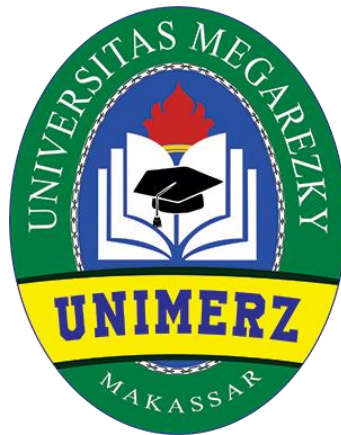


SKRIPSI

**IDENTIFIKASI GEN OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* PADA PENDERITA
INFEKSI SALURAN PERNAPASAN BAWAH (ISPB) MENGGUNAKAN
METODE *POLYMERASE CHAIN REACTION* (PCR)**



**DIEN LUTHFIANI
BID121060**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN
UNIVERSITAS MEGAREZKY
2025**

**IDENTIFIKASI GEN OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* PADA PENDERITA
INFEKSI SALURAN PERNAPASAN BAWAH (ISPB) MENGGUNAKAN
METODE *POLYMERASE CHAIN REACTION* (PCR)**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Syarat Dalam Meraih Sarjana Terapan Kesehatan (S.Tr.Kes)
Pada Program Studi Diploma (D-IV) Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Teknologi Kesehatan
Universitas Megarezky*

Oleh,

**DIEN LUTHFIANI
NIM. B1D121060**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN
UNIVERSITAS MEGAREZKY
2025**

HALAMAN JUDUL SKRIPSI

“Identifikasi Gen Oxa-48 *Klebsiella pneumoniae* Pada Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (Ispb) Menggunakan Metode *Polymerase Chain Reaction* (Pcr)”

DIEN LUTHFIANI
B1D121060

Dibimbing Oleh

Pembimbing I
Indas Wari Rahman, S.Si., M.Si

Pembimbing II
Dr. Jalal, M.Pd

Penguji

A. Zulkifli As, S.Si., M.Kes

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN
UNIVERSITAS MEGAREZKY
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI GEN OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* PADA PENDERITA INFEKSI
SALURAN PERNAPASAN BAWAH (ISPB) MENGGUNAKAN METODE
POLYMERASE CHAIN REACTION (PCR)**

Disusun dan diajukan oleh:

DIEN LUTHFIANI

Nomor Induk Mahasiswa BID121060

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Pada tanggal 19 Juli 2025




Dan di nyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Tim Penguji

1. A. Zulkifli As, S.Si., M.Kes
2. Indas wari Rahman, S.Si., M.Kes
3. Dr. Jalal, M.Pd

Tanda Tangan

()
()
()

Mengetahui,

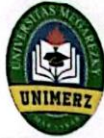
**Dekan
Fakultas Teknologi Kesehatan**


Prof. Dr. Dra. apt. Hj. Asnah Marzuki, M.Si
NUPTK : 1350727628230013

**Ketua Program Studi
DIV Teknologi Laboratorium Medis**


Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes
NUPTK : 6950765666230332

SURAT KETERANGAN LULUS TURNITIN



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM)

UNIVERSITAS MEGAREZKY

SK. Menristekdikti RI. No.1194/KPT/1/2018 Terakreditasi BAN PT

Kampus II : Jalan Anting Raya No. 43 Telp. 0411 - 492 401 - 496401 Fax. 496614 Website : <http://universitasmegarezky.ac.id> Email : info@universitasmegarezky.ac.id

KETERANGAN LOLOS UJI TURNITIN

No. 333/T/07.091056/vll /2025

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Syamsyuriyana Sabar, S.Kep., Ns., M.Kep

NIDN : 0915118602

Jabatan : Ketua LPPM

Menyatakan bahwa :

Nama : Dien Luthfiani

NIM : B1D121060

Prodi : D-IV Teknologi Laboratorium Medis

Judul Skripsi/KTI : Identifikasi Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* pada penderita infeksi saluran pernapasan bawah (ISPB) menggunakan metode polymerase Chain Reaction (PCR)

Telah melalui uji *similarity* dengan software *Turnitin* dan dinyatakan lolos dengan **persentase 20 %** sesuai bukti terlampir.

Demikian Surat Keterangan ini di buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 15 Juli 2025

Ketua,



Ns. Syamsyuriyana Sabar, M.Kep

NIDN: 09 151186 02

MOTTO

*Hadapi semuanya langsung di muka, apapun yang terjadi tidak apa,
setiap hari ku bersyukur melihatmu berselimut harapan,
berbekal cerita*

*Meyerahkan Semua Urusan Dunia
Ke Pada Allah Maka Allah Akan
Mempermudah Jalan Kita
karena sesungguhnya bersama
kesulitan ada kemudahan*

*Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang-
orang tercinta dan mencintaiku. Ayahanda dan Ibunda yang
telah membesarkan dan mendidik penulis, sehingga penulis menjadi
seperti sekarang ini. Perjuangan dan doa mu takkan terbalaskan. Hanya doa
yang dapat ku persembahkan semoga Allah melimpahkan segala kebaikannya.....*

CURRICULUM VITAE



A. Biodata Diri

1. Nama : Dien Luthfiani
2. Nim : B1D121060
3. Jenis kelamin : Perempuan
4. Tempat/Tanggal lahir : Nambaru/22-08-2003
5. Agama : Islam
6. Jurusan : D-IV Teknologi Laboratorium Medis
7. Fakultas : Teknologi Kesehatan
8. Alamat : Jl. Antang raya
9. No Hp : 081543449729
10. Email : dienluthfiani22@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Dasar : SD Inpres 1 Nambaru
2. Pendidikan Menengah Pertama : SMP Negeri 2 Parigi Selatan
3. Pendidikan Menengah Atas : SMA Negeri 1 Parigi
4. Perguruan Tinggi : Universitas Megarezky

C. Data Orang Tua

1. Nama Ayah : Arpin
2. Nama Ibu : Rohani Rahman
3. Alamat : Desa Nambaru

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis bisa menuntaskan skripsi penelitian ini dengan baik. Skripsi ini berjudul “**Identifikasi Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* Pada Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) Menggunakan Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR)**”

Dengan rendah hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada kedua orang tua yang sangat penulis cintai serta sayangi mereka selalu memberi doa dan dukungannya, serta cinta dan kasih sayang hingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Kepada ayahanda tercinta **Arpin** dan ibunda tercinta **Rohani Rahman** terima kasih atas segala pengorbanan dengan selalu mengusahakan yang terbaik untuk penulis baik itu secara material maupun non material, serta keiklasan hati yang telah diberikan kepada penulis. Saudara kandung penulis **Muh. Harun Al-Fathan** yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis selama penelitian ini. Semoga kebaikan yang telah diberikan kepada peneliti senantiasa dibalas oleh Allah SWT dan dapat bernilai ibadah disisinya. Dan untuk sosok Perempuan yang membuat penulis kuat hingga kini **Almh. Rasma Rahman** penulis ucapkan banyak terimakasih. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih belum mencapai kesempurnaan yang diharapkan. Oleh karena itu, segala bentuk masukan dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan dan penyempurnaan karya ini ke depannya. Sebagai penutup, besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala senantiasa melimpahkan kebaikan dan menerima setiap usaha serta kerja keras kita sebagai bagian dari amal ibadah yang diridhai-Nya.

Selanjutnya penulis juga mengucapkan terima kasih serta penghargaan sebesar-besarnya kepada terhormat Bapak/Ibu/Sdr(i):

1. Dr. H. Alimuddin, SH., MH., M.Kn, selaku Ketua Badan Pembina Yayasan Pendidikan Islam Megarezky.
2. Ibu Alm. Hj. Suryani, SH., MH sebagai pendiri yayasan pendidikan islam Megarezky Makassar.

3. Bapak Moch Noer Alim Qalby, S.H, L.LM, selaku Ketua Yayasan Pendidikan Islam Megarezky.
4. Prof. Dr. Anwar Ramli, S.E., M.Si selaku Rektor Universitas Megarezky.
5. Prof. Dr. Dra. apt Hj. Asnah Marzuki, S.Si., M.Si, selaku Dekan Fakultas Teknologi Kesehatan.
6. Dr. Nirmawati Angria, S,Si.,M.Kes, selaku ketua program studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis Universitas Megarezky.
7. Ibu Arlitha Dekayana, S.Si., M.Kes, selaku dosen pembimbing akademik angkatan 2021B, atas bimbingan dan perhatiannya selama masa studi penulis.
8. Ibu Indas Wari Rahman, S.Si., M.Kes, selaku Pembimbing I, yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan dukungan dalam proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.
9. Dr. Jalal, M.Pd, selaku Pembimbing II, yang senantiasa memberikan saran, motivasi, dan masukan berharga dalam penyempurnaan isi skripsi ini.
10. Bapak A. Zulkifli As, S.Si., M.Kes, sebagai penguji utama, atas kritik, saran, dan masukan yang membangun dalam memperbaiki dan menyempurnakan skripsi ini.
11. Seluruh dosen dan staf di Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis Universitas Megarezky Makassar yang telah memberikan dukungan serta kemudahan dalam proses pembelajaran penulis selama menempuh pendidikan.
12. Keluarga besar penulis dimana sudah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis pada saat penulisan skripsi ini.
13. Rekan-rekan D-IV Teknologi Laboratorium Medis Universitas Megarezky Makassar angkatan 2021 G-EN21M terkhusus kelas B dimana tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas seluruh dukungan serta kenangan terbaik semasa bangku perkuliahan.
14. Teman-teman penulis Anggi, Zara, Asda, Fira, Yuni, Rita, Yayu, dan Siska terimakasih telah mendukung, memberikan semangat dan membantu penulis disaat kesusahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
15. Kepada Komunitas Kreatif Mahasiswa Intelektual (KAMI) D-IV TLM, terima kasih atas segala rasa kekeluargaannya selama 2 tahun penulis bergabung di komunitas dan terima kasih atas segala hal-hal baru yang penulis dapatkan. Dan

untuk teman-teman pengurus Angkatan 21 Asda, Agre, Putri, Dina, Yuni, Rita, Iro, Jannah, Nabila, Nia, Ila, Fenti, dan Wiriz terimakasih atas kerja samanya dan dukungannya selama ini kepada penulis.

16. Terakhir, terima kasih kepada wanita sederhana yang memiliki impian besar. Namun terkadang sulit di mengerti isi kepalanya, yaitu penulis diriku sendiri, Fani. Terimakasih telah berusaha keras untuk meyakinkan dan menguatkan diri sendiri bahwa kamu dapat menyelesaikan studi ini sampai skripsi. Berbahagialah selalu dengan dirimu sendiri, Fani. Rayakan kehadiranmu sebagai berkah dimanapun kamu menajakkan kaki. Jangan sia-siakan usaha dan doa yang selalu kanu langitkan. Allah sudah merencanakan dan memeberikan porsi terbaik untuk perjalanan hidupmu. Semoga langkah kebaikan selalu menyertaimu, dan semoga Allah selalu meridhai setiap langkahmu serta menjagamu dalam lindungan-Nya. Aamiin.

Makassar, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SEMINAR HASIL	ii
SURAT KERANGAN LULUS TURNITIN	ii
MOTTO	iv
CURRICULUM VITAE	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR SINGKATAN	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Tinjauan Umum Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB).....	6
B. Tinjauan Umum <i>Klebsiella pneumoniae</i>	19
C. Tinjauan Umum Resistensi Antibiotik	26
D. Tinjauan Umum <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR)	34
E. Kerangka Teori	40
F. Kerangka Konsep.....	41
G. Defenisi Operasional.....	41
BAB III METODE PENELITIAN	42
A. Desain Penelitian	42
B. Waktu Dan Tempat Penelitian.....	42

C. Populasi Dan Sampel	42
D. Teknik Pengambilan Sampel.....	43
F. Instrumen Penelitian	43
G. Prosedur Kerja	44
H. Interpretasi Hasil	48
I. Jenis Pengumpulan Data	48
J. Pengumpulan Dan Analisa Data	48
K. Etika Penelitian	49
L. Alur Penelitian.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
A. Hasil Penelitian	51
B. Pembahasan.....	54
BAB V PENUTUP	59
A. Kesimpulan	59
B. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	65

DAFTAR SINGKATAN

ASI	:	Air Susu Ibu
ACBT	:	<i>Active Cycle Of Breathing Technique</i>
BBKPM	:	Balai Besar Kesehatan Paru Makassar
BBLR	:	Berat Badan Lahir Rendah
CPS	:	<i>polisakarida</i> Kapsul
DNA	:	<i>Deoxyribo nucleic Acid</i>
DINKES	:	Dinas Kesehatan
ESBL	:	<i>Extended spectrum β-lactamase</i>
eTBR	:	<i>Etidium Bromida</i>
HiB	:	<i>Haemofillus Influenza Type B</i>
HIV/AIDS	:	<i>Human Immunodeficiency Viruses / Acquired Immunodeficiency syndrome</i>
HUMRC	:	<i>Hasanuddin University Medical Research Center</i>
ISPA	:	Infeksi Saluran Pernapasan Atas
ISPB	:	Infeksi Saluran Pernapasan Bawah
KEMENKES	:	Kementrian Kesehatan Republik Indonesia
LPS	:	<i>lipopolisakarida</i>
MCA	:	<i>MacConkey Agar</i>
NFW	:	<i>nuclease free water</i>
PCR	:	<i>Polymerase Chain Reaction</i>
PPOK	:	Penyakit Paru Obstruktif Kronik
RNA	:	<i>Riboso nuclease acid</i>
RSV	:	<i>Respiratory Synsial Virus</i>
SULSEL	:	Sulawesi Selatan
SPC	:	<i>Statistical Process Control</i>
TBC	:	<i>Tuberkulosis</i>
TBE	:	<i>Tris-borate-EDTA</i>
WHO	:	<i>World Health Organization</i>
RFLP	:	<i>Restriction Fraction Length Polymorphism</i>

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.2 Infeksi Saluran Pernapasan Bawah	6
Gambar 2.2 Peradangan Paru Akibat Pneumonia.....	15
Gambar 2.2. Bakteri <i>Klebsiella pneumoniae</i> Pada Media MCA	21
Gambar 3.2. Siklus PCR	37
Gambar 4.2. Metode <i>Elektroforesis</i>	39
Gambar 5.2. Bagan Kerangka Teori.....	40
Gambar 6.2. Bagan Kerangka Konsep.....	41
Gambar 1.3. Bagan Alur Penelitian.....	50
Gambar 1.4. Hasil <i>Elektroforesis</i>	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.4 Karakteristik variabel penelitian.....	51
Tabel 2.4 Hasil identifikasi menggunakan metode PCR.....	53

ABSTRAK

Dien Luthfiani B1D121060 “Identifikasi Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* Pada Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) Menggunakan Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR)” Dibimbing oleh Indas Wari Rahman dan Jalal

Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) yang masih menjadi salah satu penyakit tertinggi di Indonesia salah satunya ialah Pneumonia menyebabkan peradangan akut pada parenkim paru serta pematatan eksudat jaringan paru. Salah satu bakteri menyebabkan Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) ialah, *Klebsiella pneumoniae* bakteri patogen paling umum mendasari infeksi nosokomial karena ekspresi faktor virulensi dan terjadinya resistensi antibiotik yang menyebabkan adanya Gen OXA-48, pengkode enzim β -laktamase yang resistensi terhadap antibiotik jenis karbapenem. Penelitian ini tujuannya untuk mendeteksi Gen Oxa-48 *Klebsiella pneumoniae* pada penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) dengan menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Jenis penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif kuantitatif yang menggunakan pendekatan *cross-sectional study*. Sampel yang digunakan yakni sputum sebanyak 11 sampel dikumpulkan dari Balai Besar Kesehatan Paru Makassar (BBKPM), pemeriksaan dilakukan di *Hasanuddin University Medical Research Center* (HUMRC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel tidak terdeteksi Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* dengan target *band* 438bp. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dari pemeriksaan PCR pada sampel sputum penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) di nyatakan negatif dan tidak terinfeksi *Klebsiella pneumoniae*.

