

Resistensi *Escherichia coli* dari Air Danau ISTN Jakarta Terhadap Antibiotik Amoksisilin, Tetrasiklin, Kloramfenikol, dan Siprofloksasin

Vilya Syafriana^{1*}, Fathin Hamida¹, Ami Rahmawati Sukamto¹, Lisana Sidqi Aliya¹

¹Institut Sains dan Teknologi Nasional, Fakultas Farmasi ISTN, Jalan Moh Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640

*Email korespondensi: v.syafriana@istn.ac.id

ABSTRAK

Antibiotik merupakan kelompok obat yang paling sering digunakan terkait dengan banyaknya kejadian infeksi bakteri. Penggunaan antibiotik yang tidak tepat dan berlebihan berakibat pada terjadinya resistensi bakteri terhadap antibiotik tersebut. Salah satu bakteri yang resisten terhadap antibiotik adalah *Escherichia coli*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola resistensi dan sensitivitas *Escherichia coli* yang diperoleh dari air danau ISTN Jagakarsa, Jakarta Selatan terhadap beberapa antibiotik (amoksisilin, tetrasiklin, kloramfenikol, dan siprofloksasin). Sampel diperoleh dari dua air danau, yaitu danau depan (DD) dan danau belakang (DB). Sampel dilakukan uji pendugaan pada medium *Lactose Broth* (LB) yang dilanjutkan dengan uji penegasan menggunakan medium *Chromocult Coliform Agar* (CCA) untuk mengisolasi bakteri *Escherichia coli*. Uji resistensi antibiotik dilakukan dengan metode difusi cakram menggunakan medium *Mueller Hinton Agar* (MHA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat-isolat *E. coli* yang diperoleh dari air danau ISTN menunjukkan 100% resisten terhadap amoksisilin, 75% sensitif terhadap tetrasiklin dan kloramfenikol, serta 100% sensitif terhadap siprofloksasin.

Kata kunci: antibiotik, air danau, *Escherichia coli*, resistensi

Escherichia coli Resistance from Lake Water of ISTN Jakarta Against Amoxicillin, Tetracyclin, Chloramphenicol, and Ciprofloxacin Antibiotics

ABSTRACT

Antibiotics are the most commonly used group of drugs related to the high incidence of bacterial infections. Inappropriate and overuse of antibiotics can lead to resistance. One of the bacteria that are resistant to antibiotics named *Escherichia coli*. This study aims to determine the patterns of resistance and sensitivity of *Escherichia coli* obtained from ISTN Jagakarsa lake water, South Jakarta against several antibiotics (amoxicillin, tetracycline, chloramphenicol, and ciprofloxacin). Samples were obtained from two lake water, namely the front lake (DD) and the rear lake (DB). Samples were tested into *Lactose Broth* (LB) as a presumptive test followed by a confirmed test using *Chromocult Coliform Agar* (CCA) to isolate *Escherichia coli*. Antibiotic resistance tests were carried out using the disk diffusion method using the *Mueller Hinton Agar* (MHA) media. The results showed that the *Escherichia coli* isolates obtained from ISTN lake water were 100% resistant to amoxicillin, 75% sensitive to tetracycline and chloramphenicol, and 100% sensitive to ciprofloxacin.

Keywords: antibiotic, *Escherichia coli*, lake water, resistance

PENDAHULUAN

Antibiotik merupakan senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme tertentu untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme lainnya (Hogg, 2005). Antibiotik bekerja dengan menghambat sintesis dinding sel bakteri, sintesis protein, DNA, RNA, atau mengganggu kerja membran sel bakteri. Antibiotik dalam dunia kesehatan digunakan untuk perawatan penyakit-penyakit infeksi yang diakibatkan oleh bakteri (Brooks *et al.*, 2007).

Penggunaan antibiotik yang tidak tepat dan berlebihan berakibat pada terjadinya resistensi

mikroorganisme terhadap antibiotik tersebut (Davies & Davies, 2010; Pratiwi, 2017). Salah satu contoh penggunaan antibiotik yang salah adalah tidak adanya regulasi yang ketat dan dapat ditebus tanpa menggunakan resep. Regulasi yang tidak ketat ini, menyebabkan antibiotik mudah diakses, banyak, murah, dan memicu penggunaan berlebih (Ventola, 2015). Penggunaan antibiotik secara bebas ini tanpa disadari memicu terjadinya resistensi, yaitu kondisi antibiotik tidak efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Resistensi antibiotik pada saat ini telah menjadi masalah besar dalam bidang kesehatan masyarakat. Penggunaan antibiotik yang tidak sesuai tanpa disadari menjadi jalur

utama perkembangan bakteri resisten antibiotik di lingkungan masyarakat. Masalah yang ditakuti adalah gen-gen resisten tersebut ditransfer dari lingkungan ke manusia (Pandey *et al.*, 2011; Efstratiou *et al.*, 2018).

