dan Uji Sensitivitas Bakteri pada Plak Gigi Pasien di Puskesmas Ranotana Weru Manado Terhadap Antibiotik Golongan Penisilin Dan Kuinolon, *Pharmakon Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6(3), hal. 20–28.
- Loh, C.M., Mamphweli, S., Meyer, E. dan Okoh, A. 2018, Antibiotic use in agriculture and its consequential resistance in environmental sources: Potential public health implications, *Molecules*, 23(4).
- Luruk, W., Kaho, L.M.R. dan Kaho, N.P.B.L.R. 2022, Analisis Sebaran Spasial dan Potensi Pakan Rusa Timor (*Rusa Timorensis*) di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Oelsonbai dan Sekitar Nya Kelurahan Fatukoa, Kecamatan Maulafa, Kota Kupang., *Jurnal Wana Lestari*, 06(01).
- Manalu, R.T. 2017, Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Asal Indonesia," *Sainstech Farma*, 10(2), hal. 23–28.
- Michalova, E., Novotna, P. dan Schlegelova, J. 2004, Tetracyclines in veterinary medicine and bacterial resistance to them, *Vet. Med.*, 49(3), hal. 79–100.
- Milton, P.A.A., Agarwal, R.K., Priya, G.B., Saminathan, M., Aravind, M., Reddy, A., Athira, C.K., Anjay, Ramees, T.P., Dhama, K., Sharma, A.K. dan Kumar, A. 2017, Prevalence of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in captive wildlife species in India, *Iranian Journal of Veterinary Research*, 18(3), hal. 177–182.
- Nasution, L. 2022, *Monograf Pemanfaatan Bakteri Indigen secara Invitro*, UMSU Press, Medan.
- Nurjanah, G.S., Cahyadi, A.I. dan Windria, S. 2020, *Escherichia Coli Resistance To Various Kinds of Antibiotics in Animals and Humans: a Literature Study*, *Indonesia Medicus Veterinus*, 9(6), hal. 970–983.
- Pagaya, J., Massi, M.N., Limmon, G.V. dan Natsir, R. 2015, Detection of *flaA* Virulence Genes *Campylobacter jejuni*, Isolated from Human Faeces and Groundwater Using PCR Method, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(6), hal. 379–387.
- Pattis, I., Moriarty, E., Billington, C., Gilpin, B., Hodson, R. dan Ward, N. 2017, Concentrations of *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, *Enterococci*, and *Yersinia* spp. in the Feces of Farmed Red Deer in New Zealand, *Journal of Environmental Quality*, 46(4), hal. 819–827.
- Power, M.L., Emery, S. dan Gillings, M.R. 2013, Into the Wild: Dissemination of Antibiotic Resistance Determinants via a Species Recovery Program, *PLoS ONE*, 8(5), hal. 8–12.
- Puhun, S.P.O., Sulastri, S. dan Widyastuti, D. 2017, Pengelolaan kesejahteraan satwa (Animal Welfare) rusa timor (*Rusa timorensis*) di Oilsonbai Kupang, *Konservasi Sumberdaya Hutan Jurnal Ilmu Kehutanan*, 1(4), hal. 18–29.
- Rabenirina, S.G., Reynaud, Y., Pot, M., Albina, E., Couvin, D., Ducat, C., Gruel, G., Ferdinand, S., Legreneur, P., Le Hello, S., Malpote, E., Sadikalay, S., Talarmin, A. dan Breurec, S. 2020, Antimicrobial Resistance in Wildlife in Guadeloupe (French West Indies): Distribution of a Single blaCTX-M-1/IncII/ST3 Plasmid

- Among Humans and Wild Animals, *Frontiers in Microbiology*, 11, hal. 1–11.
- Rafailidis, I.P., Ioannidou, N.E. dan Falagas, E.M. 2007, Ampicillin/ sulbactam: Current status in severe bacterial infections, *Drugs*, 67(13), hal. 1829–1849.
- Rodriguez, C.P., Alt, K., Grobbel, M., Hammerl, J.A., Irrgang, A., Szabo, I., Stingl, K., Schuh, E., Wiehle, L., Pfefferkorn, B., Naumann, S., Kaesbohrer, A. dan Tenhagen, B.A. 2021, Wildlife as Sentinels of Antimicrobial Resistance in Germany?, *Frontiers in Veterinary Science*, 7, hal. 1–15.
- Rogers, S.W., Shaffer, C.E., Langen, T.A., Jahne, M. dan Welsh, R. 2018, Antibiotic-Resistant Genes and Pathogens Shed by Wild Deer Correlate with Land Application of Residuals, *EcoHealth*, 15(2), hal. 409–425.
- Ruangpan, L. dan Tendencia, E.A. 2004, *Laboratory Manual of Standardized Methods for Antimicrobial Sensitivity Tests for Bacteria Isolated from Aquatic Animals and Environment*, Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Philippines.
- Russo, T.P., Minichino, A., Gargiulo, A., Varriale, L., Borrelli, L., Pace, A., Santaniello, A., Pompameo, M., Fioretti, A. dan Dipineto, L. 2022, Prevalence and Phenotypic Antimicrobial Resistance among ESKAPE Bacteria and Enterobacterales Strains in Wild Birds, *Antibiotics*, 11(12), hal. 1–11.
- Smith, A.C. dan Hussey, M.A. 2016, Gram Stain Protocols, *American Society for Microbiology*, hal. 1–9.
- Summers, J., Kvalsvig, A., French, N. dan Baker, M.G. 2023, 'Bacteria: Campylobacter', in *Reference Module in Food Science*, Elsevier.
- Taopan, H.S., Sanam, M.U.E. dan Tangkonda, E. 2016, Isolation , Identification And Antibiotic Sensitivity Test Of Pasteurella Multocida From Cattle Which Slaughtered In Cattle Slaughter House Oeba Kupang, *Jurnal Veteriner Nusantara*, 1(1).
- Thohari, A.M., Masyud, B. dan Takanjanji, M. 2011, 'Teknis Penangkaran Rusa Timor (Cervus timorensis) untuk Stok Perburuan', *Seminar Sehari “Prospek Penangkaran Rusa Timor (Cervus timorensis) sebagai Stok Perburuan”*.
- Vegge, C.S., Jansen van Rensburg, M.J., Rasmussen, J.J., Maiden, M.C.J., Johnsen, L.G., Danielsen, M., MacIntyre, S., Ingmer, H. dan Kelly, D.J. 2016, Glucose metabolism via the entner-doudoroff pathway in campylobacter: A rare trait that enhances survival and promotes biofilm formation in some isolates, *Frontiers in Microbiology*, 7, hal. 1–16.
- Wanja, D.W., Mbuthia, P.G., Aboge, G.O. dan Bebora, L.C. 2022, Seasonal Prevalence and Molecular Identification of Thermophilic Campylobacter from Chicken , Cattle , and Respective Drinking Water in Kajiado County , Kenya, *Hindawi International Journal of Microbiology*.
- World Health Organization (WHO). 2018, *The global view of CAMPYLOBACTERIOSIS*, *Plant Engineering*, WHO Document Production Services, Geneva, Switzerland.
- World Organisation for Animal Health (WOAH). 2018, 'Infection with Campylobacter Jejuni and C. Coli', in *OIE Terrestrial Manual*, hal. 1669–1677.
- Yuka, R.A., Setyawan, A., Studi, P., Perairan, B. dan Lampung, U. 2021, Identifikasi Bakteri Bioremediasi Pendegradasi Total Ammonia Nitrogen (TAN), *Jurnal Kelautan*, 14(1), hal. 20–29.