IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENGHASIL *EXTENDED SPECTRUM β-LACTAMASE* (ESBL) PADA SAMPEL AIR LIMBAH DI RSUD Dr. SOEDARSO PONTIANAK

SKRIPSI

Oleh:

YUDHA DWI CAHYO

NIM. I1021201057

PROGRAM STUDI FARMASI

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2025

IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENGHASIL *EXTENDED SPECTRUM β-LACTAMASE* (ESBL) PADA SAMPEL AIR LIMBAH DI RSUD Dr. SOEDARSO PONTIANAK

PENELITIAN

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S. Farm) pada Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura Pontianak

Oleh:

YUDHA DWI CAHYO

NIM. I1021201057

PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK

2025

SKRIPSI

IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENGHASIL *EXTENDED SPECTRUM β-LACTAMASE* (ESBL) PADA SAMPEL AIR LIMBAH DI RSUD Dr. SOEDARSO PONTIANAK

OLEH:

YUDHA DWI CAHYO

NIM. I1021201057

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran
Universitas Tanjungpura
Tanggal : 14 Maret 2025

Disetujui,

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping,
Iswahyudi, Sp.FRS, PhD., Apt	**Apt. Robby Najini, M.Farm., AIFO-P**
NIP. 196912151997031011	**NIP. 198909072022031005**
Penguji Utama,	**Penguji Pendamping,**
Fajar Nugraha, M.Sc., Apt	**Hadi Kurniawan, M.Sc, Apt.**
NIP. 198907012020121010	**NIP. 198904192019031010**

Mengetahui
Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Tanjungpura

dr. Ita Armyanti, M.Pd.Ked.
NIP. 198110042008012011

Lulus Tanggal : 14 Maret 2025
No. SK Dekan FK : 2227/UN22.9/TD.06/2025
Tanggal SK : 12 Maret 2025

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yudha Dwi Cahyo

NIM : I1021201057

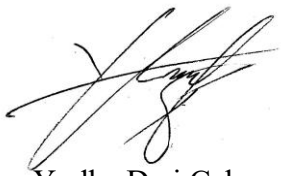
Jurusan/Prodi : Farmasi

Dengan ini menyatakan bahwa dalam Penelitian ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan penelitian ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Pontianak, 14 Maret 2025

Yang Membuat Pernyataan,



Yudha Dwi Cahyo

NIM. I1021201057

MOTTO

"Barangsiapa menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan ke surga."

(HR. Muslim)

“Dia memberikan hikmah kepada siapa yang Dia kehendaki. Barangsiapa diberi hikmah, sesungguhnya dia telah diberi kebaikan yang banyak. Dan tidak ada yang dapat mengambil pelajaran kecuali orang-orang yang mempunyai akal sehat.”

(Q.S Al Baqarah 2:269)

"Sabar itu cahaya. Barangsiapa bersabar dalam mencari ilmu, Allah akan muliakan derajatnya di dunia dan akhirat."

(HR. Muslim)

"Dan Kami pasti akan menguji kamu dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa, dan buah-buahan. Dan sampaikanlah kabar gembira kepada orang-orang yang sabar."

(QS. Al-Baqarah 2:155)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim,

Alhamdulillahirabbil'alamin,

Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam. Aku bersaksi bahwa tiada Tuhan selain Allah, dan Nabi Muhammad adalah hamba dan rasul-Nya. Semoga shalawat dan salam selalu tercurah kepada beliau, keluarga, dan sahabatnya.

Penulis mengucapkan syukur yang tulus kepada orang tua tercinta, Bapak M. Suparno dan Ibu Sumarni, atas dukungan, kasih sayang, dan kepercayaannya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ini. Semoga ilmu yang bermanfaat menjadi amal jariyah bagi mereka. Terima kasih kepada saudara-saudaraku atas kebersamaan, canda tawa, dan dukungan yang memberi semangat. Semoga kita tetap tumbuh sebagai keluarga yang shalih dan saling menguatkan. Ridha Allah semoga menyertai kita semua.