Resistensi antibiotik dilaporkan terjadi saat suatu obat kehilangan kemampuannya menghambat pertumbuhan bakteri target. Selama masa pengobatan, bakteri masih terus berkembang dan mengembangkan kemampuan resistensinya. Dalam kondisi seperti ini, pengobatan menggunakan antibiotik harus dilebihkan dari dosis seharusnya. Selain itu, penggunaan antibiotik pada agrikultur yang berlebihan juga menyebabkan resistensi. Rantai makanan berperan sebagai rute transmisi bakteri resisten antibiotik antara hewan dengan populasi manusia. Di negara berkembang, hewan diberi antibiotik yang ditambahkan dalam makanan, minuman, atau secara langsung yang menyebabkan mikroorganisme tertentu menjadi resisten terhadap antibiotik tersebut (Pratiwi, 2017; Zaman *et al.*, 2017). Rute transmisi lain dalam perkembangan resistensi antibiotik adalah perairan. Saluran pembuangan air, saluran irigasi pertanian, serta limbah rumah sakit dilaporkan sebagai sumber-sumber resistensi antibiotik pada lingkungan perairan dikarenakan gen-gen resistensi mikroorganisme banyak terakumulasi disini (Aslan *et al.*, 2018; Efstratiou *et al.*, 2018; Larsson *et al.*, 2018).

Salah satu bakteri yang dilaporkan resisten terhadap antibiotik ialah *Escherichia coli*. Berdasarkan penelitian Handayani *et al.* (2017), *Escherichia coli* memiliki prevalensi rata-rata resistensi berkisar antara 26-56%. *Escherichia coli* dilaporkan telah banyak resisten terhadap golongan β -laktam, fosfomisin, fenikol dan golongan kuinolon. Salah satu penyebaran *Escherichia coli* penyebab resisten antibiotik dapat melalui perairan seperti danau dikarenakan *Escherichia coli* banyak tumbuh dan berkembang di wilayah perairan.

Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) merupakan perguruan tinggi swasta di Jagakarsa, Jakarta Selatan memiliki danau alami dengan luas 10.644 m² (Rachmawati, 2016). Mahasiswa aktif kampus ISTN memiliki unit-unit kegiatan mahasiswa (UKM) seperti dayung dan berenang, serta kegiatan warga kampus seperti memancing. Kegiatan-kegiatan tersebut banyak melakukan aktivitas di danau, padahal kondisi danau tersebut belum diketahui apakah layak digunakan kegiatan berenang dan tidak menyebabkan manifestasi klinis penyakit, khususnya yang disebabkan oleh *Escherichia coli*. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian isolasi *Escherichia coli* pada air danau ISTN Jakarta, serta uji resistensinya terhadap amoksisilin, tetrasiklin, kloramfenikol, siprofloksasin.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan. Bahan yang digunakan adalah air danau ISTN Jakarta, NaCl 0,9%, Alkohol 70%, minyak imersi, kristal violet (Gram A), iodin (I₂) (Gram B), alkohol aseton (Gram C), safranin (Gram D). Media yang digunakan adalah *Nutrient Agar* (NA) (Merck), *Lactose Broth* (LB) (Merck), *Chromocult Coliform Agar* (CCA) (Merck), *Mueller Hinton Agar* (MHA) (Oxoid).

Alat. Alat yang digunakan adalah jarum ose, bunsen, spatula, batang L, batang pengaduk, kaca preparat, cawan petri, swab, *syringe*, tabung Durham, labu ukur, gelas ukur, *Beaker glass*, Erlenmeyer, tabung reaksi dan rak, mikroskop, timbangan digital, autoklaf, oven, inkubator, dan *Laminar Air Flow* (LAF).

Metode. Sampling dilakukan pada dua buah danau yang terdapat di kampus ISTN, yaitu Danau Depan (DD) dan Danau Belakang (D2). Sampling pada kedua danau diambil pada dua bagian, yaitu bagian Pinggir (P) dan Tengah (T). Hal ini dilakukan untuk mengetahui adakah perbedaan keberadaan Coliform pada dua wilayah tersebut. Masing-masing sampel diambil sebanyak 3 kali (triplo) dengan menggunakan *syringe* steril berukuran 1 mL. Sampel yang diperoleh diletakkan dalam wadah kaca steril dan segera diuji di Laboratorium Mikrobiologi, ISTN. Sampel air danau yang diperoleh dilakukan uji pendugaan menggunakan medium *Lactose Broth* (LB) guna menumbuhkan bakteri yang diduga *Coliform* dan *Escherichia coli*. Setelah itu, dilakukan uji penegasan menggunakan medium selektif diferensial *Chromocult Coliform Agar* (CCA) yang dapat membedakan bakteri *E. coli* dengan Coliform lainnya. Isolat yang diduga *E. coli* pada medium CCA, dilakukan pewarnaan Gram untuk konfirmasi golongan, bentuk dan warna bakteri. Pengujian terakhir adalah uji resisten antibiotik menggunakan medium *Mueller Hinton Agar* (MHA) dengan metode difusi cakram guna mengukur zona hambat yang terbentuk dan dibandingkan dengan standar zona hambat antibiotik menurut CLSI (2012). Isolat yang diuji resistensinya merupakan isolat perwakilan dari tiap titik sampel.