Kata kunci : ISPB, Sputum, *Klebsiella pneumoniae*, Gen OXA-48, PCR

ABSTRACT

Dien Luthfiani (B1D121060). *“Identification of the OXA-48 Gene in Klebsiella pneumoniae from Patients with Lower Respiratory Tract Infections (LRTIs) Using the Polymerase Chain Reaction (PCR) Method.” Supervised by Indas Wari Rahman and Jalal.*

Lower respiratory tract infection (LRTI), which remains one of the most prevalent diseases in Indonesia, includes pneumonia, characterized by acute inflammation of the pulmonary parenchyma and consolidation of lung tissue exudates. One causative bacterium of LRTIs is *Klebsiella pneumoniae*, the most common pathogen underlying nosocomial infections due to its virulence factor expression and antibiotic resistance. This resistance is mediated by the OXA-48 gene, which encodes a β -lactamase enzyme conferring resistance to carbapenem antibiotics. This study aimed to detect the OXA-48 gene in *Klebsiella pneumoniae* isolated from patients with lower respiratory tract infections using the Polymerase Chain Reaction (PCR) method. The research employed a descriptive quantitative design with a cross-sectional approach. One sputum sample was collected from the Makassar Public Pulmonary Health Center (BBKPM), and the examination was carried out at the Hasanuddin University Medical Research Center (HUMRC). The results showed that the OXA-48 gene of *Klebsiella pneumoniae* was not detected in the sputum sample, as the target band of 438 bp was absent. Therefore, it can be concluded that the sputum sample from the LRTI patient tested negative and was not infected with *Klebsiella pneumoniae*.

Keywords: LRTI, sputum, *Klebsiella pneumoniae*, OXA-48 gene, PCR



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Infeksi saluran pernapasan merupakan salah satu gangguan kesehatan yang sering dialami oleh masyarakat luas. Berdasarkan lokasi terjadinya, infeksi ini dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu infeksi saluran pernapasan atas dan infeksi saluran pernapasan bawah. Penyebab utamanya adalah mikroorganisme, di mana virus dan bakteri merupakan agen infeksius yang paling dominan (Amelia dkk, 2014).

Infeksi saluran pernapasan bawah merupakan terminologi luas untuk kejadian bronkitis akut, pneumonia, eksaserbasi akut dari penyakit paru obstruktif kronis, eksaserbasi akut dari bronkitis kronis, dan eksaserbasi akut dari bronkiektasis. Seringkali sulit untuk membedakan diagnosis dari infeksi atipikal. Gejala klinis dan temuan radiologi dapat memantu. Penggunaan antibiotik merupakan salah satu prinsip manajemen penatalaksanaan dari penyakit ini (Toka dkk, 2022).

Infeksi pada saluran pernapasan bawah tetap menjadi salah satu isu kesehatan utama. Menurut laporan dari *World Health Organization* (WHO), infeksi ini merupakan penyebab kematian paling umum di dunia, dengan hampir 3,5 juta kematian setiap tahunnya. Berdasarkan data studi *Global Burden of Diseases* (GBD) tahun 2019 melaporkan bahwa infeksi saluran napas bawah mempengaruhi 489 juta jiwa di dunia, yang mana 120 juta kasus termasuk pneumonia. *World Health Organization* (WHO) 2022, melaporkan bahwa secara global, pneumonia menjadi penyebab kematian bagi sekitar 740.180 bayi dan anak di bawah usia lima

tahun, yang setara dengan 14% dari seluruh kematian balita di dunia. Angka kejadian pneumonia cenderung lebih tinggi di negara-negara berkembang, dengan tingkat kematian tertinggi tercatat di wilayah Asia Selatan (2.500 kematian per 100.000 anak) serta Afrika Tengah dan Barat (1.620 kematian per 100.000 anak).

Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) yang merupakan cangkupan dari infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) masih menjadi penyakit tertinggi di Indonesia. Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (KEMENKES RI) Pada tahun 2023, cakupan penemuan kasus pneumonia pada anak balita kembali mengalami penurunan, yaitu berada pada angka 36,95%. Pada tahun 2023, persentase kematian balita akibat pneumonia tercatat sebesar 0,13%. Tingkat kematian akibat pneumonia pada kelompok usia bayi tercatat hampir tiga kali lebih tinggi dibandingkan dengan anak-anak usia 1 hingga 4 tahun. Adapun provinsi dengan cakupan penemuan pneumonia tertinggi pada balita meliputi Papua Barat (75%), DKI Jakarta (72,4%), dan Bali (71,6%).

Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan (2023) melaporkan bahwa jumlah penderita Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), termasuk Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB), mencapai 320.942 kasus selama periode Januari hingga Agustus 2023. Dari total tersebut, Kota Makassar mencatat jumlah tertinggi dengan 52.284 kasus, menjadikannya wilayah dengan kasus ISPA terbanyak di antara 23 kabupaten/kota lainnya. Kabupaten Gowa menyusul dengan 31.660 kasus, diikuti oleh Luwu Utara sebanyak 29.523 kasus, Bone dengan 20.650 kasus, dan Kota Pare-Pare sebanyak 18.249 kasus. Masih menurut laporan yang sama, proporsi kasus pneumonia tercatat sebesar 1,2%. Sementara itu, data prevalensi pneumonia

pada balita di Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2018 menunjukkan angka 1,19%, dengan prevalensi tertinggi berada di Kota Pare-Pare sebesar 2,57%. Berdasarkan karakteristik demografis, kasus pneumonia paling banyak terjadi pada anak usia 24–35 bulan (1,67%), berjenis kelamin perempuan (1,21%), dan tinggal di wilayah pedesaan (1,56%). Di Kota Makassar, pada tahun 2019 ditemukan 4 kasus pneumonia (0,4%) dari total 44 kematian bayi yang tercatat.

Sputum, atau dahak, adalah lendir yang berasal dari saluran pernapasan. Sputum purulen, yang menandakan adanya infeksi, memiliki konsistensi lebih kental dan tidak berbusa, berbeda dengan sputum yang tercampur air liur yang lebih encer dan mengandung gelembung busa. Pemeriksaan kultur sputum diperlukan untuk diagnosis infeksi karena keragaman bakteri yang mungkin ditemukan. Proses identifikasi ini penting guna menghindari kesalahan dalam menentukan agen infeksi (Dorawati dkk, 2021).

Menurut (Tarina & Kusuma, 2017) bakteri *Klebsiella pneumoniae* dapat diisolasi dari berbagai jenis sampel, seperti darah, urin, cairan pleura, maupun luka, melalui metode pewarnaan Gram. Berbagai teknik diagnostik telah digunakan untuk mendeteksi keberadaan bakteri ini, termasuk pewarnaan Gram, difusi cakram antibiotik, PCR, SPC, western blot, kit diagnostik, dan uji Epsilometer. Dari berbagai metode tersebut, pemilihan metode yang paling tepat menjadi krusial agar proses identifikasi dapat dilakukan secara optimal dan efisien.

Penelitian oleh Dorawati dkk, (2021) yang dilakukan pada 15 sampel sputum dari pasien dengan infeksi saluran pernapasan menunjukkan bahwa 13 dari 15 sampel (86,6%) menunjukkan pertumbuhan bakteri ketika ditanam di media

MacConkey Agar (MCA). Setelah itu, dilakukan pewarnaan Gram untuk identifikasi koloni bakteri, yang menunjukkan adanya 15 koloni bakteri Gram negatif, baik berbentuk basil maupun kokus. Selanjutnya, uji biokimia dilakukan untuk mengidentifikasi spesies, dan ditemukan beberapa jenis bakteri Gram negatif seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*, dan *Proteus mirabilis*.

Menurut penelitian dilakukan oleh Onyeji dkk, (2024) Pada penelitian menunjukkan bahwa hasil uji PCR untuk mendeteksi gen OXA-48 terdapat 9 (18%) positif isolat klinis *Klebsiella pneumoniae* pada jenis spesimen berbeda-beda. Dimana pada spesimen dahak, darah, dan nanah terdapat 2 (4%), 1 (2%), dan 1 (2%). Gen *karbapenemase* OXA-48 sangat penting karena kemampuannya untuk menyebar dengan cepat dan menginduksi resistensi tingkat tinggi terhadap karbapenem, yang secara signifikan membatasi pilihan pengobatan untuk infeksi yang disebabkan oleh *Klebsiella pneumoniae*.

Berdasarkan latar belakang, peneliti tertarik menjalankan penelitian Identifikasi Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* Pada Sampel Sputum Penderita Pneumonia Menggunakan Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR).

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini yakni apakah ditemukan Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* pada penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) dengan memakai metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR)?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini mendeteksi Gen Oxa-48 *Klebsiella pneumoniae* pada penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) dengan menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR).

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Pada penelitian peneliti dan pembaca bisa menambah wawasan serta pengetahuan tentang Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* dan dapat mengetahui pencegahan penyebaran, pengobatan dan penularan *Klebsiella pneumoniae*.

2. Manfaat praktis

Hasil penelitian ini bisa jadi dasar rekomendasi tindakan pencegahan penyebaran dan penularan Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* di fasilitas pelayanan kesehatan, terutama di unit bakteriologi dan ruang perawatan pasien dengan penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB).

3. Manfaat Teorilogis

Penelitian ini bisa di jadikan acuan penelitian selanjutnya dan hasil penelitian dapat menjadi acuan bagi peneliti lebih lanjut tentang diagnosis, pencegahan dan pengobatan Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* pada penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB)

1. Pengertian Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB)

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) mencakup gangguan pada saluran pernapasan atas seperti rhinitis, faringitis, dan otitis serta saluran pernapasan bawah, yang meliputi laringitis, bronkitis, bronkiolitis, dan pneumonia. Banyak organ membentuk saluran pernapasan, seperti alveoli hidung, ruang telinga tengah, sinus, dan pleura (Sari dkk, 2023).



Gambar 1.2. Infeksi Saluran Pernapasan Bawah
(Dinkes Jogja,2023)

Infeksi saluran pernapasan bawah merupakan gangguan kesehatan yang menyerang bagian bawah sistem pernapasan, seperti bronkus dan paru-paru. Kondisi ini dapat bersifat ringan hingga berat, serta kerap menunjukkan gejala yang menyerupai gangguan pernapasan lainnya. Infeksi ini melibatkan peradangan pada bronkus—saluran udara besar yang menghubungkan trakea dengan paru-paru—dan juga jaringan paru itu sendiri. Penyebabnya dapat berasal dari virus, bakteri, bahkan

jamur dalam beberapa kasus. Jenis infeksiya dapat berupa bronkitis, yaitu peradangan pada bronkus, maupun pneumonia, yaitu peradangan pada jaringan paru-paru (Dinkes jogja,2023).

2. Faktor terjadinya Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB)

Penularan infeksi saluran pernapasan bawah (ISPB) dapat terjadi melalui berbagai media, seperti percikan air liur, darah, hembusan napas, maupun saat bersin yang mengandung mikroorganisme penyebab penyakit. Gejala awal ISPB sering menyerupai flu biasa, seperti batuk, pilek, demam, bersin, nyeri tenggorokan, sakit kepala, serta keluarnya lendir yang mengental, mual, muntah, dan penurunan nafsu makan (anoreksia). Sayangnya, banyak orang tua cenderung menganggap remeh gejala-gejala tersebut, padahal kuman dan virus dapat dengan cepat berkembang di dalam saluran pernapasan dan menimbulkan infeksi yang lebih serius (Priwahyuni dkk, 2020).

Berbagai faktor risiko dapat memicu terjadinya ISPB. Faktor-faktor tersebut beragam dan dapat memengaruhi tingkat kerentanan seseorang terhadap infeksi saluran pernapasan bawah: (Ayuningtias dkk, 2022)

a. Jenis kelamin

Laki-laki cenderung lebih sering mengalami infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) dibandingkan perempuan. Hal ini diduga karena kebiasaan merokok dan lebih sering terpapar polusi udara akibat aktivitas berkendara yang tinggi.

b. Usia anak

Kelompok balita serta ibu rumah tangga memiliki kerentanan yang tinggi terhadap ISPA. Salah satu penyebabnya adalah kebiasaan memasak sambil

menggendong anak, yang menyebabkan balita terpapar asap dapur secara langsung.

c. Status gizi

Mempertahankan status gizi yang baik merupakan langkah pencegahan terhadap infeksi saluran pernapasan bawah (ISPB). Konsumsi makanan bergizi seimbang, memperbanyak asupan air putih, rutin berolahraga, serta istirahat yang cukup akan membantu menjaga daya tahan tubuh. Sistem imun yang kuat sangat penting untuk melawan infeksi yang disebabkan oleh virus atau bakteri.

d. Berat badan lahir

Berat badan saat lahir, yang dikenal sebagai riwayat berat badan lahir, berpengaruh terhadap sistem kekebalan tubuh anak. Balita yang lahir dengan berat di bawah 2.500 gram (BBLR) memiliki imunitas yang belum berkembang sempurna, sehingga lebih mudah terserang ISPB dibandingkan bayi dengan berat badan normal.

e. Pemberian air susu ibu

Pemberian ASI secara eksklusif telah terbukti menurunkan angka kematian bayi dan morbiditas. Kandungan antibodi alami dalam ASI mendukung kekebalan tubuh bayi, membantu pertumbuhan optimal, meningkatkan kecerdasan, serta turut memperpanjang jarak kehamilan berikutnya.

f. Status imunisasi

Imunisasi menggunakan mikroorganisme yang telah dilemahkan untuk merangsang kekebalan tubuh tanpa menimbulkan penyakit. Riwayat

imunisasi pada balita mencakup usia dan waktu pemberian vaksin. Imunisasi yang lengkap dapat mencegah terjadinya ISPB.

g. Pencemaran udara dalam rumah

Kualitas udara di dalam rumah sangat dipengaruhi oleh ventilasi. Rumah dengan ventilasi buruk, serta dapur yang menyatu dengan ruang tidur atau ruang bermain anak, meningkatkan risiko ISPB akibat paparan asap rokok maupun asap pembakaran bahan bakar. Anak-anak yang lebih banyak menghabiskan waktu di dalam rumah bersama ibu mereka lebih berisiko. Penelitian menunjukkan bahwa tinggal di lingkungan dengan tingkat polusi tinggi berkorelasi dengan meningkatnya risiko pneumonia pada anak.

h. Ventilasi rumah

Ventilasi merupakan proses pertukaran udara dari dan ke dalam ruangan, baik secara alami maupun buatan. Rumah yang memiliki ventilasi yang baik dapat menjaga sirkulasi udara tetap segar, mengurangi kelembapan, dan menurunkan risiko tumbuhnya bakteri, sehingga mencegah terjadinya infeksi saluran pernapasan.

i. Kepadatan penghuni rumah

Tingginya jumlah penghuni dalam satu rumah dapat memicu peningkatan polusi udara di dalam ruangan. Kondisi ini menjadi salah satu faktor yang meningkatkan risiko terjadinya ISPB pada anak (Ayuningtias dkk, 2022).

j. Tanda Dan Gejala

Tanda dan gejala ISPB yang merupakan bagian dari ISPA biasanya muncul dalam beberapa jam sampai beberapa hari. Gejala awal termasuk rinorea,

kongesti, dan bersin-bersin. Dalam kebanyakan kasus, rinorea yang di hasilkan berbentuk mukopurulen. Namun warna dihasilkan bervariasi tergantung pada sumbernya. Rinorea yang disebabkan oleh virus berwarna kuning jernih, sedangkan yang disebabkan oleh bakteri berwarna kehijauan. Gejala yang biasa timbul pada faring meliputi rasa sakit atau gatal di tenggorokan, serta kesulitan atau rasa nyeri saat menelan (odinofagia maupun disfagia). Nyeri pada tenggorokan pertama kali muncul saat sakit mulai dan terus berlanjut hingga akhir sakit dan terjadi dalam beberapa hari. Sekresi hidung turun ke faring, menyebabkan nyeri di tenggorokan. Pasien akan mengalami nyeri saat menelan jika ada peradangan pada uvula atau orofaring (Ayuningtias dkk, 2022).