Penulis juga berterima kasih kepada semua yang telah membersamai perjalanan ini. Semoga setiap pertemuan kita diridhai, dan kelak dipertemukan kembali dalam rahmat-Nya.

"Dan orang yang beriman dan mengerjakan amal kebajikan, kelak akan Kami masukkan ke dalam surga yang mengalir di bawahnya sungai-sungai, mereka kekal di dalamnya selama-lamanya. Dan janji Allah itu benar. Siapakah yang lebih benar perkataannya daripada Allah?" ***(Q.S An Nisa 4:122)***

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadirat Tuhan Yang Maha Esa oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil *Extended Spectrum β-Lactamase* (ESBL) pada Sampel Air Limbah di RSUD Dr. Soedarso Pontianak".

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena menyadari segala keterbatasan yang ada. Maka pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada :

1. Ibu dr. Ita Armyanti, M.Pd.Ked. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura Pontianak.
2. Bapak Dr. Bambang Wijianto, M.Sc., Apt selaku Ketua Bagian Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.
3. Ibu Nera Umilia Purwanti, M.Sc., Apt selaku Koordinator Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura Pontianak.
4. Bapak Iswahyudi, sp. FRS, Ph. D., Apt selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan, bimbingan, saran, dan ilmu yang bermanfaat dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Apt. Robby Najini M.Farm selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan arahan, bimbingan, saran, dan ilmu yang bermanfaat dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Bapak Fajar Nugraha, M.Sc, Apt selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan arahan, bimbingan, saran, dan ilmu yang bermanfaat dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Hadi Kurniawan, M.Sc, Apt selaku Dosen Penguji Pendamping yang telah memberikan arahan, bimbingan, saran, dan ilmu yang bermanfaat dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Bapak dan Ibu Dosen Farmasi, staf akademik dan administrasi Kedokteran Universitas Tanjungpura Pontianak yang telah membantu dan mendukung dalam proses penyusunan desain penelitian ini.
9. Kedua orang tua saya tercinta, bapak Muhammad Suparno dan ibu Sumarni dan kepada kakak dan adik saya tercinta yaitu Novita Sandriyani, Mikayla Salsabila yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, dan menjadi motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Tim penelitian Skripsi Pak Iswahyudi yang telah banyak membantu dan memberi dukungan serta doa selama menyelesaikan skripsi.
11. Teman *Tholabul Ilmi* yang sudah mendukung selama masa perkuliahan yaitu, Alfian, Indra, dan Ikhsan, yang membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Teman seperjuangan dalam menjalankan perkuliahan di Farmasi yaitu Angga, Wanda, Halim, Aldo, Rafly, Hansel dan semua anggota kelas A3 angkatan 2020 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah menemani dan memberikan bantuan, dukungan, dan saran kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.

13. Teman Farmasi angkatan 2020 “LCDM” yang telah menemani penulis selama menjalani perkuliahan dan memberikan bantuan selama menyelesaikan skripsi ini.
14. Seluruh Civitas Akademik Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura, terkhususnya Dosen Farmasi yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan ilmu yang bermanfaat dalam menyelesaikan skripsi ini.
15. Seluruh pihak yang telah terlibat dalam memberikan arahan, bantuan, doa, dukungan, dan saran yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Demikian skripsi ini dibuat, semoga memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Pontianak, 14 Maret 2025

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN iii

MOTTO iv

HALAMAN PERSEMBAHAN v

KATA PENGANTAR vi

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR LAMPIRAN xv

ABSTRAK xvi

ABSTRACT xvii

BAB I PENDAHULUAN 1

I.1 Latar Belakang 1

I.2 Rumusan Masalah 2

I.3 Tujuan Penellitian 3

I.4 Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

II.1 Mikroorganisme 5
II.2 Bakteri 6
II.2.1 Struktur Bakteri 7
II.2.1.1 Dinding Sel 7
II.2.1.2 Membran Sel 7
II.2.1.3 Flagella 7
II.2.1.4 Pili dan Fimbriae 8
II.2.2 Bentuk Bakteri 8
II.2.2.1 Bakteri Bentuk Bulat 8
II.2.2.2 Bakteri Bentuk Batang 9
II.2.2.3 Bakteri Bentuk Spiral 10
II.3 Plasmid 11
II.4 Bakteri Resisten Antibiotik 12
II.5 Pewarnaan Gram 13
II.6 *Extended Spectrum Beta-Lactamase* 15
II.7 Bakteri Penghasil ESBL 16
II.8 Air Limbah Rumah Sakit 16
II.8.1 Syarat Parameter Pengolahan Air Limbah 18
II.9 Phoenix BD *Automated Microbiology System* 18
II.10 Elektroforesis 21