Uji Pendugaan. Sebanyak 1 mL sampel air danau dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 5 mL *Lactose Broth* (LB) dan di dalamnya terdapat tabung Durham. Sampel diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam, dan diamati ada tidaknya kekeruhan serta gelembung gas pada tabung Durham. Kekeruhan menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri, sedangkan gas menunjukkan terjadinya fermentasi laktosa oleh bakteri.

Uji Penegasan. Hasil positif dari uji pendugaan, diambil sebanyak satu ose dan digoreskan ke permukaan media *Chromocult Coliform Agar* (CCA) sebagai media selektif diferensial, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Pada percobaan yang dilakukan dengan menggunakan media CCA didapatkan hasil positif, yaitu terbentuknya koloni berwarna biru violet menandakan positif *Escherichia coli* dan terbentuk koloni berwarna merah salmon yang menandakan positif *Coliform*. Hasil pada medium CCA kemudian dimurnikan, untuk mendapatkan koloni tunggal pada medium NA.

Pewarnaan Gram. Hasil koloni tunggal *Escherichia coli* yang telah diinokulasi pada medium NA selama 18-24 jam, kemudian dilakukan pewarnaan Gram bakteri dengan menggunakan zat warna kristal violet (Gram A), iodin (I₂) (Gram B), alkohol aseton (Gram C), safranin (Gram D) dan kemudian diamati pada mikroskop dengan

perbesaran 1.000x. Bakteri Gram negatif ditandai dengan warna merah dan berbentuk batang.

Uji Resistensi Antibiotik. Hasil uji positif *Escherichia coli* sebanyak satu ose diambil, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi NaCl 0,9% lalu divortex untuk dihomogenisasikan. Suspensi bakteri kemudian disamakan kejernihannya dengan standar kekeruhan larutan McFarland 3 yang menunjukkan konsentrasi bakteri (9×10^8 CFU /ml) kemudian diencerkan suspensi bakteri hingga 10^6 . Setelah jernih, diambil koloni dalam tabung reaksi berisi NaCl 0,9% tersebut sebanyak 0,1 μ L dengan menggunakan mikropipet, kemudian suspensi bakteri dimasukkan ke dalam medium *Mueller Hinton Agar* (MHA). Selanjutnya diratakan menggunakan batang L, setelah itu diletakkan kertas cakram yang telah mengandung antibiotik (amoksisilin, tetrasiklin, kloramfenikol, siprofloksasin) di atas media MHA, diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C . Pengamatan pada medium MHA dilakukan dengan cara mengukur diameter daya hambat yang terbentuk di sekitar kertas cakram antibiotik tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Sampling Air Danau

Hasil sampling dari dua air danau diperoleh 4 sampel dengan kode masing-masing DDP-1 (sampel air dari danau depan bagian piggir), DDT-1 (sampel air dari danau depan bagian tengah), DBP-1 (sampel air dari danau belakang bagian piggir), serta DBT-1 (sampel air dari danau belakang bagian tengah) (Tabel 1). Keempat sampel tersebut selanjutnya dilakukan uji pendugaan menggunakan medium *Lactose Broth* (LB).

Tabel 1. Sampel yang diperoleh dari air danau ISTN

Kode Sampel	Keterangan
DDP-1	Air danau depan (bagian pinggir)
DDT-1	Air danau depan (bagian tengah)
DBP-1	Air danau belakang (bagian pinggir)
DBT-1	Air danau belakang (bagian tengah)

Hasil Uji Pendugaan Air Danau ISTN Pada Medium *Lactose Broth* (LB)

Hasil uji pendugaan air danau ISTN dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji pendugaan air danau ISTN pada medium *Lactose Broth* (LB)

Kode Sampel	Pertumbuhan pada Medium LB	Tinggi Gelembung Gas Pada Tabung Durham (cm)
DDP-1	(+)	2,01
DDT-1	(+)	3,11
DBP-1	(+)	1,82
DBT-1	(+)	1,62

Keterangan: tinggi tabung Durham 3,5 cm; (+): Adanya pertumbuhan bakteri pada medium ditandai dengan terbentuknya kekeruhan dan terdapat gelembung gas pada tabung Durham

Hasil yang diperoleh pada Tabel 2 menunjukkan bahwa keempat sampel mengalami kekeruhan dan terdapat gelembung gas pada tabung Durham. Hal tersebut menandakan bahwa keempat sampel diduga mengandung Coliform dan *Escherichia coli*. Hal ini sesuai dengan literatur, yang menyatakan bahwa bakteri Gram negatif pada kondisi aerob akan mengoksidasi asam amino, sedangkan jika tidak terdapat oksigen (anaerob), metabolisme bersifat fermentatif, dan energi diproduksi dengan cara memecah gula menjadi asam organik. *Escherichia coli* mampu menghasilkan 2,3-butana diol, asam format, asam asetat, asam suksinat, etil alkohol serta gas CO_2 dan H_2 yang mengakibatkan terjadi perubahan warna medium menjadi putih keruh atau menjadi warna kuning muda, serta terbentuk gas pada tabung Durham (Dhafin, 2017).