Gejala infeksi saluran pernapasan bawah (ISPB) merupakan bagian dari ISPA juga dapat diinfeksi sebagai berikut, yaitu:

- a. Batuk sebagai respons tubuh terhadap iritasi atau infeksi saluran pernapasan.
- b. Suara serak, yaitu kondisi ketika suara anak menjadi parau atau kasar saat berbicara atau menangis.
- c. Hidung meler atau pilek, ditandai dengan keluarnya lendir dari rongga hidung.
- d. Demam, yang ditandai dengan suhu tubuh melebihi 37°C.
- e. Pernapasan yang lebih cepat dari normal (fast breathing), tergantung usia: pada bayi di bawah usia 2 bulan, frekuensi napas mencapai 60

kali per menit atau lebih; sedangkan pada anak usia 12 bulan hingga 5 tahun, lebih dari 40 kali per menit.

- f. Tanda sesak napas, terlihat dari gerakan tertariknya sela-sela tulang iga ke dalam saat anak bernapas

3. Patofisiologi Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB)

Mikroorganisme penyebab infeksi dapat mencapai saluran pernapasan bagian distal melalui tiga jalur utama, yaitu proses inhalasi, aspirasi, atau penyebaran melalui aliran darah (hematogen). Setelah masuk, patogen akan berkembang biak di dalam atau pada permukaan epitel saluran napas, yang kemudian memicu respons inflamasi, peningkatan produksi lendir, serta terganggunya kerja sistem mukosiliar. Fungsi paru-paru secara keseluruhan juga bisa ikut terpengaruh. Pada kasus bronkiolitis yang parah, peradangan dan kerusakan jaringan epitel dapat menyebabkan penyumbatan pada saluran udara kecil, yang berujung pada obstruksi saluran napas. Patogenesis ISPA dimulai dari interaksi antara virus dan tubuh sebagai langkah awal perjalanan klinis penyakit. Ketika virus masuk sebagai antigen melalui saluran pernapasan, silia pada permukaan saluran napas akan mencoba menggerakkannya ke arah faring atau keluar melalui laring dengan bantuan refleks spasme. Jika refleks tersebut gagal, virus dapat merusak epitel dan lapisan mukosa saluran pernapasan. Iritasi yang ditimbulkan virus pada lapisan tersebut menyebabkan batuk kering. Apabila struktur dinding saluran pernapasan mengalami kerusakan, kelenjar mukus akan memproduksi lendir secara berlebihan, yang selanjutnya memperparah gejala batuk. Oleh karena itu, batuk merupakan

gejala awal yang paling sering muncul pada tahap awal infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) (Padila dkk, 2019).

4. Etiologi

Infeksi saluran pernapasan bawah umumnya disebabkan oleh virus dan bakteri. Sebagian besar kasus bronkitis dan bronkiolitis berasal dari infeksi virus. Sementara itu, pneumonia yang diperoleh dari lingkungan masyarakat biasanya disebabkan oleh bakteri *Streptococcus pneumoniae*. Untuk jenis pneumonia atipikal, penyebabnya meliputi *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia spp.*, *Legionella*, *Coxiella burnetii*, serta beberapa jenis virus. Adapun pneumonia yang muncul di lingkungan rumah sakit (nosokomial) atau pada individu dengan sistem imun yang lemah umumnya disebabkan oleh berbagai organisme, dengan bakteri gram negatif dan stafilokokus sebagai patogen utama. Etiologi infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) sangat beragam, mencakup lebih dari 300 jenis mikroorganisme yang terdiri atas bakteri, virus, dan riketsia. Bakteri penyebab ISPA antara lain berasal dari genus *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Pneumococcus*, *Haemophilus*, *Bordetella*, dan *Corynebacterium*. Sementara itu, virus penyebab ISPA mencakup *Myxovirus*, *Adenovirus*, *Coronavirus*, *Picornavirus*, *Mycoplasma*, dan *Herpesvirus*. ISPA merupakan infeksi yang menyerang bagian atas saluran pernapasan, yakni area yang tidak berperan langsung dalam proses pertukaran gas, seperti rongga hidung, faring, dan laring. Contoh gangguan yang tergolong ISPA antara lain pilek, radang tenggorokan (faringitis), radang pita suara (laringitis), dan influenza tanpa komplikasi. Banyak faktor yang dapat meningkatkan risiko seseorang terkena ISPA. Faktor-faktor lingkungan memiliki peran penting, termasuk paparan polusi

udara seperti asap rokok, asap pembakaran bahan bakar untuk memasak, kepadatan penghuni dalam rumah, ventilasi yang buruk, tingkat kelembaban, kebersihan lingkungan, perubahan musim, serta suhu udara. Selain itu, faktor sistem pelayanan kesehatan juga memengaruhi, seperti ketersediaan fasilitas kesehatan, pelaksanaan vaksinasi, kesiapan ruang isolasi, serta efektivitas upaya pencegahan infeksi. Faktor dari individu sendiri (faktor penjamu) juga berperan, seperti daya tahan tubuh. Paparan terhadap lingkungan tercemar, misalnya asap kendaraan bermotor, bahan bakar minyak, serta benda asing seperti mainan plastik kecil, juga dapat meningkatkan risiko terjadinya ISPA (Ayuningtias dkk, 2022).

5. Jenis-jenis Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Bawah

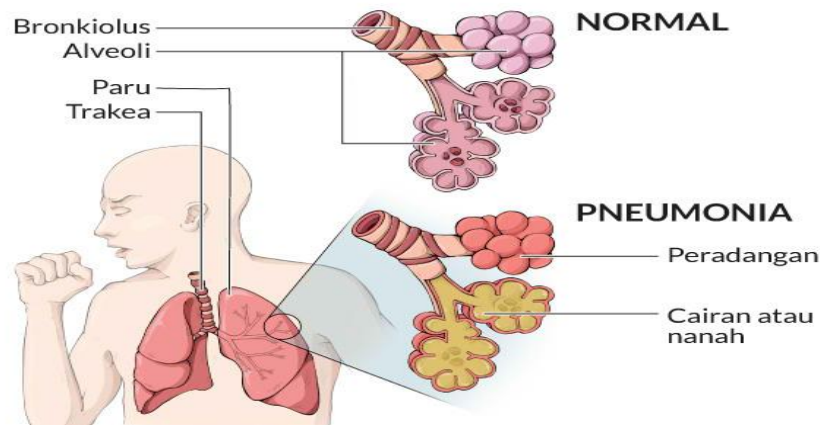
a. Pneumonia

Pneumonia merupakan penyakit infeksi yang mengakibatkan peradangan akut pada jaringan parenkim paru-paru, disertai dengan penumpukan eksudat yang menyebabkan konsolidasi pada jaringan paru. Penyakit ini tergolong sebagai infeksi saluran pernapasan akut yang secara khusus menyerang organ paru-paru. Paru-paru sendiri terdiri atas kantung-kantung udara kecil yang disebut alveolus (alveoli dalam bentuk jamak), yang berfungsi untuk menampung udara selama proses pernapasan normal. Pada penderita pneumonia, alveoli tersebut terisi oleh cairan dan nanah, sehingga menimbulkan rasa nyeri saat bernapas serta menghambat masuknya oksigen ke dalam tubuh secara optimal (Handayani dkk, 2025).

Pneumonia adalah infeksi paru-paru yang dapat mengancam jiwa, terutama karena menyerang alveoli, yakni kantung udara kecil di paru-paru yang berperan penting dalam pertukaran oksigen dan karbon dioksida. Ketika patogen seperti bakteri, virus, atau jamur menginfeksi alveoli, kantung-kantung ini menjadi meradang dan terisi dengan cairan atau nanah. Kondisi ini menghambat pertukaran oksigen yang sangat penting bagi tubuh, menyebabkan gangguan pernapasan serius dan penurunan tajam dalam suplai oksigen ke seluruh organ. Proses infeksi ini tidak hanya merusak alveoli, tetapi juga memicu respons inflamasi yang dapat menyebar ke seluruh sistem pernapasan, memperburuk kondisi pasien dan meningkatkan risiko komplikasi (Syahfitri, 2024).

Pneumonia dapat menyerang individu dari berbagai kelompok usia, namun angka kematian tertinggi akibat penyakit ini terjadi pada bayi dan anak-anak di bawah lima tahun. Anak-anak yang berusia di bawah dua tahun memiliki kerentanan lebih tinggi terhadap pneumonia dibandingkan anak yang usianya lebih tua. Dari total 6,6 juta kematian balita secara global, sebanyak 1,1 juta di antaranya disebabkan oleh pneumonia, dengan 99% kasus terjadi di negara-negara berkembang. Di Indonesia sendiri, prevalensi pneumonia cukup tinggi, terutama pada anak usia 1 hingga 4 tahun. Balita dari kelompok masyarakat dengan tingkat kesejahteraan terendah yang diukur melalui kuintil indeks kepemilikan lebih banyak mengalami pneumonia, yakni sebesar 2,74%. Secara nasional, prevalensi pneumonia pada balita meningkat dari 1,8% pada tahun 2013 menjadi 4,8% pada tahun 2018. Kasus tertinggi tercatat pada kelompok umur 12–23 bulan, yaitu sebesar 2,17% pada tahun 2013 dan meningkat menjadi

6,0% pada tahun 2018. Angka kematian akibat pneumonia pun tercatat lebih tinggi dibandingkan penyakit lainnya pada kelompok usia balita (Veridiana dkk, 2021).



Gambar 2.2 Peradangan Paru Akibat Pneumonia
(Veridiana dkk, 2021)

Alveoli adalah sekumpulan kantung udara kecil (alveolus) yang menyerupai gelembung dan terletak di bagian ujung dari saluran pernapasan, yaitu bronkiolus. Pneumonia terjadi ketika kantung-kantung udara tersebut, baik pada satu maupun kedua paru-paru, mengalami infeksi oleh mikroorganisme yang memicu peradangan. Infeksi ini menyebabkan alveoli terisi oleh cairan atau nanah, sehingga penderitanya mengalami kesulitan dalam bernapas. Akibat adanya cairan atau nanah di dalam paru-paru, kondisi ini juga sering disebut sebagai paru-paru basah (Veridiana dkk, 2021).

Secara umum, terdapat beberapa faktor yang meningkatkan risiko seseorang terserang pneumonia, antara lain kebiasaan merokok, status gizi yang buruk, usia, jenis kelamin, berat badan saat lahir, ventilasi rumah yang tidak memadai, status imunisasi yang belum lengkap, serta riwayat penyakit saluran

pernapasan sebelumnya. Penyebab utama pneumonia adalah mikroorganisme seperti virus, salah satunya adalah *Respiratory Syncytial Virus* (RSV), dan kelompok bakteri seperti *Streptococcus pneumoniae* serta *Haemophilus influenzae* tipe B (HiB). Infeksi umumnya bermula ketika mikroorganisme masuk ke dalam tubuh melalui percikan droplet air liur, lalu menyebar dari saluran pernapasan atas menuju jaringan parenkim paru, atau dalam beberapa kasus, menyebar melalui aliran darah (Ramelina & Sari, 2024).

b. Bronkitis

Bronkitis merupakan kondisi peradangan yang terjadi pada saluran bronkus di paru-paru, yang ditandai dengan munculnya gejala seperti batuk berdahak, sesak napas, suara napas abnormal seperti ronki, penurunan nafsu makan, serta demam. Bronkitis merupakan suatu kondisi peradangan pada saluran pernapasan yang disebut bronkus, hal ini mengarah pada pembengkakan dan peningkatan produksi lendir atau mukus di saluran tersebut. Bronkitis juga dikenal sebagai infeksi saluran pernapasan yang menyerang bagian trakea dan bronkus. Kondisi ini umumnya dialami oleh anak-anak yang tinggal di lingkungan dengan tingkat polusi tinggi, seperti paparan asap rokok dari orang tua di dalam rumah, emisi kendaraan bermotor, serta asap hasil pembakaran saat memasak menggunakan kayu bakar (Sijabat dkk, 2024).

Bronkitis adalah peradangan yang terjadi di sepanjang bronkiolus yang membawa udara masuk dan keluar paru-paru. Batuk dengan lendir yang kental dan berubah warna biasanya menjadi keluhan pasien yang menjalani pemeriksaan dan didiagnosis menderita bronkitis. Dalam arti sebenarnya, bronkitis adalah penyakit yang ditandai dengan peradangan pada saluran

bronkial. Secara klinis, para ahli mendefinisikan bronkitis sebagai penyakit pada saluran pernafasan yang gejala utamanya dominan disertai batuk. Artinya bronkitis itu sendiri bukanlah suatu penyakit melainkan bagian dari penyakit lain, namun bronkus ikut berperan dalam proses ini. Bronkitis umumnya diklasifikasikan menjadi dua tipe, yaitu bronkitis akut dan bronkitis kronis. Bronkitis akut biasanya disebabkan oleh infeksi yang serupa dengan penyebab influenza atau flu biasa, serta infeksi lain yang menyerang saluran pernapasan. Jenis ini umumnya berlangsung selama sekitar enam minggu, dengan rata-rata durasi antara 10 hingga 14 hari, dan dapat sembuh dalam hitungan hari atau minggu. Sementara itu, bronkitis kronis ditandai oleh adanya peradangan atau iritasi yang menetap pada saluran pernapasan, dan gejalanya berupa batuk disertai produksi dahak yang terjadi setiap hari dalam jangka waktu yang lama. Waktu berlangsungnya bronchitis kronis berlangsung lebih dari 6 minggu atau 2 bulan lebih (Sijabat dkk, 2024).

c. Hemoptoe

Hemoptisis, atau dikenal juga sebagai hemoptoe atau batuk berdarah, merupakan kondisi medis serius yang berpotensi fatal karena sulit diprediksi tingkat keparahan serta perkembangan klinisnya. Jika terjadi dalam volume besar (masif), hemoptisis menjadi keadaan gawat darurat yang memerlukan penanganan intensif dan terapi yang cepat serta tepat. Selain berisiko menimbulkan ketidakseimbangan hemodinamik akibat kehilangan darah dalam jumlah besar, hemoptisis masif juga dapat mengganggu proses pertukaran gas di alveoli dan meningkatkan risiko asfiksia, yang memiliki angka kematian tinggi. Walaupun kasus hemoptisis masif hanya mencakup sekitar 5–15% dari seluruh

kejadian hemoptisis, kondisi ini tetap harus diperlakukan sebagai situasi yang mengancam nyawa dan membutuhkan penanganan serta manajemen yang efektif. Penyebab hemoptisis sangat bervariasi, mencakup tidak hanya infeksi atau kelainan pada paru-paru, tetapi juga neoplasma, gangguan kardiovaskular, kelainan hematologis, dan penyakit sistemik lainnya. Variasi penyebab hemoptisis juga dipengaruhi oleh letak geografis, terutama terkait prevalensi tuberkulosis di suatu wilayah. Di negara-negara barat, penyebab tersering hemoptisis adalah keganasan dan gangguan non-tuberkulosis. Sebaliknya, di negara berkembang yang masih tergolong endemik tuberkulosis, penyakit ini tetap menjadi faktor utama pemicu hemoptisis (Irfa dkk, 2014).

d. Asma

Asma merupakan suatu kondisi pernapasan kronis yang bersifat heterogen dan dapat ditemukan di berbagai belahan dunia, baik di negara berkembang maupun negara maju. Penyakit ini ditandai dengan adanya inflamasi jangka panjang pada saluran pernapasan. Terjadinya asma dapat dipicu oleh berbagai faktor, seperti paparan alergen atau iritan, kegagalan dalam melakukan tindakan pencegahan, serta penanganan jangka panjang yang tidak optimal. Faktor-faktor seperti kebiasaan merokok, tekanan psikologis, dan gangguan emosional juga berperan dalam memperburuk kondisi asma. Salah satu metode terapi yang umum digunakan untuk mengatasi gejala asma adalah penggunaan inhaler, yaitu alat bantu pernapasan yang berfungsi untuk mengantarkan obat langsung ke saluran napas, terutama pada pasien dengan gangguan paru obstruktif kronis (Kamilah dkk, 2023).