II.11 Landasan Teori 22

II.12 Kerangka Konsep Penelitian 25

II.13 Hipotesis Penelitian 25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 26

III.1 Alat dan Bahan 26

III.1.1 Alat 26

III.1.2 Bahan 26

III.2 Tempat dan Waktu Penelitian 26

III.3 Rancangan Penelitian 27

III.4 Populasi dan Sampel 27

III.5 Variabel Penelitian 28

III.5.1 Variabel Bebas 28

III.5.2 Variabel Terikat 28

III.6 Pembuatan Media *CHROM*agar™ ESBL 28

III.7 Pengambilan Sampel 29

III.8 Inokulasi Pada Media Agar 29

III.9 Pewarnaan Gram pada Bakteri 30

III.10 Isolasi Plasmid dari Sampel Bakteri 30

III.11 Elektroforesis 31

III.12 Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri Menggunakan BD Phoenix 32

III.13 Skema Penelitian 34
III.14 Analisis Data 35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 36
IV.1 Pengambilan Sampel 36
IV.2 Inokulasi pada Media *ChromAgar* 38
IV.3 Isolasi DNA Plasmid Bakteri 41
IV.4 Elektroforesis 44
IV.5 Visualisasi Hasil Gel Doc 46
IV.6 Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil ESBL 49
IV.6.1 Identifikasi Secara Uji Biokimia /ID (*Identification*) 49
IV.6.2 Uji Kepekaan Antibiotik / AST 55
BAB V KESIMPULAN 61
V.1 Kesimpulan 61
V.2 Saran 61
DAFTAR PUSTAKA 62
LAMPIRAN 73

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Parameter Baku Mutu Air Limbah..... 18

Tabel 2. Hasil Identifikasi pada Bakteri *K.pneumoniae* 51

Tabel 3. Prinsip Reaksi Biokimia pada Bakteri *K.pneumoniae* 52

Tabel 4. Hasil Identifikasi pada Bakteri *E. coli* 53

Tabel 5. Prinsip Reaksi Biokimia pada Bakteri *E. coli* 54

Tabel 6. Hasil Uji Kepekaan Antibiotik pada Bakteri *K. pneumoniae* 56

Tabel 7. Hasil Uji Kepekaan Antibiotik pada Bakteri *E. coli* 58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Bakteri 6

Gambar 2. Bakteri Bentuk Bulat 9

Gambar 3. Bakteri Bentuk Batang 10

Gambar 4. Bakteri Bentuk Spiral 10

Gambar 5. Plasmid dalam sel bakteri, a) plasmid; b) kromosom bakteri 11

Gambar 6. Sembilan mekanisme resistensi bakteri terhadap antibiotik 13

Gambar 7. Perbedaan bakteri gram positif dengan bakteri gram negatif..... 15

Gambar 8. Instrumen BD Phoenix M50 20

Gambar 9. Pengaturan umum untuk pemisahan fragmen DNA 21

Gambar 10. Kerangka Konsep 25

Gambar 11. Alur Skema Penelitian..... 34

Gambar 12. Hasil Sampel 1 K.pneumoniae dan E.coli..... 39

Gambar 13. Hasil sampel 2 K.penumoniae dan E.coli 39

Gambar 14. Hasil sampel 3 K.pneumoniae..... 40

Gambar 15. DNA ladder (1) DNA ladder 1 kbp; (2) DNA ladder 3kbp 45

Gambar 16. Visualisasi hasil isolasi DNA plasmid bakteri. 47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengambilan Sampel 73