Hasil Uji Penegasan *Escherichia coli* pada Medium *Chromocult Coliform Agar* (CCA)

Setelah didapatkan hasil positif pada uji pendugaan, sampel kemudian diinokulasi ke dalam medium kromogenik selektif differensial, yaitu CCA. Medium tersebut hanya menumbuhkan bakteri *Coliform* dan *E. coli*. Pertumbuhan *Coliform* ditandai dengan terbentuknya koloni berwarna merah salmon, sedangkan *E. coli* ditandai dengan terbentuknya koloni berwarna biru violet. Koloni yang menunjukkan warna biru violet, selanjutnya dipurifikasi dengan metode gores kuadran hingga diperoleh isolat murni. Hasil uji penegasan *E. coli* pada medium CCA dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji penegasan sampel air danau ISTN pada medium *Chromocult Coliform Agar (CCA)*

Kode Sampel	Pembentukan Koloni		Keterangan
	Biru Violet (<i>E.coli</i>)	Merah (<i>Coliform</i>)	
DDP-1	(+)	(+)	(+) <i>Escherichia coli</i> dan <i>Coliform</i>
DDT-1	(+)	(-)	(+) <i>Escherichia coli</i>
DBP-1	(+)	(+)	(+) <i>Escherichia coli</i> dan <i>Coliform</i>
DBT-1	(+)	(+)	(+) <i>Escherichia coli</i> dan <i>Coliform</i>

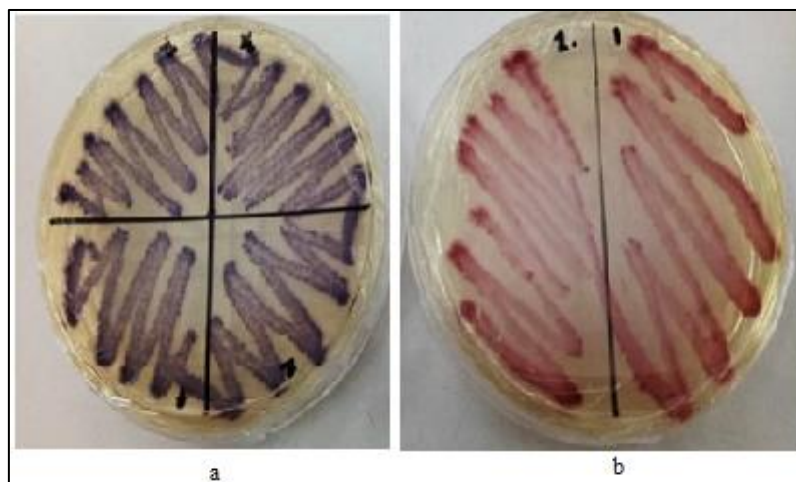
Keterangan:

(+) : Sampel menunjukkan perubahan warna koloni pada medium

(-) : Sampel tidak menunjukkan perubahan warna koloni pada medium

Hasil uji penegasan menunjukkan bahwa tiga sampel (DDP-1; DBP-1, dan DBT-1) menunjukkan positif mengandung *Coliform* dan *E. coli*, sedangkan sampel DDT-1 hanya positif pada *E. coli*. Byamukama et

al. (2000) yang menyatakan bahwa hasil positif *E. coli* ditandai dengan terbentuknya koloni berwarna biru gelap sampai violet, sedangkan koloni *Coliform* berupa warna merah salmon (Gambar 1).



Gambar 1. Pertumbuhan isolat pada medium *Chromocult Coliform Agar (CCA)*. a) contoh isolat diduga *E.coli* (koloni berwarna ungu); b) contoh pertumbuhan isolat *Coliform non E.coli* (koloni berwarna merah salmon).

Medium CCA mengandung Salmon-GAL dan X-Glucuronide. Kelompok bakteri dari famili Enterobacteriaceae dapat dibedakan berdasarkan kenampakan koloni yang tumbuh. Bakteri yang memiliki gen pengkode sintesis enzim β -galaktosidase dapat menggunakan substrat Salmon-GAL untuk tumbuh dan berkembang membentuk koloni. Kelompok bakteri tersebut adalah genus *Enterobacter* sp., *Citrobacter* sp., dan *Klebsiella* sp. Bakteri dari kelompok positif β -galaktosidase memberikan kenampakan yang berbeda dari genus lainnya, yaitu pertumbuhan koloninya merah salmon, sedangkan genus yang tidak mampu menggunakan substrat Salmon-Gal tetapi mampu mengekspresikan β -glukoronidase dapat menggunakan substrat X-Glucuronide akan memberikan kenampakan koloni biru terang. Jika kelompok yang positif β -galaktosidase dan β -glukoronidase akan memberikan kenampakan koloni biru violet, yaitu *E. coli*. Hasil dari koloni tunggal *E. coli* kemudian dibuat stok kultur pada medium *Nutrient Agar (NA)* (Zega, 2018).