Asma merupakan kondisi inflamasi saluran nafas yang terjadi secara kronis, yang dapat dipicu oleh infeksi, obesitas, stres psikososial, polusi, rokok, dan sumber alergi. Asma bronkial merupakan suatu obstruksi saluran nafas yang bersifat reversibel akibat adanya inflamasi pada saluran nafas dan hiperreaktivitas saluran nafas terhadap berbagai stimuli. Hingga saat ini pengobatan terhadap asma yang paling efektif yaitu dengan kortikosteroid dan β agonis. Pemberian obat profilaksis seperti kortikosteroid, leukotrien modifier, mast cell stabilizer, antihistamin, antikolinergis, methyxanthine dan sebagainya seringkali kurang efektif dan tidak jarang menimbulkan efek samping yang sangat mengganggu. Vitamin D akhir-akhir ini dipertimbangkan sebagai salah satu pengobatan terhadap asma. Umumnya prevalensi asma anak lebih tinggi dari dewasa. Pada masa kanak-kanak ditemukan prevalensi anak laki-laki berbanding perempuan 1,5:1, tetapi menjelang dewasa perbandingan tersebut lebih kurang sama. Data Global Asthma Study menunjukkan prevalensi asma secara global sebesar 11% pada anak berusia 6-7 tahun dan 9.1% pada anak berusia 13-14 tahun (Setyawan, 2024).

B. Tinjauan Umum *Klebsiella pneumoniae*

1. *Klebsiella pneumoniae*

Salah satu jenis bakteri gram negatif oportunistik yang dikenal luas adalah *Klebsiella pneumoniae*. Bakteri ini dapat menjadi penyebab berbagai jenis infeksi seperti infeksi saluran pernapasan, infeksi saluran kemih, infeksi nosokomial, dan bahkan dapat berkontribusi pada angka kematian hingga 10% dari kasus (Widyastuti, 2019). Untuk menangani infeksi yang ditimbulkannya, penggunaan

antibiotik merupakan metode utama. Namun, *K. pneumoniae* dapat mengalami resistensi tinggi ketika menghasilkan enzim karbapenemase, yang dikenal dengan sebutan *Klebsiella pneumoniae carbapenemase* (KPC). Keberadaan enzim ini menyebabkan bakteri menjadi resisten terhadap berbagai jenis antibiotik, termasuk penisilin, sefalosporin, dan aztreonam. Kondisi ini mendorong pentingnya pengembangan riset yang berfokus pada potensi bahan alam sebagai agen antibakteri alternatif untuk melawan infeksi bakteri yang resisten (Widyastuti, 2019).

Lebih lanjut, *Klebsiella pneumoniae* merupakan bakteri gram negatif yang memiliki ukuran sekitar 2,0–3,0 x 0,6 μm dan ditandai dengan adanya kapsul besar yang menyebabkan tampilan koloni terlihat sangat mukoid saat dikultur. Bakteri ini bersifat anaerob fakultatif dan secara alami ditemukan sebagai flora normal di saluran pencernaan dan pernapasan manusia. Infeksi yang ditimbulkan oleh *K. pneumoniae* umumnya menyerang individu dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah dan dapat menyebabkan pneumonia, infeksi saluran kemih, hingga sepsis (Edwin, 2019).

Dalam konteks layanan kesehatan, *K. pneumoniae* dikenal sebagai salah satu patogen utama penyebab infeksi nosokomial di berbagai rumah sakit di dunia. Infeksi yang ditimbulkan mencakup pneumonia, infeksi aliran darah (sepsis), infeksi saluran kemih, infeksi pada luka pasca operasi, hingga meningitis. Bakteri ini termasuk dalam kelompok *Extended Spectrum Beta-Lactamase* (ESBL), yaitu kelompok mikroorganisme yang memproduksi enzim beta-laktamase dengan spektrum luas. Enzim ini memungkinkan bakteri untuk menunjukkan resistensi

terhadap berbagai antibiotik beta-laktam, sehingga penanganan infeksiya menjadi semakin kompleks (Mulyati & Prian, 2023).

2. Klasifikasi *Klebsiella pneumoniae*

Salah satu anggota *family Enterobacteriaceae*, *Klebsiella pneumoniae* biasanya tinggal di *traktus digestivus*. Kuman ini dapat ditemukan dalam tinja hewan atau manusia. Genus *Klebsiella* juga dapat menyebabkan pneumonia pada manusia serta infeksi lain di luar sistem pernapasan, misalnya infeksi saluran kemih dan infeksi nosokomial (Susilo dkk, 2004).

Klasifikasi ilmiah:

Domain : Bacteria

Phylum : Proteobacteria

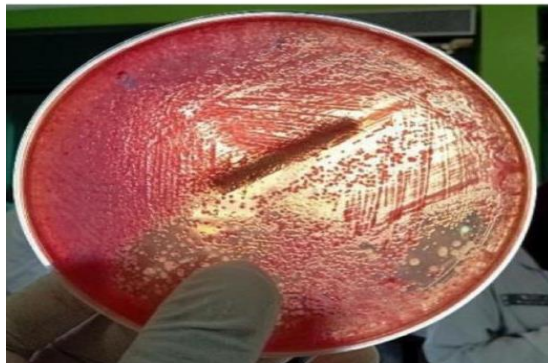
Class : Gammaproteobacteria

Ordo : Enterobacteriales

Family : Enterobacteriaceae

Genus : Klebsiella

Species : Klebsiella pneumoniae.



Gambar 3.2. Bakteri *Klebsiella pneumoniae* Pada Media MCA
(Labunda dkk, 2024)

Klebsiella pneumoniae merupakan bakteri berbentuk batang pendek yang diselubungi oleh kapsul tebal, namun tidak memiliki kemampuan untuk membentuk spora. Karena tidak dilengkapi dengan flagel, bakteri ini bersifat non-motil atau tidak dapat bergerak secara aktif. Meski demikian, *K. pneumoniae* mampu melakukan fermentasi terhadap berbagai jenis karbohidrat, termasuk laktosa, dengan hasil akhir berupa produksi asam dan gas. Selain itu, meskipun pada dasarnya merupakan bakteri anaerob fakultatif, *K. pneumoniae* tetap dapat tumbuh dalam kondisi lingkungan yang mengandung oksigen. Karakteristik lainnya adalah kemampuan bakteri ini untuk berkembang dalam kapsul polisakarida yang besar yang berperan penting dalam meningkatkan virulensinya dan melindungi dari fagositosis oleh sistem imun inang (Edwin, 2019).

3. Patogenitas *Klebsiella pneumoniae*

Klebsiella pneumoniae termasuk dalam kelompok spesies bakteri yang paling umum diketahui mampu memproduksi enzim Extended-Spectrum β -Lactamase (ESBL). Enzim ini berperan dalam menghidrolisis cincin β -laktam pada antibiotik, sehingga menyebabkan munculnya resistensi terhadap berbagai jenis antibiotik β -laktam. Dalam meningkatkan virulensinya, *K. pneumoniae* memiliki dua jenis antigen utama, yaitu antigen O dan K. Antigen O merupakan komponen paling luar dari struktur lipopolisakarida (LPS), sementara antigen K adalah polisakarida yang menyusun kapsul bakteri atau dikenal sebagai capsular polysaccharide (CPS). Terdapat delapan jenis serotipe untuk antigen O dan sekitar 77 serotipe untuk antigen K yang telah diidentifikasi.

Secara klinis, *K. pneumoniae* dapat menyebabkan berbagai infeksi serius, termasuk pneumonia, nekrosis jaringan paru, hingga infeksi saluran kemih. Menurut beberapa studi, sekitar 5% individu sehat dapat membawa bakteri ini sebagai flora normal. Pneumonia sendiri merupakan peradangan pada jaringan parenkim paru yang disebabkan oleh akumulasi cairan dalam alveoli akibat invasi agen infeksius. Ketika terjadi gangguan pada saluran napas, bakteri flora normal seperti *K. pneumoniae* dapat berubah menjadi patogen. Selain menjadi penyebab utama pneumonia, bakteri ini juga diketahui berperan dalam pielonefritis akut, khususnya pada wanita hamil dengan gangguan atau kelainan saluran kemih bawah (Edwin, 2019).

4. Identifikasi *Klebsiella pneumoniae*

a. Kultur

Kultur bakteri adalah metode menanam bakteri media untuk pembiakan sel. Ini biasanya digunakan dalam mengidentifikasi jenis bakteri dan digunakan untuk menentukan penyebab penyakit infeksi. Proses kultur bakteri dapat dilakukan menggunakan media padat maupun cair. Kultur ini merupakan teknik perbanyakan mikroorganisme di laboratorium dengan menggunakan media yang kaya akan nutrisi, seperti sumber karbon, air, energi, serta unsur-unsur penting lainnya seperti nitrogen, sulfur, fosfor, oksigen, dan hydrogen. Selain itu, dalam bahan dasar media dapat ditambahkan faktor pertumbuhan seperti asam amino, vitamin, atau nukleotida zat hara. Selain itu, lingkungan pertumbuhan yang sesuai dengan mikroorganisme juga dapat ditambahkan (Febyayuningrum dkk, 2021).

b. Perwarnaan Gram

Pewarnaan Gram merupakan metode yang paling sering digunakan dalam studi bakteriologi untuk membedakan dua jenis utama bakteri, yakni Gram positif dan Gram negatif. Prosedur ini dimulai dengan mengambil sedikit koloni bakteri menggunakan ose, lalu mengoleskannya secara tipis pada kaca objek bersih. Setelah dikeringkan, kaca difiksasi dengan menyentuh sisi bawahnya ke nyala api bunsen sebanyak tiga kali. Preparat kemudian ditetesi larutan kristal violet dan dibiarkan selama 3 hingga 5 menit sebelum dibilas dengan air. Langkah berikutnya adalah pemberian larutan lugol selama 3–5 menit, lalu kembali dicuci dengan air. Setelah itu, dilakukan proses dekolorisasi menggunakan alkohol 96% hingga warna memudar, lalu dicuci lagi. Selanjutnya, ditambahkan pewarna kontras berupa safranin sebelum pembilasan terakhir.

Bakteri yang mempertahankan warna ungu dari kristal violet meskipun telah didekolorisasi digolongkan sebagai Gram positif karena tidak menyerap pewarna kontras. Sebaliknya, bakteri yang kehilangan warna awal akibat alkohol dan kemudian menyerap warna merah dari safranin atau karbol fuchsin, termasuk ke dalam kelompok Gram negatif (Apriyanthi & Widayanti, 2022).

c. Uji Biokimia

Uji biokimia merupakan metode identifikasi yang umum digunakan untuk mengenali bakteri, khususnya dalam mengamati karakter fisiologis dari koloni hasil isolasi. Pengujian ini berkaitan erat dengan aktivitas metabolik

yang terjadi di dalam sel bakteri. Biasanya, uji biokimia digunakan untuk menentukan genus atau spesies bakteri, mengingat bentuk morfologis bakteri sangat terbatas seperti basil, kokus, dan spiral sehingga tidak cukup untuk membedakan antarspesies hanya berdasarkan bentuk. Secara umum, prinsip dari uji biokimia adalah mengamati kemampuan bakteri dalam bereaksi terhadap senyawa kimia tertentu yang menghasilkan produk metabolik khas sesuai sifatnya. Untuk mendeteksi reaksi tersebut, digunakan berbagai jenis reagen atau indikator yang disesuaikan dengan senyawa yang diuji. Salah satu contoh uji biokimia yang sering digunakan di laboratorium mikrobiologi adalah uji indole, yang berfungsi untuk membedakan antara kelompok *Enterobacteriaceae* dan genus lainnya (Rifai, 2021).

d. Pemeriksaan Molekuler

Identifikasi bakteri sebagai penyebab infeksi umumnya masih mengandalkan metode isolasi menggunakan media biakan murni serta pemeriksaan mikroskopik yang dilanjutkan dengan uji biokimia. Akan tetapi, terdapat kendala pada beberapa jenis bakteri yang sulit dikultur dalam media murni, sehingga dibutuhkan pendekatan alternatif dalam proses identifikasi patogen. Kemajuan dalam teknologi biologi molekuler menawarkan solusi baru dalam mendeteksi agen infeksius dan mempercepat proses diagnosis. Teknik molekuler memiliki sejumlah kelebihan, seperti sensitivitas tinggi, spesifisitas yang baik, serta waktu deteksi yang lebih singkat. Beberapa teknik biologi molekuler yang kini banyak digunakan di laboratorium mikrobiologi untuk deteksi bakteri antara lain Polymerase Chain Reaction (PCR), Loop-

Mediated Isothermal Amplification (LAMP), fingerprinting, Real-Time PCR, dan Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) (Khariri dkk, 2020).

C. Tinjauan Umum Resistensi Antibiotik

1. Defenisi Antibiotik

Antibiotik merupakan kelompok senyawa yang berasal dari bahan alami maupun sintetis, yang berfungsi untuk menghambat atau menghentikan aktivitas biokimia tertentu dalam tubuh organisme, terutama yang berkaitan dengan infeksi bakteri. Saat ini, peningkatan kasus resistensi antibiotik atau *antimicrobial resistance* (AMR) menjadi ancaman serius dalam bidang kesehatan global, dengan dampak paling besar dirasakan oleh negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah (*low- and middle-income countries* / LMIC). Berdasarkan data penelitian global terbaru, AMR diperkirakan secara langsung menyebabkan sekitar 1,27 juta kematian dan terlibat dalam total 4,95 juta kematian sepanjang tahun 2019 (Kastawa dkk, 2020).

Antibiotik pada dasarnya digunakan sebagai terapi utama dalam menangani berbagai penyakit infeksi. Meskipun manfaatnya tidak diragukan dalam pengobatan, penggunaan antibiotik secara berlebihan dan tidak tepat dapat memicu munculnya bakteri yang kebal terhadap obat tersebut, sehingga efektivitasnya menjadi menurun. Salah satu tantangan besar dalam dunia medis saat ini adalah resistensi bakteri terhadap antibiotik, terutama jenis yang bersifat multi-obat (*multi-drug resistance*). Kondisi ini umumnya disebabkan oleh ketidaktepatan dalam penggunaan antibiotik, baik dari segi dosis, jenis, maupun durasi pemberiannya,

yang pada akhirnya menyebabkan bakteri mengalami mutasi dan menjadi resisten (Negara, 2020).

2. Klasifikasi Antibiotik

Antibiotik merupakan jenis obat yang digunakan untuk mengobati infeksi yang disebabkan oleh bakteri. Berdasarkan cara kerjanya, antibiotik terbagi menjadi dua, yaitu bakterisidal yang bekerja dengan membunuh bakteri secara langsung, dan bakteriostatik yang berfungsi menghambat pertumbuhan serta perkembangbiakan bakteri. Pengelompokan antibiotik dapat dilakukan berdasarkan beberapa aspek, seperti cara kerja, struktur kimia, dan spektrum aktivitas antibakterinya. Dari segi mekanisme kerja, antibiotik dibedakan menjadi dua kelompok utama: bakteriostatik dan bakterisidal. Antibiotik dengan sifat bakteriostatik meliputi golongan glisilsilin, tetrasiklin seperti doksisiklin dan minosiklin, linkosamid seperti *klindamisin*, makrolid seperti *azitromisin*, *klaritromisin*, dan *eritromisin*, serta *oxazolidindion* (misalnya *linezolid*) dan sulfonamid seperti *sulfametoksazol*. Sementara itu, antibiotik dengan sifat bakterisidal mencakup golongan *aminoglikosida* (misalnya *tobramisin*, *gentamisin*, dan *amikasin*), beta-laktam (seperti *amoksisilin*, *sefazolin*, dan *meropenem*), fluoroquinolone (seperti *siprofloksasin*, *levofloksasin*, dan *moksifloksasin*), glikopeptida (seperti *vankomisin*), serta golongan lain seperti *daptomisin* dan nitroimidazole (*metronidazol*) (Apriliani & Pinatih, 2017).

3. Resistensi Antibiotik

Masalah resistensi bakteri telah menjadi isu global yang semakin berkembang, sehingga Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memberikan perhatian

serius dengan mengeluarkan pernyataan mengenai urgensi untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab serta merancang strategi yang efektif dalam mengendalikan fenomena tersebut. Salah satu pendekatan penting dalam pengendalian resistensi bakteri adalah penerapan prinsip penggunaan antibiotik secara rasional. Menurut WHO, penggunaan obat secara rasional, termasuk antibiotik, berarti pasien memperoleh terapi yang sesuai dengan kondisi klinisnya, dalam dosis yang tepat, untuk jangka waktu yang sesuai, dan dengan biaya yang terjangkau baik bagi individu maupun masyarakat sekitar (Negara, 2020).