Lampiran 2. Inokulasi pada Media ChromAgar 74

Lampiran 3. Elektroforesis..... 75

Lampiran 4. Gel Documentation..... 76

Lampiran 5. Kaji Etik..... 77

Lampiran 6. Hasil Identifikasi pada Bakteri *K.pneumoniae*..... 78

Lampiran 7. Hasil Identifikasi pada Bakteri *E.coli*..... 79

Lampiran 8. Hasil Uji Kepekaan Antibiotik pada Bakteri *K.pneumoniae*..... 80

Lampiran 9. Hasil Uji Kepekaan Antibiotik pada Bakteri *E.coli* 81

ABSTRAK

Antibiotik yang digunakan secara berlebihan berkontribusi terhadap resistensi bakteri, termasuk bakteri penghasil Extended Spectrum β-Lactamase (ESBL). Penelitian ini mengidentifikasi bakteri ESBL pada air limbah rumah sakit menggunakan ChromAgar ESBL, isolasi plasmid, dan uji kepekaan antibiotik dengan BD Phoenix M50. Hasil penelitian menunjukan adanya bakteri penghasil ESBL yaitu sampel 1 dan 2 *Klebsiella pneumoniae* dan *Escherichia coli* dan sampel 3 *Klebsiella pneumoniae*. Hasil isolasi plasmid dari sampel yaitu terdapat plasmid. Hasil uji kepekaan antibiotik pada sampel resisten terhadap antibiotik golongan penisilin, sefalosforin III, dan sefalosforin IV. Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah Terdapat bakteri pada sampel air limbah di RSUD Soedarso Pontianak, yaitu *K.pneumoniae* dan *E.coli*. Diidentifikasi secara biokimia dan dikarakterisasi dengan uji kepekaan antibiotik dikonfirmasi bahwa bakteri *K. Pneumoniae* dan *E.coli* merupakan bakteri penghasil ESBL. Pada sampel 1 dan 2 terdapat bakteri *K.pneumoniae* dan *E.coli* dan sampel 3 terdapat bakteri *K.pneumoniae*. Bakteri tersebut memiliki plasmid, dan resisten terhadap antibiotik golongan penisilin, dan sefalosforin

Kata kunci : Resistensi antibiotik, ESBL, ChromAgar, Air limbah Rumah Sakit.

ABSTRACT

Overuse of antibiotics contributes to bacterial resistance, including Extended Spectrum β-Lactamase (ESBL) producing bacteria. This study identified ESBL bacteria in hospital wastewater using ChromAgar ESBL, plasmid isolation, and antibiotic sensitivity testing with BD Phoenix M50. The results showed the presence of ESBL-producing bacteria, namely samples 1 and 2 Klebsiella pneumoniae and Escherichia coli and sample 3 Klebsiella pneumoniae. The results of plasmid isolation from the sample are plasmids. The results of antibiotic sensitivity tests on samples were resistant to penicillin group antibiotics, cephalosporin III, and cephalosporin IV. The conclusion obtained from this research is that there are bacteria in wastewater samples at RSUD Soedarso Pontianak, namely K.pneumoniae and E.coli. Biochemically identified and characterized by antibiotic susceptibility testing confirmed that K. pneumoniae and E. coli were ESBL-producing bacteria. In samples 1 and 2, there were K.pneumoniae and E.coli bacteria and sample 3 contained K.pneumoniae bacteria. The bacteria have plasmids, and are resistant to penicillin, and cephalosporin antibiotics.

Keyword : *Antibiotic resistance, ESBL, ChromAgar, Hospital wastewater.*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Antibiotik yang digunakan secara berlebihan dan tidak terkontrol di fasilitas kesehatan, termasuk rumah sakit, telah berkontribusi terhadap perkembangan resistensi bakteri terhadap berbagai jenis antiibiotik. Salah satu bentuk resistensi yang semakin menjadi perhatian global adalah bakteri penghasil *Extended Spectrum β-Lactamase* (ESBL). ESBL adalah enzim yang diproduksi oleh bakteri, terutama dari famili *Enterobacteriaceae*, yang mampu menghidrolisis antibiotik beta-laktam seperti sefalosporin generasi ketiga dan monobaktam, sehingga membuat bakteri tersebut resisten terhadap pengobatan antibiotik yang umum digunakan [(1)]. Fenomena ini tidak hanya terjadi di lingkungan klinis, tetapi juga telah menyebar ke lingkungan non-klinis, termasuk air limbah rumah sakit, yang menjadi reservoir potensial bagi penyebaran bakteri resisten antibiotik [(2)]. Secara umum, rumah sakit menyediakan lingkungan yang kondusif bagi bakteri yang resisten terhadap berbagai macam obat, dan terutama bakteri penghasil ESBL [(3)].

Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Soedarso Pontianak sebagai salah satu fasilitas kesehatan terbesar di Kalimantan Barat, menghasilkan air limbah yang mengandung berbagai macam bahan kimia, termasuk residu antibiotik, serta mikroorganisme patogen. Air limbah rumah sakit tersebut diolah melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebelum dibuang ke lingkungan. Namun, efektivitas pengolahan air limbah dalam menghilangkan bakteri resisten antibiotik,

termasuk bakteri ESBL, masih menjadi perhatian serius. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa IPAL rumah sakit tidak selalu mampu menghilangkan bakteri resisten antibiotik secara efektif, sehingga air limbah yang diolah masih berpotensi mengandung bakteri ESBL [(4)].

Pengolahan air limbah yang efektif diperlukan untuk mencegah penyebaran bakteri dari air limbah rumah sakit ke lingkungan. Meskipun telah ada penelitian yang signifikan tentang pengolahan air limbah rumah sakit, masih relatif sedikit yang fokus pada keberadaan dan karakteristik bakteri yang kebal terhadap antibiotik di Indonesia [(5)]. Penelitian oleh Wijaya dkk. (2021) menemukan bahwa air limbah rumah sakit di Jawa Tengah yang telah diolah masih mengandung bakteri ESBL dengan tingkat resistensi yang tinggi terhadap antibiotik beta-laktam [(6)].

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti bermaksud mengetahui apakah terdapat keberadaan bakteri penghasil ESBL pada sampel air limbah yang sudah diolah di RSUD Dr. Soedarso. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengisolasi bakteri dan mengidentifikasi serta menentukan karakterisasi bakteri penghasil ESBL tersebut pada sampel air limbah di sekitar RSUD Dr. Soedarso, Pontianak. Penelitian akan menggunakan kultur media selektif untuk isolasi bakteri dan BD Phoenix M50 *Automated Microbiology System* untuk *identification*/ID dan uji kepekaan antibiotik serta karakteristik plasmid Bakteri Penghasil ESBL.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apakah terdapat bakteri penghasil ESBL pada sampel air limbah di RSUD Dr. Soedarso?

2. Bagaimana gambaran pemetaan mikroba bakteri penghasil ESBL pada sampel air limbah di RSUD Dr. Soedarso?

I.3 Tujuan Penellitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi dan mengkarakterisasi bakteri penghasil ESBL pada sampel air limbah di RSUD Dr. Soedarso.
2. Melakukan pemetaan mikroba bakteri penghasil ESBL pada sampel air limbah di RSUD Dr. Soedarso.

I.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Manfaat Bagi Peneliti

   Untuk menambah wawasan mengenai bakteri penghasil ESBL pada sampel air limbah, mengembangkan riset dan memenuhi syarat mendapatkan gelar sarjana farmasi (S.Farm) di Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat.

2. Manfaat Bagi Masyarakat

   Untuk memberikan informasi tentang jenis bakteri penghasil ESBL yang terdapat pada sampel air limbah di sekitar RSUD Dr. Soedarso.

3. Manfaat Bagi Institusi

   Untuk menambah informasi terbaru terkait penelitian dan sebagai referensi untuk penelitian lanjutan tentang bakteri penghasil ESBL pada sampel air limbah.

4. Manfaat Bagi Pihak Rumah Sakit

   Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi sebagai salah satu data tentang keberadaan bakteri yang terdapat pada sampel air limbah. Selain itu juga hasil penelitian terhadap pola kepekaan antibiotik dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pembuatan kebijakan terkait.