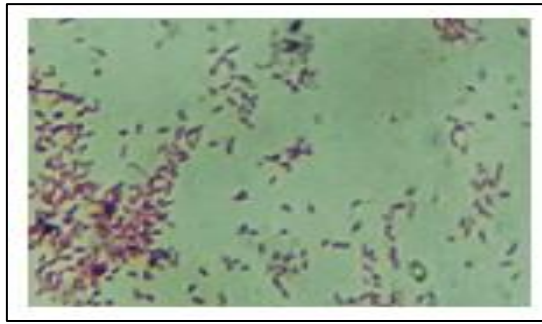
Hasil Pewarnaan Gram

Pengenalan bentuk mikroba (morfologi), harus dilakukan pewarnaan terlebih dahulu agar dapat diamati dengan jelas. Pada umumnya bakteri bersifat tembus

cahaya, hal ini disebabkan karena banyak bakteri yang tidak mempunyai zat warna. Tujuan dari pewarnaan adalah untuk mempermudah pengamatan bentuk sel bakteri, dan melihat reaksi sel terhadap pewarna yang diberikan sehingga sifat fisik atau kimia sel dapat diketahui (Pratiwi, 2008; Cappucino & Sherman, 2014).

Pewarnaan Gram memberikan hasil yang baik, bila menggunakan biakan yang berumur 24-48 jam. Biakan yang melewati umur 24-48 jam akan banyak dinding sel yang mengalami kerusakan. Kerusakan pada dinding sel ini menyebabkan zat warna dapat keluar sewaktu dicuci dengan larutan pemucat. Ini berarti bahwa bakteri Gram positif dengan dinding sel yang rusak tidak lagi dapat mempertahankan kristal violet sehingga terlihat sebagai bakteri Gram negatif (Waluyo, 2007).

Pewarnaan Gram pada bakteri dilakukan untuk mengkonfirmasi kebenaran bahwa bakteri yang diujikan benar bakteri *E. coli*. Hasil pengamatan yang diperoleh di bawah mikroskop menunjukkan bentuk dari bakteri yang menyerupai batang dan berwarna merah (Gambar 2). Hasil tersebut menunjukkan bahwa isolat yang diuji merupakan golongan bakteri Gram negatif dan memiliki karakter morfologi sesuai dengan bakteri *E. coli* (Prescott, 2002).



Gambar 2. Hasil pewarnaan Gram isolat diduga *E.coli* dari danau ISTN Jakarta. Morfologi koloni berwarna merah dan berbentuk batang.

Hasil Uji Resistensi Antibiotik Pada Medium Mueller Hinton Agar (MHA)

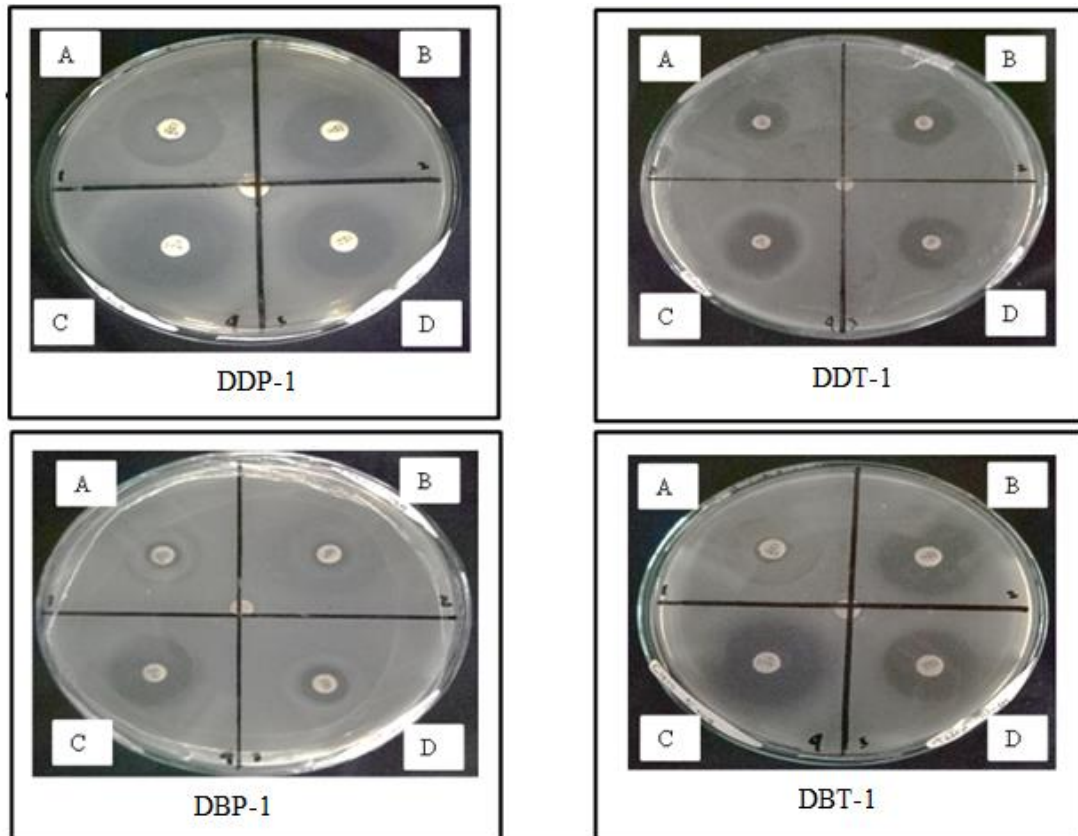
Isolat *E. coli* yang sudah murni, diuji pola resistensinya terhadap antibiotik. Pada penelitian ini, antibiotik yang digunakan adalah amoksisilin 25 µg,