Klebsiella pneumoniae merupakan salah satu bakteri patogen utama yang berperan dalam infeksi nosokomial, disebabkan oleh kemampuannya mengekspresikan berbagai faktor virulensi serta berkembangnya resistensi terhadap antibiotik. Studi telah menunjukkan bahwa enzim β -laktamase memainkan peran penting dalam resistensi *Klebsiella pneumoniae* terhadap antibiotik golongan β -laktam.

Antibiotik β -laktam adalah kelompok antibiotik yang mengandung struktur cincin β -laktam dan bekerja dengan cara menghambat sintesis dinding sel bakteri melalui penghambatan enzim karboksipeptidase dan transpeptidase, yang berfungsi dalam pembentukan dinding sel—keduanya dikenal sebagai penicillin-binding protein (PBP). Extended-Spectrum Beta-Lactamases (ESBL) adalah kelompok enzim yang dimediasi oleh plasmid dan diproduksi oleh bakteri tertentu, yang menyebabkan resistensi terhadap antibiotik β -laktam. Enzim ESBL telah diidentifikasi pada berbagai jenis bakteri enterobacterales serta pada *Pseudomonas aeruginosa*. Secara biokimia, ESBL mampu menghidrolisis antibiotik β -laktam

spektrum luas, tetapi mekanisme ini dapat dihambat oleh inhibitor β -laktamase. Beberapa jenis antibiotik yang rentan terhadap degradasi oleh ESBL meliputi penisilin, aztreonam, serta sefalosporin generasi pertama hingga keempat. Namun, jenis antibiotik seperti *cephamycins*, *moxalactam*, dan karbapenem tidak terpengaruh oleh aktivitas enzim ini. Selain itu, beberapa inhibitor seperti asam *klavulanat*, *tazobaktam*, dan *sulbaktam* dapat digunakan untuk menghambat kerja ESBL. Organisme penghasil ESBL juga diketahui memiliki potensi resistensi terhadap antibiotik non- β -laktam, termasuk golongan *aminoglikosida*, *kuinolon*, dan *kombinasi trimetoprim-sulfametoksazol*.

Enzim β -laktamase sendiri merupakan enzim yang diproduksi oleh sejumlah bakteri yang memberikan kemampuan resisten terhadap antibiotik β -laktam. Antibiotik dalam kelompok β -laktam bekerja dengan mengganggu sintesis dinding sel bakteri, yang pada akhirnya menyebabkan kematian sel akibat ketidakseimbangan tekanan osmotik. Golongan antibiotik β -laktam meliputi empat jenis utama, yaitu penisilin, sefalosporin, monobaktam, dan karbapenem (Kastawa dkk, 2020).

4. Resistensi *Carbapenem*

Karbapenem termasuk dalam kelompok antibiotik β -laktam yang bersifat bakterisidal dan telah terbukti efektif dalam menangani infeksi berat yang disebabkan oleh bakteri penghasil *Extended Spectrum β -Lactamase* (ESBL). Obat ini sering dijadikan pilihan utama dalam terapi infeksi yang disebabkan oleh berbagai bakteri resisten, antara lain *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, anggota keluarga *Enterobacteriaceae* seperti *Klebsiella pneumoniae*,

Escherichia coli, *Enterobacter spp.*, dan *Proteus spp.*, serta *Enterococcus faecium*, *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Shigella spp.*, dan *Mycobacterium tuberculosis* (Junaidi dkk, 2021).

Karbapenem memiliki struktur khas yang mencakup cincin β -laktam yang stabil, menjadikannya resisten terhadap sebagian besar enzim β -laktamase, termasuk *metallo- β -lactamases* (MBLs). Hal ini memberi karbapenem spektrum aktivitas antibakteri yang sangat luas. Cara kerja utama karbapenem adalah dengan menembus dinding sel bakteri dan berikatan dengan *penicillin-binding proteins* (PBP). Ikatan ini menghambat enzim pengatur autolisis intraseluler, yang kemudian memicu kematian sel bakteri. Karbapenem menargetkan enzim transpeptidase yang berperan dalam proses pembentukan silang peptida dalam sintesis dinding sel, dan dengan menghambat aktivitas ini, ia meningkatkan kerja enzim autolitik yang menyebabkan lisis sel. Karena karakteristiknya ini, karbapenem dikenal sebagai antibiotik yang sangat efektif dalam mengatasi infeksi bakteri yang berat dan invasif, serta memiliki keunggulan berupa kemampuan membunuh bakteri tanpa terlalu dipengaruhi oleh konsentrasi obat. Contoh antibiotik dalam kelompok karbapenem meliputi imipenem, meropenem, doripenem, ertapenem, panipenem, dan biapenem. Peningkatan penggunaan karbapenem di berbagai negara disebabkan oleh meningkatnya resistensi terhadap sefalosporin, terutama dalam keluarga *Enterobacteriaceae*. Salah satu bentuk resistensi terbaru yang muncul adalah akibat produksi enzim *carbapenemase*, yaitu β -laktamase yang mampu menghancurkan karbapenem (Kastawa dkk, 2020).

Resistensi terhadap antibiotik golongan karbapenem umumnya disebabkan oleh dua mekanisme utama, yaitu produksi enzim karbapenemase (enzim yang mampu menghidrolisis karbapenem) serta aktivitas β -laktamase yang disertai dengan perubahan struktur, seperti pada ESBL (Extended Spectrum Beta-Lactamase) dan enzim AmpC sefalosporinase. Resistensi ini dapat bersifat intrinsik artinya dimiliki secara alami oleh bakteri—atau diperoleh melalui proses adaptasi genetik. Dalam beberapa kasus, kedua mekanisme ini bekerja secara bersamaan sehingga memperkuat kemampuan bakteri untuk bertahan terhadap terapi antibiotik. Beberapa jenis bakteri seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa* secara alami menunjukkan resistensi terhadap karbapenem. Resistensi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti hilangnya target antibiotik pada sel bakteri, perbedaan dalam struktur membran sitoplasma, atau ketidakmampuan molekul karbapenem untuk menembus membran luar bakteri. Secara umum, terdapat tiga jalur utama dalam mekanisme resistensi intrinsik terhadap antibiotik: pertama, adanya hambatan penetrasi antibiotik akibat struktur membran luar bakteri atau mekanisme efluks yang aktif membuang antibiotik dari dalam sel; kedua, modifikasi target antibiotik melalui mutasi genetik atau perubahan pasca-translasi oleh bakteri; dan ketiga, keberadaan enzim yang dapat mengubah atau menghancurkan struktur antibiotik secara spesifik, seperti enzim karbapenemase. Enzim ini termasuk dalam kelompok β -laktamase dan memiliki kemampuan untuk menonaktifkan karbapenem secara langsung (Kastawadkk, 2020).

5. Klasifikasi Karbapenem

Menurut (Onyeji dkk, 2024) enzim β -laktamase dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kelas berdasarkan struktur dan mekanisme kerjanya sebagai berikut:

a. β -Laktamase Kelas A

Enzim-enzim dalam kelas ini biasanya disandi oleh gen kromosomal maupun plasmid. Beberapa contoh enzim yang berasal dari gen kromosomal meliputi *NmcA* (*Non-metalloenzyme Carbapenemase A*), *SME* (*Serratia marcescens enzyme*), *IMI-1* (*Imipenem-hydrolyzing β -lactamase-1*), serta *SFC-1* (*Serratia fonticola Carbapenemase-1*). Di sisi lain, gen-gen pengkode yang berada pada plasmid mencakup varian dari *Klebsiella pneumoniae carbapenemases* (KPC), seperti *KPC-2* hingga *KPC-13*, serta varian *IMI* (*IMI-1* sampai *IMI-3*) dan *GES* (*Guiana Extended-spectrum*) mulai dari *GES-1* sampai *GES-20*. Sebagian besar enzim ini mampu menghidrolisis karbapenem dan beberapa di antaranya bisa dihambat dengan penggunaan asam klavulanat.

b. β -laktamase kelas B

Enzim β -laktamase kelas B umumnya ditemukan pada bakteri Gram negatif seperti *Enterobacteriaceae* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Beberapa enzim yang paling sering dijumpai dalam kelompok ini antara lain *NDM* (*New Delhi Metallo- β -lactamase*), *VIM* (*Verona Integron-encoded Metallo- β -lactamase*), dan *IMP* (*Imipenemase*). Penyebaran enzim ini bervariasi secara geografis: enzim *IMP* paling banyak dilaporkan di negara-negara seperti Tiongkok, Jepang, dan Australia, khususnya pada *Acinetobacter baumannii*. Sedangkan

enzim *VIM* lebih banyak ditemukan di Italia dan Yunani (pada *Enterobacteriaceae*) serta di Rusia (pada *P. aeruginosa*).

c. β -laktamase kelas D

Kelompok ini mencakup enzim β -laktamase tipe serin yang sebagian besar dapat dihambat oleh asam klavulanat atau EDTA. Salah satu ciri khas dari kelas ini adalah keberadaan enzim *OXA* (*oxacillinase*), yang walaupun memiliki aktivitas lemah terhadap karbapenem, namun keberadaannya tetap signifikan karena kemampuannya meningkat jika diekspresikan oleh elemen genetik pengatur. Enzim ini umumnya ditemukan pada bakteri non-fermenter seperti *Acinetobacter baumannii* dan *Pseudomonas aeruginosa*, meskipun kadang-kadang juga ditemukan dalam keluarga *Enterobacteriaceae* di berbagai negara seperti Inggris dan Amerika Serikat.

Varian *OXA*-type seperti *OXA-23*, *OXA-24/40*, dan *OXA-58* sering diidentifikasi pada *A. baumannii*. Enzim *OXA-23* merupakan tipe pertama yang ditemukan, sementara *OXA-24/40* biasanya terletak pada kromosom, berbeda dengan *OXA-58* yang dikodekan oleh plasmid. Sampai saat ini, telah teridentifikasi sekitar sepuluh varian enzim *OXA-48*, yang diketahui menyebar secara global terutama pada kasus infeksi nosokomial yang disebabkan oleh *Klebsiella pneumoniae* dan infeksi komunitas oleh *Escherichia coli*. Enzim *OXA-50* secara alami terdapat pada *P. aeruginosa*, namun varian lain dengan spektrum aktivitas lebih luas seperti *OXA-11*, *OXA-13*, *OXA-14*, *OXA-19*, *OXA-36*, hingga *OXA-183* juga telah ditemukan. Penyebaran gen pengkode *OXA-48* pada *K. pneumoniae* kini meluas di

kawasan Turki, Timur Tengah, Afrika Utara, dan sebagian besar wilayah Eropa (Onyeji dkk, 2024).

D. Tinjauan Umum *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

1. *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

Polymerase Chain Reaction (PCR) merupakan teknik untuk mensintesis dan memperbanyak DNA secara signifikan, sehingga mampu menggandakan jutaan fragmen DNA hanya dalam waktu beberapa jam. Sebelum menerapkan PCR pada sampel penelitian, proses optimasi diperlukan guna menentukan komposisi reagen dan kondisi reaksi yang paling ideal. Setelah seluruh reagen dan sampel tersedia, pelaksana PCR, seperti teknisi laboratorium, perlu memahami secara rinci setiap tahapan prosedur yang harus dilakukan dalam metode ini (Setyawati & Zubaidah, 2021).

PCR adalah reaksi biokimia sederhana, tetapi memengaruhi kemajuan teknologi biologi molekular. Kary B. Mullis dianugerahi Nobel Kimia pada tahun 1994, satu dekade setelah ia mengembangkan teknik PCR untuk pertama kalinya. PCR sendiri merupakan proses amplifikasi atau penggandaan DNA yang dilakukan secara *in vitro*, dengan memanfaatkan replikasi DNA yang dibantu oleh enzim DNA polimerase serta melibatkan perubahan suhu yang memengaruhi sifat fisik DNA. Karena teknologi ini sangat sensitif, hanya satu molekul DNA dapat diperbanyak dua kali lipat dalam siklus suhu yang sama (Masum dkk, 2019).

Dalam reaksi rantai polimerase (PCR), ada empat komponen utama: DNA polimerase, oligonukleotida primer, deoksiribonukleotida trifosfat (dNTP), dan DNA cetakan atau template DNA. Komponen yang pertama, yaitu DNA template,

berperan sebagai pola acuan dalam proses sintesis molekul DNA baru yang identik. Sedangkan komponen kedua, yaitu primer oligonukleotida, merupakan rangkaian pendek dari nukleotida yang dirancang secara spesifik, yang terdiri dari 15 hingga 25 basa nukleotida. Komponen keempat, DNA polimerase, ditugaskan untuk mengkatalisis reaksi sintesis rantai DNA (Setia dkk, 2020).

Prinsip kerja metode konvensional Polymerase Chain Reaction (PCR) adalah memperbanyak urutan DNA spesifik melalui proses enzimatik terhadap primer oligonukleotida. Namun, metode PCR konvensional memiliki sejumlah keterbatasan, seperti tingkat sensitivitas dan presisi yang rendah, pengoperasian alat yang masih manual, serta hasil yang tidak ditampilkan dalam bentuk numerik. Selain itu, proses deteksi DNA dilakukan setelah reaksi selesai, dan keberadaan DNA hasil amplifikasi dianalisis melalui elektroforesis pada gel agarosa (Setia dkk, 2020).

2. Isolasi DNA

Salah satu teknik penting dalam biomolekular dan bioteknologi adalah isolasi DNA, yang harus dikuasai di laboratorium. Proses ini bertujuan untuk memisahkan DNA dari komponen lain seperti lemak (lipid), protein, polisakarida, serta berbagai zat penyusun sel lainnya. Terdapat berbagai teknik yang dapat diterapkan untuk mengisolasi DNA, namun tahapan isolasi DNA pada dasarnya sama untuk semua bahan dan metode yang digunakan, yaitu lisis sel atau jaringan yang efektif, denaturasi kompleks (Hariyadi dkk, 2018).

Isolasi DNA merupakan proses pemisahan molekul DNA dari berbagai komponen lain dalam sel. Prosedur ini umumnya mengacu pada dua prinsip utama,

yakni sentrifugasi dan presipitasi. Sentrifugasi memanfaatkan perbedaan massa molekul serta gaya putar untuk memisahkan komponen, sedangkan presipitasi bertujuan untuk mengendapkan DNA agar dapat terpisah dari zat lain di dalam sel. Tahapan isolasi DNA secara umum meliputi proses sentrifugasi, inkubasi, presipitasi, elusi, pencucian, dan pengeringan. Proses ini dapat dilakukan menggunakan kit khusus maupun metode manual. Meskipun teknik manual dan konvensional cenderung membutuhkan waktu lebih lama serta perlengkapan yang lebih kompleks, metode ini tetap memiliki kelebihan dari segi biaya yang relatif rendah, meskipun hasilnya bisa bervariasi tergantung pada jenis sampel yang digunakan (Octavia dkk, 2021).

3. Tahap-tahap *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

a. Denaturasi

Denaturasi templat yang tidak sempurna menyebabkan banyak kegagalan PCR. Dalam kebanyakan kasus, denaturasi terjadi pada 95°C selama 30 detik ataupun 97°C selama 15 detik. Namun, suhu yang lebih tinggi mungkin juga sesuai untuk target DNA dengan G+C mol% sangat tinggi. Untai DNA dapat pecah jika denaturasi tidak sempurna. Selain itu, tahap denaturasi terlalu lama bisa menyebabkan aktivitas enzim DNA polymerase hilang. Enzim Taq polimerase memiliki masa paruh lebih dari dua jam pada suhu 92,5°C, empat puluh menit pada 95°C, dan lima menit pada 97°C.

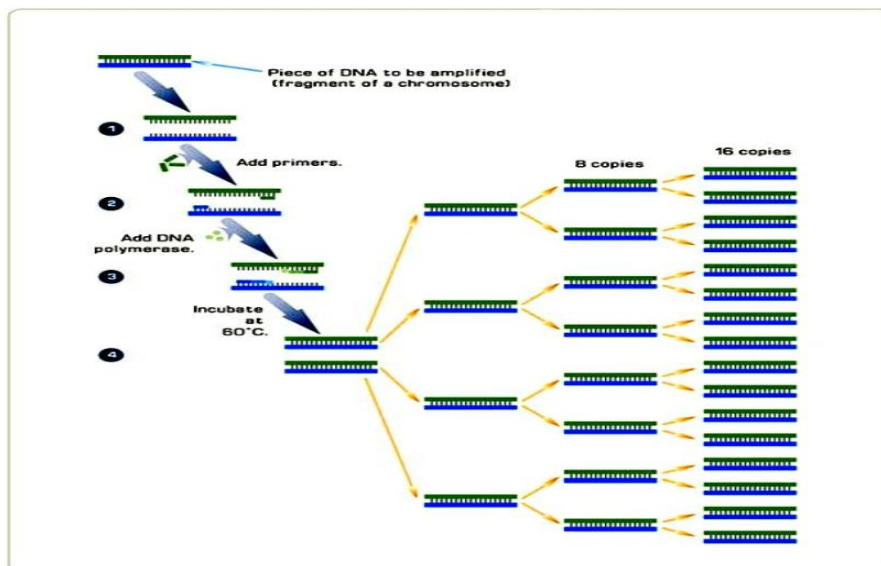
b. Annealing

annealing atau penggabungan primer. Suhu yang digunakan untuk menggabungkan templat dengan primer bervariasi berdasarkan urutan basa

yang digunakan. Untuk menghindari pita elektroforesis yang tidak spesifik, pengaturan suhu penggabungan sangat penting. Suhu annealing dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut: $T_m = 4^\circ (G + C) + 2^\circ (A + T)$ °C. Jika T_m lebih dari 25 nukleotida, maka beberapa program seperti DNASTar, Perlprimer, oligoexplorer, dan FastPCR dapat digunakan.

c. Extension

Perpanjangan suhu Dilaporkan bahwa reaksi Taq polimerase dapat maju dengan kecepatan 60 nukleotida per detik per molekul pada suhu 70°C, dan dapat memperbanyak 1 kb selama satu menit pada suhu 72°C, yang diperkirakan aman (Masum dkk, 2019).



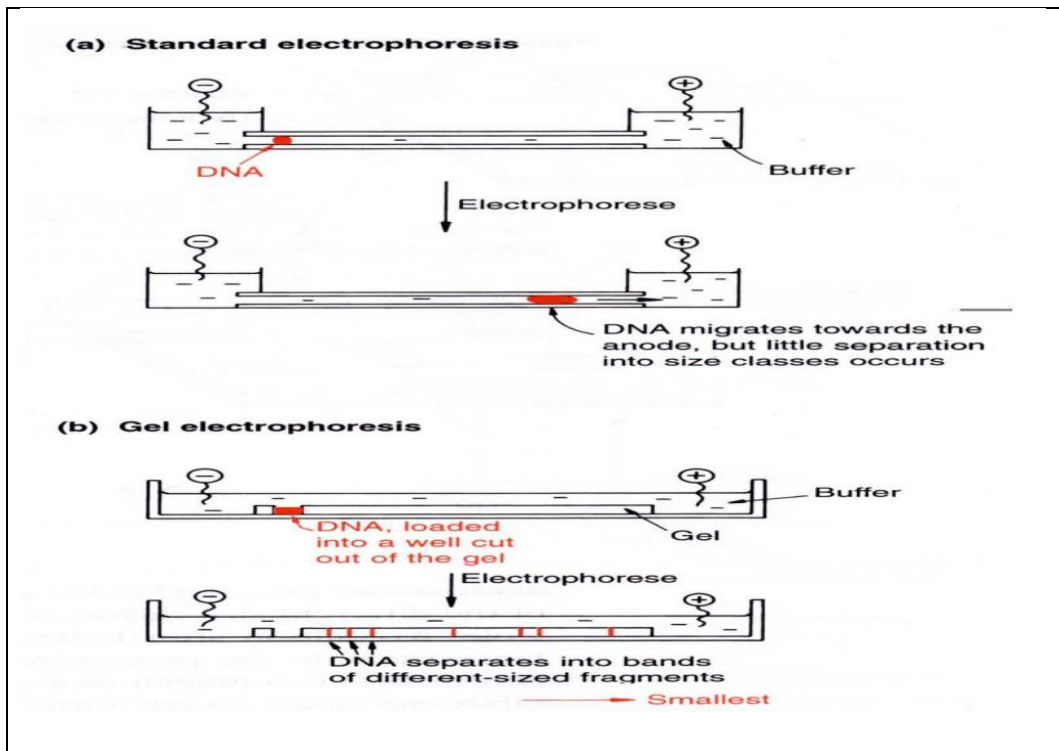
Gambar 4.2.Siklus PCR
(Yusuf, 2010)

4. Elektroforesis

Elektroforesis adalah teknik pemisahan yang menggunakan medan listrik yang dihasilkan oleh elektroda untuk membedakan senyawa dengan muatan kation atau anion. Dengan sel elektrokimia, ini sangat berbeda, Proses elektroforesis menggunakan medan listrik. Teknik elektroforesis sudah lama ditemukan sekitar abad ke-19, tetapi pengembangannya yang paling signifikan dimulai tahun 1956 ketika Hunter dan Moller melakukan penelitian tentang sifat katalisator enzim. untuk mengevaluasi dampak kimia pada perkembangan (Harahap, 2018).

Elektroforesis memerlukan beberapa komponen utama, salah satunya adalah larutan elektrolit yang berperan sebagai medium penghantar. Biasanya digunakan larutan buffer dengan tingkat pH yang disesuaikan dengan karakteristik senyawa yang hendak dipisahkan. Komponen penting lainnya adalah elektroda, yang berfungsi sebagai penghubung antara media pemisah dengan sumber arus listrik yang menjadi energi penggerak (Harahap, 2018).

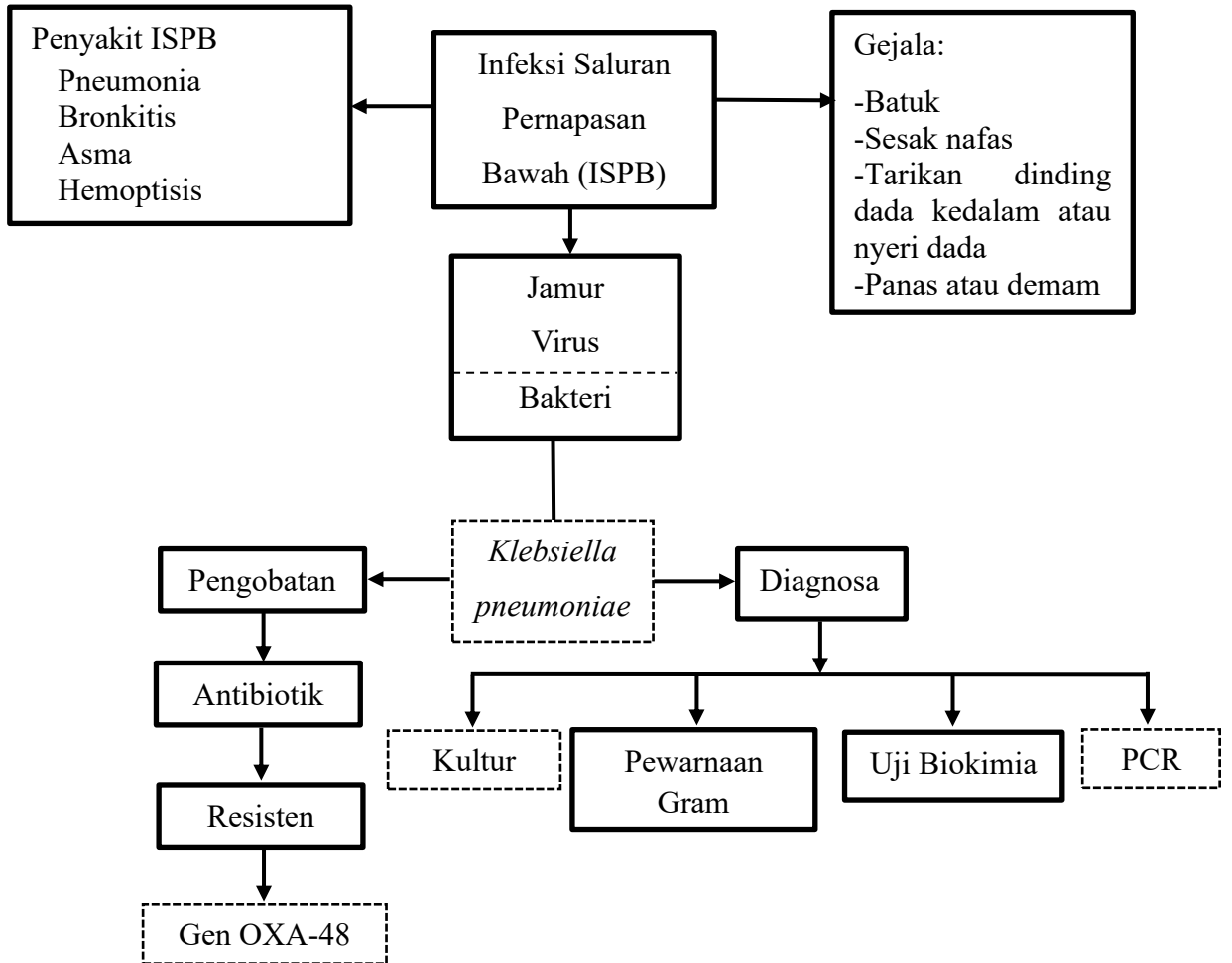
Pada dasarnya, elektroforesis bekerja berdasarkan prinsip pergerakan partikel bermuatan, baik ion maupun molekul, melalui suatu medium setengah padat (semisolid) di bawah pengaruh medan listrik. Teknik ini umum digunakan untuk menentukan ukuran fragmen DNA dengan bantuan DNA marker. DNA marker digunakan sebagai acuan pembanding, sehingga ukuran DNA dalam sampel dapat diperkirakan (Sundari & Priadi, 2020).



Gambar 5.2. Metode Elektroforesis

(Yusuf, 2011)

E. Kerangka Teori



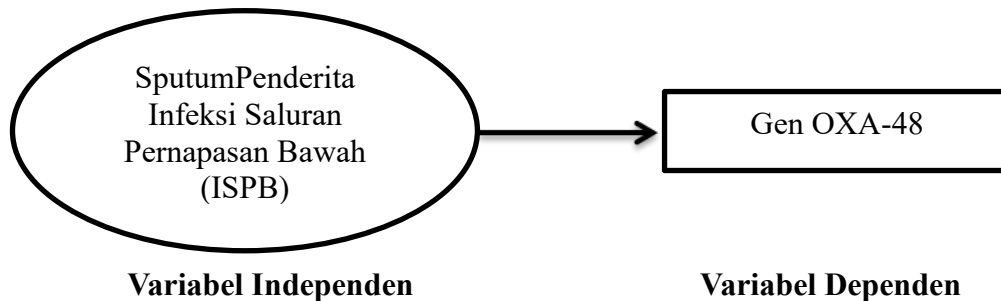
Keterangan :

 : Diteliti

 : Tidak Diteliti

Gambar 6.2. Bagan Kerangka Teori

F. Kerangka Konsep



Gambar 7.2. Bagan Kerangka Konsep

G. Defenisi Operasional

- a. Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) adalah penyakit yang menyerang sistem pernapasan di bawah tenggorokan, termasuk paru-paru dan bronkus. ISPB dapat disebabkan oleh *Klebsiella pneumoniae*.
- b. Gen OXA-48 adalah gen resistensi antibiotik jenis karbapenem, yang umumnya ditemukan pada bakteri *Enterobacterales* terutama pada *Escherichia coli* dan *Klebsiella pneumoniae*.
- c. *Klebsiella pneumoniae* adalah jenis bakteri patogen oportunistik yang ada pada saluran pernafasan, dan dapat menyebabkan penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB).
- d. *Polymerase Chain Reaction* (PCR) adalah teknik pemeriksaan menggandakan jumlah DNA target, untuk mendekteksi Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini yakni penelitian deskriptif kuantitatif yang menggunakan pendekatan *cross-sectional study*. Dimana penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* pasien penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB).

B. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bulan Mei-Juni 2025. Lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini di Balai Besar Kesehatan Paru Makassar (BBKPM). Pemeriksaan dan Pembacaan hasil sampel di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Megarezky Makassar dan Laboratorium Hasanuddin *University Medical Research Center* (HUMRC).

C. Populasi Dan Sampel

1. Populasi

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini yakni pasien Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) di Balai Besar Kesehatan Paru Makassar (BBKPM).

2. Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini yakni sampel sputum diambil dari pasien Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) yang telah memenuhi kriteria inklusi.

D. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel penelitian ini yaitu *convenience sampling* ataupun *accidental sampling* adalah mengambil responden sebagai sampel berdasarkan Kriteria Inklusi dan eksklusi, dan telah di setujui oleh staf laboratorium Balai Besar Kesehatan Paru Makassar (BBKPM).

E. Kriteria Inklusi Dan Eksklusi

1. Kriteria Inklusi

- a. Sputum pagi
- b. Sputum mukopurulen

2. Kriteria Eksklusi

- a. Riwayat penyakit TB dan HIV
- b. Mengalami gangguan kesadaran

F. Instrumen Penelitian

1. Alat

Adapun alat dipakai pada penelitian yakni ose bulat, cawan petri, Autoklaf , Vitek MS, Pot sampel, *Thermocycler* (Bio Base), *gel DOC* (Bio Base), satu set alat elektroforesis (Bio-Red), komputer, *freezer*, *coolbox*, gelas ukur, gelas kimia, timbangan analitik (Kern), sendok tanduk, inkubator (Heidolph 1000), mesin *centrifuge*, mikropipet Dragonlab (100-1000 μ l, 20-200 μ l, 1-20 μ l, 0,5-10 μ l), cetakan Agarosa, *laminari flow cabinet* (Biobase), botol kaca, spin column, *microwave electrolux*, dan stopwatch.

2. Bahan

Pada penelitian ini menggunakan sampel sputum, media *mac conkey agar* (MCA), kristal violet, lugol, alkohol, safranin, Slide MS, tabung tube (*Cryotube*), tabung *ependorf*, tabung spin column, tabung PCR, filter tip (1000 μ l, 200 μ l, 20 μ l), ethanol absolute, Kit ekstraksi (*Geneaid*), template DNA, bubuk gel agaros 2%, *Nuclease free water*, *Ethidium Bromida* (EtBr), Larutan *buffer tris borate* EDTA (TBE) 0,5x, primer forward yaitu GCGTGGTTAAGGATGAACAC dan primer reverse yaitu CATCAAGTTCAACCCAACCG. Ukuran produk PCR adalah 438 bp (Onyeji dkk., 2024).

G. Prosedur Kerja

1. Pengambilan sampel

Pada pengambilan sputum dilakukan oleh pegawai Balai Besar Kesehatan Paru Makassar (BBKPM) yang dimana sputum di ambil pada dahak pasien (ISPB), kemudian dimasukkan ke dalam pot sputum, lalu diletakan di dalam coolbox dan dibawah di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Megarezky Makassar untuk dilakukan tahap kultur dan setelah itu dibawah di Laboratorium Hasanuddin *University Medical Research Center* (HUMRC) untuk tahapan PCR.

2. Identifikasi Bakteri Pada Sampel

a. Identifikasi Bakteri Pada Sampel

1) Sterilisasi alat

steriliasasi alat dapat dilakukan dengan cara yaitu pada peralatan gelas seperti cawan petri, labu erlenmeyer, gelas kimia, batang pengaduk, dan gelas ukur dibungkus menggunakan kertas putih kemudian disterilkan

dalam autoklaf pada 121°C selama 15 menit

2). Isolasi sampel dahak ke media *MacConkey Agar* (MCA)

Menyiapkan alat bahan yang akan digunakan, kemudian pembuatan isolasi dilakukan dengan cara diambil sampel dahak menggunakan ose bulat steril kemudian digoreskan diatas plate media MCA dengan goresan T kuadran dan diinkubasi pada inkubator selama 1x24 jam pada suhu 37°C kemudian amati pertumbuhan koloni pada media MCA.