tetrasiklin 25 µg, kloramfenikol 30 µg, dan siprofloksasin 5 µg. Hasil uji resisten antibiotik bakteri *E. coli* terhadap keempat antibiotik menunjukkan adanya hambatan pertumbuhan bakteri dengan terbentuknya zona hambat di sekitar cakram (Gambar 3 & Tabel 4).

Tabel 4. Hasil uji resistensi *Escherichia coli* terhadap beberapa antibiotik

Kode Isolat	Diameter zona hambat antibiotik (mm)			
	AML (25 µg)	TE (30 µg)	CHL (5 µg)	CIP (5 µg)
DDP-1	8,30 (R)	22,30 (S)	22,40 (S)	29,16 (S)
DDT-1	12,86 (R)	21,16 (S)	21,10 (S)	25,31 (S)
DBP-1	10,20 (R)	12,10 (I)	13,10 (I)	24,10 (S)
DBT-1	9,20 (R)	20,20 (S)	27,50 (S)	26,80 (S)

Keterangan: S= Sensitif, I= Intermediet, R= Resisten. AML = Amoksisilin (S: ≥ 17 mm, I: 15-16 mm, R: ≤ 14 mm); TE = Tetrasiklin (S: ≥ 15 mm, I: 12-14 mm, R: ≤ 11 mm); CHL = Kloramfenikol (S: ≥ 18 mm, I: 13-17 mm, R: ≤ 12 mm); CIP – Siprofloksasin (S: ≥ 21 mm, I: 16-20 mm, R: ≤ 15 mm) (CLSI, 2012).



Gambar 3. Hasil uji resistensi antibiotik isolat *Escherichia coli* air danau ISTN Jakarta terhadap Amoksisilin (A), Tetrasiklin (B), Kloramfenikol (C), dan Siprofloksasin (D)

Hasil pada Tabel 4 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa keempat isolat bersifat resisten terhadap antibiotik amoksisilin (≤ 14 mm), sedangkan terhadap siprofloksasin masuk kategori sensitif (≥ 21 mm). Hasil terhadap kloramfenikol dan tetrasiklin menunjukkan sensitivitas sebesar 75%, yaitu 3 isolat masuk kategori sensitif (DDP-1, DDT-1, dan DBT-1) dan 1 isolat masuk kategori intermediate (DBP-1). Kategori resisten adalah ketika zona hambat yang terbentuk di bawah kisaran intermediet, sedangkan sensitif adalah ketika zona yang terbentuk di atas kisaran intermediet (CLSI, 2002).

Amoksisilin merupakan antibiotik yang banyak digunakan masyarakat tanpa resep dokter karena dijual bebas (Nurmala et al., 2015). Hal ini tanpa disadari menyebabkan banyak mikroba patogen mengembangkan sistem resistensi terhadap amoksisilin. Amoksisilin merupakan salah satu antibiotik golongan β -laktam. Salah satu mekanisme resistensi bakteri Gram negatif seperti *E. coli* terhadap antibiotik golongan ini adalah dengan menghasilkan enzim β -laktamase. Enzim tersebut dapat mendegradasi cincin β -laktam sehingga antibiotik menjadi tidak aktif (Herawati & Irawati 2014; Munita & Arias 2016; Pratiwi 2017). Hasil uji resistensi terhadap amoksisilin juga menunjukkan bahwa zona hambat yang terbentuk tergolong dalam zona hambat parsial, yaitu di sekitar zona hambat terlihat keruh yang menandakan ada pertumbuhan (Prihandani, 2015). Menurut Sosa (2010), hal tersebut dapat terjadi karena perubahan struktur protein pengikat penisilin sehingga obat tidak bisa bekerja, permeabilitas seluler bakteri yang berubah, atau karena pembentukan cincin β -laktamase yang dilakukan karena perubahan genetik.