3). Pewarnaan gram

Untuk pewarnaan gram, dilakukan pembuatan preparat dengan cara di ambil koloni menggunakan ose bulat yang steril dan goreskan di atas *objec glass* dan keringkan kemudian lakukan pewarnaan gram dengan cara teteskan preparat dengan reagen 1 kristal violet selama 60 detik, bilas dengan air mengalir dan tiriskan. Teteskan preparat dengan reagen 2 lugol selama 30 detik, bilas dengan air mengalir dan tiriskan, lalu teteskan lagi preparat dengan reagen 3 alkohol aseton, sampai warna tidak luntur lagi dan bilas dengan air mengalir dan tiriskan , lanjut dengan reagen ke 4 safranin selama 10 detik, bilas dengan air mengalir dan tiriskan sampai kering, kemudian amati preparat dibawah mikroskop dengan perbesaran 10x, 40x dan 100x menggunakan oil emersi.

4.) Identifikasi menggunakan alat *Vitek Mass Spectrometry* (Vitek MS)

Mengambil koloni bakteri dengan memakai tusuk gigi dan meletakkannya pada titik kalibrator slide ms lalu tambahkan reagen

CHCA sebanyak 1 ul dan ditunggu hingga kering setelah itu melakukan pemeriksaan pada alat. Pada tampilan awal layar monitor akan muncul permintaan memasukkan sandi lab dan nomor lab berdasarkan posisi slide ms beserta kode sampelnya. Setelah itu memilih tempat sampel berdasarkan papan slide dan jenis mikroorganisme jamur atau bakteri klik bakteri dengan simbol K. Akan muncul pada layar tanda centang atau validasi untuk membuka alat vitek ms. Tempat penyimpanan sampel akan keluar dan memasukan slide ms pada posisi yang tepat kemudian dorong masuk slide kedalam alat, alat vitek akan melakukan identifikasi menggunakan kamera lasernya dalam beberapa menit dan hasilnya akan keluar pada layar monitor atau berupa print out.

3. Ekstraksi DNA

Menyiapkan tabung *Eppendorf* yang steril, lalu mengambil 1 ose koloni dan menambahkan *proteinase K* 20 ul ke dalam tabung *eppendorf*, vortex selama 10 detik dan inkubasi pada *waterbath* selama 5 menit dengan suhu 60°C kemudian pipet GSB *buffer* sebanyak 200 ul dan tambahkan, lalu vortex 10 detik dan inkubasi pada *waterbath* selama 5 menit dengan suhu 60°C, setelah itu tambahkan Etanol absolut 95% sebanyak 200 ul, vortex 10 detik lalu pindahkan semua sampel ke tabung baru yang sudah dipasang *spin column* sebanyak 750 ul dan *sentrifuge* selama 1 menit dengan kecepatan 10.000 rpm, setelah itu buang cairan yang berada pada bawah tabung, lalu tambahkan 400 ul *washing buffer* 1 kemudian *sentrifuge* kembali selama 1 menit dengan kecepatan 10.000 rpm, setelah itu cairan pada penampung dibuang lalu tambahkan 600 ul *washing buffer* 2 dan *sentrifuge* selama

1 menit dengan kecepatan 10.000 rpm kemudian cairan pada penampung dibuang dan *disentrifuge* kering selama 3 menit dengan kecepatan 13.000 rpm, lalu pindahkan *spin column* ke *tube micro sentrifuge* dan ditambahkan *elution buffer* sebanyak 100 ul kemudian inkubasi selama 3 menit, setelah itu disentrifuge selama 1 menit dengan kecepatan 10.000 rpm, dan buang *spin column* dan hasil DNA murni yang tertampung dilanjutkan ke tahap mix PCR.

4. Amplifikasi DNA

Memipet larutan mix sebanyak 10 ul kesetiap tube PCR yang telah diberikan kode termasuk kontrol negatif, kemudian memipet DNA sebanyak 5 ul ke masing-masing tube PCR, dan untuk kontrol negatif ditambahkan NFW sebanyak 5 ul, setelah itu dilanjutkan ketahap amplifikasi pada mesin PCR Bio-Red, PCR dilakukan 36 siklus dengan kondisi reaksi sebagai berikut : pada tahap awal Pre Denaturasi dilakukan pada suhu 94°C- 10 menit, diikuti 36 siklus denaturasi disuhu 94°C- 30 detik, *annealing* 52°C- 40 detik, *extension* 72°C-50 detik. Lalu klik tombol start dan di tunggu sampai 2 jam.

5. Pembuatan *Gel Agarose*

Menimbang bubuk *gel agarose* 2% sebanyak 1 gram lalu letakkan pada botol kaca dan menambahkan 50 ml larutan TBE kemudian homogenkan, setelah itu dipanaskan menggunakan *microwave* selama 2 menit setelah itu keluarkan dan tunggu hingga hangat, dan tambahkan 5 ul *etidium bromide* (eTBr) kemudian homogenkan, setelah itu dituang kedalam cetakan *agarose* dengan menggunakan sisir sebagai *well*-nya dan diamkan selama 1 jam setelah padat lepaskan sisir lalu angkat gel secara hati-hati dan tempatkan kedalam *electrophoresis chamber*.

Kemudian tambahkan *buffer electrophoresis* (TBE 0,5x) secukupnya untuk menutup permukaan gel dengan kedalaman sekurang-kurangnya 1mm. Pastikan setiap sumur terisi buffer. Setelah itu memipet masing-masing 5 ul sampel DNA hasil amplifikasi PCR ke dalam cetakan gel, setelah itu memipet marker sebanyak 5 ul sebagai tanda pita DNA, Selanjutnya elektroforesis dijalankan selama 80 menit dengan tegangan konstan 100 volt. Setelah proses elektroforesis selesai, gel diangkat kemudian mengamati pit-pita fragmen DNA di bawah sinar UV

H. Interpretasi Hasil

1. Hasil pemeriksaan positif, jika terbentuk pita pada marker 438 bp. (Onyeji dkk., 2024)
2. Hasil pemeriksaan negatif, jika tidak terbentuk pita pada marker 438 bp.

I. Jenis Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan adalah data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari lembaran persetujuan yang ditandatangani dan data sekunder diperoleh dari instalasi Kesehatan.

J. Pengumpulan Dan Analisa Data

1. Editing

Data yang diperoleh dilakukan pengecekan kembali sehingga Ketika terdapat kesalahan bisa langsung dikoreksi Kembali.

2. Coding

Lembaran persetujuan yang diberikan kode atau inisial. Tujuannya agar dapat disederhanakan sehingga mudah untuk ditangani.

3. Tabulating

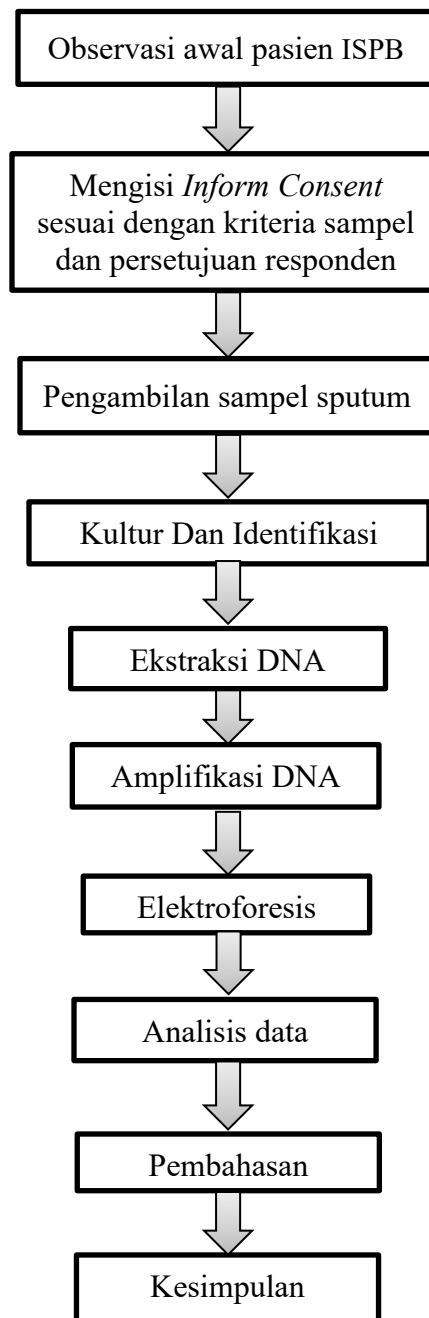
Menyusun data dengan sedemikian rupa agar dapat disusun dalam tabel.

K. Etika Penelitian

Penelitian ini melibatkan manusia sebagai subjek, sehingga pelaksanaannya harus mematuhi prinsip-prinsip etika penelitian, antara lain:

1. *Informed consent* (lembar persetujuan), yaitu menyampaikan lembar persetujuan kepada staf Laboratorium Balai Besar Kesehatan Paru Makassar (ISPB) sebelum proses pengambilan data dimulai. Dalam tahap ini, peneliti menjelaskan tujuan, manfaat, dan metode pengumpulan data.
2. *Nominality*, (tanda nama), yaitu identitas responden dijaga dengan tidak mencantumkan nama asli pada instrumen pengumpulan data atau hasil penelitian. Sebagai gantinya, digunakan kode atau inisial\.
3. *Confidentiality* (kerahasiaan), yaitu segala informasi yang diperoleh selama proses penelitian dijaga kerahasiaannya dan hanya dapat diakses oleh pihak yang berwenang.
4. *Beneficience* (prinsip berbuat baik), yaitu bertanggung jawab untuk memastikan bahwa penelitian memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi responden, sekaligus meminimalkan potensi risiko. Setiap tindakan yang dilakukan harus mempertimbangkan secara cermat dampaknya terhadap partisipan.

L. Alur Penelitian



Gambar 1.3. Bagan Alur Peneliti

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

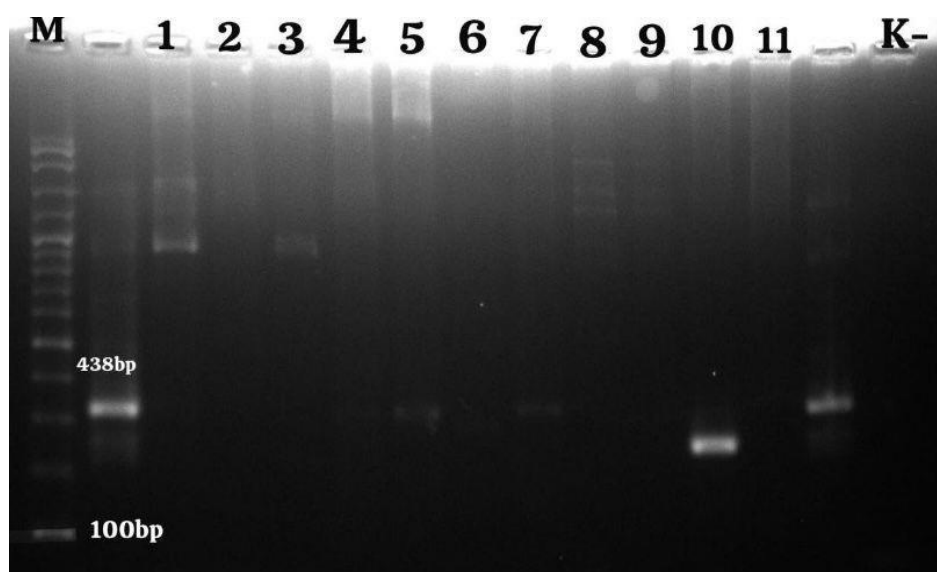
Pada penelitian ini telah dilakukan penelitian identifikasi Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* pada penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISBP) memakai metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* pada penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) dengan menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR), untuk jumlah sampel yang dianalisis pada penelitian ini sebanyak 15 sampel dan sampel yang tumbuh berjumlah 11 sampel. Penelitian ini dilakukan di Universitas Megarezky untuk kultur dan pemeriksaan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dilakukan di Hasanuddin *University Medical Research Center* (HUMRC).

Tabel 1.4 Karakteristik Variabel Penelitian

Variabel	Jumlah (N)	Presentase (%)
Jenis Kelamin		
• Laki-laki	6	55%
• Perempuan	5	45%
Total	11	100%
Usia Responden		
• 1-15 tahun	1	9%
• 16-30 tahun	2	18%
• 31-45 tahun	-	-
• 46-60 tahun	6	55%
• > 60 tahun	2	18%
Total	11	100%
Riwayat penyakit		
• Pneumonia	4	36%
• Bronkitis	3	28%
• Asma	1	9%
• Pulmonary	1	9%

• Emphyesema	1	9%
• Hemoptoe		
Total	1	9%
	11	100%

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa subjek penelitian Pada subjek penelitian (jenis kelamin) berjumlah 11 orang (100%), yang berjenis kelamin laki-laki sebanyak 6 orang (55%) dan berjenis kelamin perempuan sebanyak 5 orang (45%). Pada subjek Penelitian (umur) pasien yang berusia 1-15 tahun sebanyak 1 orang (9%), pada pasien yang berusia 16-30 tahun sebanyak 2 orang (18%), sedangkan pada berusia 46-60 tahun sebanyak 6 orang (55%), dan pada pasien berusia > 60 tahun sebanyak 2 orang (19%). Berdasarkan riwayat penyakit yang diderita oleh responden menunjukkan bahwa ada 4 orang (36%) penderita Pneumonia, pada pasien penderita bronkitis ada 3 orang (28%), pada pasien penderita Asma 1 orang (9%), pada pasien penderita Pulmonary 1 orang (9%), pada pasien penderita Emphyesema 1 orang (9%) dan pada pasien penderita Hemoptoe 1 orang (9%).



Gambar 1.4 Hasil Elektroforesis dengan visualisasi pada *Gel-Doc*

Keterangan :

M = Marker (Segmen yang spesifik telah diketahui ukurannya)
K- = Kontrol Negatif
1-11 = Sampel
438 bp = Ukuran DNA target Gen OXA-48 *Klebsiella pneumonia*
100 bp = Ukuran Marker

Pada gambar 1.4 diketahui bahwa dari 11 sampel yang diperiksa tidak terdeteksi Gen OXA-48 *Klebsiella pneumonia* hal ini ditandai dengan tidak terdapat pita pada target yaitu 438 bp.

Tabel 2.4 Hasil identifikasi menggunakan metode PCR

No	Kode Sampel	Hasil
1	K.1	-
2	K.2	-
3	K.3	-
4	K.4	-
5	K.5	-
6	K.6	-
7	K.7	-
8	K.8	-
9	K.9	-
10	K.10	-
11	K.11	-

Keterangan :

K.1-K.11 : Kode Sampel
- : Tidak Terdeteksi

Berdasarkan tabel 2.4 tentang hasil pemeriksaan menggunakan metode PCR Gen OXA-48 *Klebsiella pneumonia* pada isolat penderita infeksi saluran pernapasan

bawah (ISPB), diketahui bahwa dari 11 sampel yang diperiksa dengan menggunakan metode PCR tidak terdapat pita DNA yang terbentuk pada target 438 bp. Hal ini menandakan bahwa tidak terdapat DNA Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* pada 11 sampel feses peternak babi tersebut, sehingga hasil dinyatakan negatif.

B. Pembahasan

Pada penelitian ini sampel sputum penderita infeksi saluran pernapasan bawah berjumlah 11 sampel yang dilakukan tahap pemeriksaan awal yaitu penanaman media menggunakan metode kultur. Kultur bakteri merupakan suatu teknik pembiakan mikroorganisme dengan menanamkan bakteri ke dalam media tertentu. Teknik ini umumnya digunakan untuk membantu proses identifikasi spesies bakteri. Prosedur ini termasuk dalam metode diagnosis laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui agen penyebab suatu infeksi melalui proses pertumbuhan bakteri pada media kultur. Penelitian ini berfokus pada identifikasi bakteri *Klebsiella pneumoniae* pada sputum penderita infeksi saluran pernapasan bawah. Dan dilakukan pemeriksaan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) untuk mengidentifikasi gen OXA-48 pada sampel isolat penderita infeksi saluran pernapasan bawah (ISPB).