Siprofloksasin merupakan antibiotik golongan fluorokuinolon. Antibiotik ini bekerja dengan cara menghambat enzim topoisomerase II (DNA gyrase) dan topoisomerase IV yang berperan dalam replikasi DNA. Antibiotik ini akan membentuk ikatan kompleks dengan masing-masing enzim dan DNA bakteri, sehingga mengakibatkan sitotoksik pada sel target (Nurmala et al., 2015; Raini, 2016; Vidyavathi & Srividya, 2018). Mekanisme inilah yang mungkin menyebabkan siprofloksasin masih sensitif terhadap isolat uji karena antibiotik ini memiliki dua target dalam sel bakteri, yaitu DNA girase dan topoisomerase IV. Apabila terdapat salah satu enzim bermutasi dan menyebabkan tidak terjangkaunya enzim tersebut, obat ini masih dapat menyerang enzim lain. Oleh sebab itu, siprofloksasin tidak terlalu terpengaruh adanya mutasi tunggal (*single mutation*) serta masih mampu membunuh bakteri. Akan tetapi, penggunaan siprofloksasin harus tetap rasional agar mencegah terjadinya resistensi terhadap kedua enzim dalam bakteri yang dapat menyebabkan tidak bekerjanya obat tersebut (Jacoby, 2005).

Tetrasiklin dan kloramfenikol termasuk antibiotik yang sering digunakan oleh masyarakat. Keduanya tergolong ke dalam antibiotik spektrum luas dengan menyerang sintesis protein bakteri (Dzidic et al., 2008; Ogawara 2019). Hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kedua antibiotik ini masih tergolong sensitif terhadap isolat uji sebesar 75%. Hasil ini menunjukkan bahwa kedua antibiotik tersebut masih tergolong efektif untuk melawan *E. coli*. Tetrasiklin bekerja dengan dengan

berikatan pada 16S rRNA dan menghambat tRNA berikatan ke situs A dari ribosom. Kloramfenikol mengganggu sintesis protein dengan cara berikatan pada subunit ribosom 50S dan menghambat ikatan aminoasil-tRNA pada situs A ribosom (Ogawara, 2019).

Nilai intermediate 25% pada kloramfenikol dan tetrasiklin kemungkinan dikarenakan terjadinya pemindahan plasmid dari bakteri resisten kepada bakteri sensitif. Hal ini dapat terjadi bila bakteri yang semula sensitif terkena paparan obat. Penggunaan tetrasiklin dan kloramfenikol yang meluas di masyarakat dan tidak rasional, dapat menyebabkan terpaparnya bakteri patogen oleh antibiotik hingga menjadi resisten (Refdanita, 2004; Pratiwi, 2017). Hasil ini dapat menjadi pertimbangan bagi para ahli kesehatan dan masyarakat untuk memperhatikan penggunaan antibiotik sesuai kebutuhannya.

KESIMPULAN

Air danau ISTN Jakarta positif mengandung *Escherichia coli* yang resisten terhadap amoksisilin, sensitif terhadap tetrasiklin, kloramfenikol, serta siprofloksasin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diberikan pada KEMENRISTEKDIKTI atas bantuan dana hibah penelitian PDP (Penelitian Dosen Pemula) tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslan, A., Cole, Z., Bhattacharya, A. & Oyibo, O. (2018). Presence of antibiotic-resistant *Escherichia coli* in wastewater treatment plant effluents utilized as water reuse for irrigation. *Water*, 10, 805.
- Brooks, G.F., Carroll, K.C., Butel, J.S., & Morse, S.A. (2007). *Jawetz, Melnick, & Adelberg's: Medical Microbiology*. 24th Ed. McGraw-Hill Medical, New York.
- Byamukama, D., Kansime, F., Mach, R.L., & Farnleitner, A.H. (2000). Determination of *Escherichia coli* Contamination with Chromocult Coliform Agar Showed a High Level of Discrimination Efficiency for Differing Fecal Pollution Levels in Tropical Waters of Kampala, Uganda. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(2), 864–868.
- Cappuccino, J.G., & Sherman, N. (2014). *Microbiology: A laboratory manual*. 10th Ed. Pearson Education, Boston.
- Clinical Laboratory Standards Institute. (2012). Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests. 22th ed. CLSI 2012 document M100-S22 Vol.32 No.3. USA: Clinical Laboratory Standards Institute, Wayne, PA. 45-48.
- Davies, J., & Davies, D. (2010). Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 74, 417–433.

- Dhafin A. (2017). *Analisis cemaran bakteri Coliform Escherichia coli pada bubur bayi home industry di kota malang dengan metode tpc dan mpn*. Skripsi. Program Studi Farmasi. Fakultas Kedokteran dan Ilmu-Ilmu Kesehatan. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. 56-58.
- Dzidic, S., Suskovic, J., & Kos, B. (2018). Antibiotic Resistance Mechanisms in Bacteria: Biochemical and genetic aspects. *Food Technol. Biotechnol.*, 46(1), 11-21.
- Efstratiou, M.A., Bountouni, M., & Kefalas, E. (2018). Spread of Antibiotic Resistance in Aquatic Environments: *E. coli* as a Case Study. *Proceedings*, 2, 693.
- Handayani, S.R., Siahaan, S., & Max, J. H. (2017). Resistensi Antimikroba dan Penerapan Kebijakan Pengendalian di Rumah Sakit di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pelayanan Kesehatan*. 1, 131-136.
- Herawati, F. & Irawati, L. (2014). Terapi antibiotik pada infeksi nosokomial. *Buletin Rasional*, 9(2), 15-16.
- Hogg, S. 2005. *Essensial Microbiology*. John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex.
- Jacoby, G.A. (2005). Mechanism of Resistance to Quinolones. *Oxford Journals: Clinical Infectious Diseases*. Massachusetts: *Oxford Journals*, 41, S120-S126.
- Larsson, D.G.J., Andremon, A., Bengtsson-Palme, J., Brandt, K.K., Husman, A.M.R., Fagerstedt, P., et al. (2018). Critical knowledge gaps and research needs related to the environmental dimensions of antibiotic resistance. *Environment International*, 117, 132-138.
- Munita, J.M. & Arias, C.A. (2016). Mechanisms of antibiotic resistance. *Microbiol Spectr.*, 4(2), 1-37.
- Nurmala, Virgiani, ISN, Andriani, & Liana, D.F. (2015). Resistensi dan Sensitivitas Bakteri terhadap Antibiotik di RSUD dr. Soedarso Pontianak Tahun 2011-2013. *eJKI*, 3(1).
- Ogawara, H. (2019). Comparison of Antibiotic Resistance Mechanisms in Antibiotic-Producing and Pathogenic Bacteria. *Molecules*, 24, 1-55.
- Pandey, A., Afsheen, Ara, F., & Tiwari, S.K. 2011. Isolation and characterization of multi drug resistance cultures from waste water. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 13(14), 1-7.
- Pratiwi, S. (2008a). *Mikrobiologi Farmasi*. Erlangga: Jakarta. 150 – 171.
- Pratiwi, R.H. (2017b). Mekanisme pertahanan bakteri patogen terhadap antibiotik. *Jurnal Pro-Life*, 4(3), 418-429.
- Prescott, L.M. (2002). *Prescott-Harley-Klein: Microbiology 5th Edition*. USA: The McGraw-Hill Companies. 553-560.
- Prihandani, S. S. (2015). Uji daya antibakteri bawang putih (*Allium sativum* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* dan *Pseudomonas aeruginosa* dalam meningkatkan keamanan pangan. *Informatika Pertanian*, 24(1), 53-58.
- Rachmawati, N. (2016). Sebaran Ruang Terbuka Hijau Jagakarsa. *Jurnal Arsitektur*, 16(2), 3.
- Raini, M. (2016). Antibiotik golongan fluorokuinolon: Manfaat atau kerugian. *Media litbangkes*, 26(3), 163-174.
- Refdanita, Maksum R., Nurgani, Endang. (2004). Pola kepekaan kuman terhadap antibiotika di ruang rawat intensif rumah sakit fatmawati jakarta tahun 2001 – 2002. *Makara kesehatan*, 8(2), 41-48.
- Sosa, A. de J., Byarugaba, D.K., Amabile, C., Hsueh, P.-R., Kariuki, S., Okeke, I.N. (2010). Antimicrobial Resistance in Developing Countries. Sosa, A. de J., Byarugaba, D.K., Amabile, C., Hsueh, P.-R., Kariuki, S., Okeke, I.N. (Eds.). Springer. 177-197.
- Ventola, C.L. (2015). The Antibiotic Resistance Crisis Part 1: Causes and Threats. *P&T*, 40(4), 277-283.
- Vidyavathi, M., & Srividya, G. (2018). A review on ciprofloxacin: dosage form perspective. *Int. J. Appl. Pharm.*, 10(4), 6-10.
- Waluyo, L. (2007). *Mikrobiologi Umum*. Malang. UMM Press. 50-60.
- Zaman, S., Hussain, M., Nye, R., Mehta, V., Taib, K.M., & Hossain, N. (2017). A review on antibiotic resistance: Alarm bells are ringing. *Cureus*, 9(6), 1403.
- Zega M. F, Hasrudin. (2018). Uji *Coliform* dan *Escherichia coli* pada depot air minum isi ulang di kecamatan medan deli. *Jurnal Biosains*, 4, 1-15.