Berdasarkan Lampiran 1 karakteristik riwayat penyakit Diagnosis terbanyak pada Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) adalah Pneumonia (36%). Penyakit pneumonia yang paling sering disebabkan oleh mikroorganisme yaitu bakteri, seperti *Staphylococcus aureus*, *Hemophilus influenzae*, *Chlarry pneumoniae*,

Moraxella catarrhalis, *Legionella pneumophila*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Coxiella burnetti* (Yusuf dkk, 2022)

Sebelum dilakukan deteksi gen OXA-48, seluruh sampel sputum terlebih dahulu melalui serangkaian proses awal yang penting untuk memastikan bahwa bakteri yang dianalisis merupakan target yang relevan dengan tujuan penelitian. Proses awal tersebut meliputi kultur bakteri pada media *MacConkey* Agar, serta dilakukan pewarnaan Gram untuk melihat karakteristik morfologi dan sifat dasar dari bakteri yang terdapat dalam sampel sputum. Pewarnaan Gram memberikan informasi awal yang penting mengenai klasifikasi bakteri, apakah termasuk Gram positif atau Gram negatif, serta bentuk sel bakteri seperti basil atau kokus, yang selanjutnya menjadi dasar pertimbangan dalam proses identifikasi lebih lanjut.

Setelah dilakukan tahap kultur dan Gram, proses identifikasi spesies bakteri dilakukan menggunakan metode VITEK MS (*Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry* atau MALDI-TOF MS), yang merupakan metode berbasis spektrometri massa dengan akurasi tinggi dan waktu yang relatif cepat. Metode ini mampu mengidentifikasi spesies bakteri hingga tingkat genus dan spesies berdasarkan profil protein yang unik dari masing-masing mikroorganisme. Dari hasil identifikasi menggunakan VITEK MS terhadap seluruh isolat yang diperoleh dari sampel sputum, diketahui bahwa hanya 4 isolat yang terkonfirmasi sebagai *Klebsiella pneumoniae*, sedangkan sisanya merupakan jenis bakteri lain.

Berdasarkan tabel 2.4 dan gambar 1.4 diketahui bahwa dari 11 sampel yang diperiksa dengan menggunakan metode PCR tidak terdapat pita DNA yang

terbentuk pada target 438 bp. Hal ini menandakan bahwa tidak terdapat DNA Gen OXA-48 *Klebsiella Pneumoniae* pada 11 sampel kultur pasien penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) tersebut, sehingga hasil dinyatakan negatif.

Berdasarkan Lampiran 1 yang diberikan peneliti kepada responden dimana responden tidak mengkonsumsi Antibiotik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Onyeji dkk, (2024) bahwa Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* ada karena terjadinya resistensi terhadap antibiotik jenis karbapenem kelas D dan secara signifikan membatasi pilihan pengobatan untuk infeksi yang disebabkan oleh *Klebsiella pneumoniae*. Hal tersebut dapat mempengaruhi pada hasil penelitian ini yang tidak terdapatnya Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* pada sampel sputum Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB).

Berdasarkan lampiran 1 juga bahwasannya semua respondennya merupakan pasien rawat jalan yang dimana ini Juga bisa menjadi faktor dari hasil penelitian. Pada penelitian oleh Paczosa & Mecsas, (2016) *Klebsiella pneumoniae* adalah penyebab yang mendasari sekitar 11,8% pneumoniae nosokomial. *Klebsiella pneumoniae* muncul serupa dengan pneumonia nosokomial lainnya, dengan gejala pernapasan yang mungkin mencakup batuk dan infiltrat paru unilateral dan gejala sistemik yang mencakup demam dan leukositosis. HAP ini terjadi pada pasien yang menggunakan ventilator dan yang tidak menggunakan ventilator, dan *Klebsiella pneumoniae* adalah agen penyebab resistan terhadap banyak obat pada infeksi nosokomial dari pada infeksi yang didapat dari komunitas karena banyak pasien telah diobati dengan antibiotik dan membawa flora yang resistan terhadap antibiotik.

Adapun beberapa Faktor yang dapat menjadi kesalahan pada saat melakukan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) diantaranya adalah kesalahan pada tahapan amplifikasi PCR. Menurut Rahmadhan dkk, (2023) Penentuan suhu annealing merupakan langkah penting dalam proses amplifikasi DNA karena pada tahap ini primer harus menempel secara tepat pada untai DNA yang telah dipisahkan. Suhu yang terlalu tinggi dapat menghambat proses ini karena primer tidak mampu berikatan dengan DNA target, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan primer menempel pada lokasi yang tidak spesifik, sehingga hasil amplifikasi menjadi kurang akurat. Oleh karena itu, suhu annealing perlu disesuaikan dengan karakteristik primer yang digunakan. Menurut Lora dkk, (2021) smear yang muncul dan mempengaruhi visualisasi pita dikarenakan Smear terbentuk oleh RNA dan protein ataupun kontaminan lainnya yang kemudian terbawa dalam proses elektroforesis dan dapat di lihat dari hasil elektroforesis banyak muncul pita yang bukan di gen target . Hasil analisis PCR juga dipengaruhi oleh penggunaan KIT isolasi. Penggunaan KIT untuk isolasi DNA sangat mempengaruhi kemurnian DNA. Beberapa faktor kesalahan yang dapat mempengaruhi hasil PCR yaitu faktor kesalahan dalam proses pipetasi. Pipetasi sampel dan reagen-reagen dalam PCR sangat penting, hal yang dapat menyebabkan kesalahan yaitu kelebihan atau kekurangan jumlah sampel dan reagen dalam proses pipetasi sehingga tidak terbentuknya pita DNA.

Keterbatasan pada penelitian ini adalah belum dilakukannya pengecekan rekam medis responden sebelum pengambilan sampel. Akibatnya, tidak dapat dipastikan apakah responden sebelumnya mengonsumsi antibiotik atau tidak. Hal ini dapat

memengaruhi interpretasi hasil, terutama dalam kaitannya dengan pola resistensi bakteri terhadap antibiotik. Padahal, riwayat konsumsi antibiotik dapat sangat berpengaruh terhadap kemungkinan munculnya resistensi, termasuk keberadaan gen OXA-48. Ke depannya, pemeriksaan rekam medis secara menyeluruh sebelum pengambilan sampel perlu dilakukan untuk mendapatkan data yang lebih valid dan mendukung analisis yang lebih akurat. Selain itu, jumlah sampel yang diperiksa dalam penelitian ini terbatas, yaitu hanya sebanyak 11 isolat. Jumlah tersebut relatif kecil dan membatasi ruang lingkup analisis, baik dari segi variasi bakteri yang ditemukan maupun distribusi gen resisten yang terdeteksi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari pemeriksaan PCR pada sampel sputum Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) dinyatakan negatif karena tidak munculnya pita Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* pada target band 438 bp

B. Saran

Disarankan kepada peneliti selanjutnya agar dapat melakukan penelitian dengan mendeteksi Gen OXA-48 *Klebsiella pneumoniae* dengan tempat populasi sampel yang berbeda dan juga menggunakan jumlah sampel yang lebih banyak dan bisa melakukan uji resistensi sebelum lanjut ke metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR).

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, K., Sari, R., & Apridamayanti, P. (2019). *Optimasi Suhu Annealing Proses Pcr Amplifikasi Gen Shv Bakteri Escherichia Coli Pasien Ulkus Diabetik*.
- Amelia Inez, Djamil Aziz, & Usman Elly. (2014). *Pola Sensitivitas Bakteri Penyebab Infeksi Saluran Napas Bawah Non Tuberkulosis Terhadap Kotrimoksazol di Laboratorium Mikrobiologi RSUP Dr. M. Djamil Padang Periode 1 Januari 2012 – 31 Desember 2012*. 3.(3).
- Apriliani, N., & Pinatih, K. J. P. (2017). Prevalensi kelompok gen blactx-m-1 pada *Klebsiella pneumoniae* di Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar. *E-Jurnal Medika*, 6, 1–7.
- Apriyanthi, R. V., & Widayanti, N. P. (2022). Identifikasi Bakteri Kontaminan Pada Gelang Tri Datu. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 7(2), 24–33.
- Ayuningtias Mahdang, P., Aditya Setyawan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surakarta, D., Wirawati Rosyida Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surakarta, R., & Basri, S. K. (2022). *Epidemiologi Penyakit Menular Ispa*.
- Dinkes Jogja. (2023). Infeksi Saluran Pernapasan Bawah
- Dinkes. Sulsc.(2023). Informasi Data Infeksi Saluran Pernapasan Akut Dan Pneumonia
- Do Toka, W. (2022). *Penggunaan Antibiotik Pasien Infeksi Saluran Pernapasan Bawah Akut (Ispba) DI KOTA TERNATE Use of Antibiotics in Patient with Lower Respiratory Tract Infection at Hospital in Ternate* (Vol. 4, Nomor 2). <https://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/kmj>
- Dorawati, M., herawati, iis, & Fauziah, prima nanda. (2021). Identifikasi Bakteri Gram Negatif dari Sputum Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Akut di Rumah Sakit Dustira Kota Cimahi. *Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, 7(1). <http://journal.thamrin.ac.id/index.php/anakes/issue/view/43>
- Edwin, ghazalina winanda putri. (2019). *Pola Resistensi Cephalosporin Generasi Iii Dan Meropenem Pada Bakteri Klebsiella Pneumoniae Di Laboratorium Kesehatan Daerah Lampung Tahun 2017*.
- Febayayuningrum, I. C., Rosyidah, R. A., & Aini, R. (2021). Kontaminasi Bakteri Alat Stetoskop Dengan Media Bap Dan Mca Di Ruang Penyiapan Darah Udd Pmi Kabupaten Sleman Diy. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*, 1(3), 106–116.

- Handayani, L., Lestari, I. P., & Fitri, N. (2025). *Faktor Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Rsud Depati Hamzah Pangkalpinang Tahun 2024*.
- Harahap, M. R. (2018). Elektroforesis: Analisis Elektronika Terhadap Biokimia Genetika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1), 21–26.
- Hariyadi, S., Narulita, E., & Rais, M. A. (2018). Perbandingan metode lisis jaringan hewan dalam proses isolasi DNA genom pada organ liver tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Proceeding Biology Education Conference*, 15(1), 689–692.
- Irfa Intan, Medison Irvan, & Iryani Detty. (2014). Gambaran Kejadian Hemoptisis pada Pasien di Bangsal Paru RSUP Dr. M. Djamil Padang Periode Januari 2011 – Desember 2012. <http://jurnal.fk.unand.ac.id>, 3(3).
- Junaidi, Khar.A, I., Rohana, S., Priajaya, S., & Vierto. (2021). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Pneumonia Pada Anak Usia 12-59bulan Diwilayah Kerja Puskesmaspadang Rubek Kabupaten Nagan Raya Tahun 2021. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, Vol.7,No.2(2615–109x).
- Kamilah Zahra, Melvin, Irawan Angga, & Yuwindry Iwan. (2023). Kualitas Hidup Pasien Asma Pengguna Inhaler di Instalasi Rawat Jalan RSUD Sultan Suriansyah. *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 6(2)(1).
- Kastawa,dkk. (2020). Metode Deteksi *Carbapenem Resistant Enterobacteriaceae*. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 7(1), 48.
- Kemendes RI. (2023). Informasi Pneumonia Pada Anak, Jakarta Pusat Pelayanan Kesehatan Masyarakat
- Khariri, K., Amalia, N., Nursofiah, S., Muna, F., Rukminiati, Y., & Mursinah, M. (2020). Akankah Perkembangan Metode Deteksi Biomolekuler Era 4.0 Mampu Menggantikan Pemeriksaan Laboratorium Bakteri Secara Konvensional? *Seminar Nasional Riset Kedokteran*, 1(1).
- Labunda, A. I., Fatayati, I., & Slamet, S. (2024). Identifikasi Bakteri *Klebsiella pneumoniae* pada SWAB Luka Diabetes Mellitus di Klinik Perawatan Luka Kota Pontianak. *MAHESA : Malahayati Health Student Journal*, 4(2), 598–604. <https://doi.org/10.33024/mahesa.v4i2.13207>
- Lora Aulia, S., Suwignyo, R. A., & Hasmeda, M. (2021). Optimasi Suhu Annealing untuk Amplifikasi DNA Padi Hasil Persilangan Varietas Tahan Terendam dengan Metode Polymerase Chain Reaction. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 18(1).
- masum,dkk (2019). *Buku Teknik Biologi Molekular*.

- Muliyati, R., & Prian Nirwana, A. (2023). Uji Sensitivitas *Klebsiella pneumoniae* Terhadap Antibiotik *Amikacin* dan *Meropenem* Pada Sputum Penderita ISPA Di Rumah Sakit Umum Islam Klaten. *Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, 9(2). <http://journal.thamrin.ac.id/index.php/anakes/issue/view/98>
- Octavia,dkk.(2021). Isolasi DNA tumbuhan hasil eksplorasi di Nusakambangan dengan metode kit di Laboratorium Treub, Kebun Raya Bogor. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 7(1), 291–299.
- Onyeji,dkk. (2024). *Molecular detection of OXA-48 and NDM-1 carbapenemase genes among clinical isolates of Klebsiella pneumoniae recovered from patients attending a private tertiary hospital in Southwestern Nigeria. BMC Infectious Diseases*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12879-024-09869-x>
- Paczosa, M. K., & Meccas, J. (2016). *Klebsiella pneumoniae: Going on the Offense with a Strong Defense. Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 80(3), 629–661. <https://doi.org/10.1128/mnbr.00078-15>
- Padila, P., Febriawati, H., Andri, J., & Dori, R. A. (2019). Perawatan Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) pada Balita. *Jurnal Kesmas Asclepius*, 1(1), 25–34. <https://doi.org/10.31539/jka.v1i1.526>
- Priwahyuni, Y., Gloria, C. V., Alamsyah, A., Azizah, A., & Feroza, E. (2020). Cegah Penyakit ISPA Di Puskesmas Kecamatan Limapuluh Kota Pekanbaru. *Jurnal Pengabdian Untuk Mu NegeRI*, 4(1).
- Rahmadhan, D., Sari, R., & Apridamayanti, P. (2023). *Pengaruh Suhu Annealing Terhadap Amplifikasi Gen Tem Menggunakan Primer Dengan %Gc Rendah.*
- Ramelina, A. S., & Sari, R. (2024). *Pneumonia Pada Perempuan Usia 56 Tahun: Laporan Kasus Pneumonia in a 56-Year-Old Woman: A Case Report.*
- Rifai, K. R. (2021). Uji Indole sebagai Kegiatan Penjaminan Mutu Tambahan pada Hasil Pengujian Coliform dalam Sampel Air Mineral. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 6(1), 1–6.
- Sari, Y. I. P., Martawinarti, R. N., Juniana, M., Lukman, M. N., Santi, L. D., Aulia, E. S., Santhi, F. A., Amalia, M., Agustina, R. E., & Komala, R. I. (2023). Pendidikan Kesehatan Pencegahan ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut). *Jurnal Pengabdian Masyarakat Jurusan Keperawatan*, 1(2), 10–15.
- Setia, Y. K., Puspawati, N., & Rukmana, R. M. (2020). Deteksi *Escherichia coli* dengan Metode Polimerase Chain Reaction (PCR). *Conference on Innovation in Health, Accounting and Management Sciences (Cihams)*, 1, 173–179.
- Setyawan, Y. (2024). Prominentia Medical Journal Studi Pustaka Vitamin D Pada Asma Bronkial. *Pmj Prominentia Medical Journal*, 5(1)(1), 2024.

- Setyawati, R., & Zubaidah, S. (2021). Optimasi konsentrasi primer dan suhu annealing dalam mendeteksi gen leptin pada sapi peranakan ongole (PO) menggunakan polymerase chain reaction (PCR). *Indonesian Journal of Laboratory*, 4(1), 36–40.
- Setyawati, R., & Zubaidah, S. (2022). Optimasi Konsentrasi Primer dan Suhu Annealing dalam Mendeteksi Gen Leptin pada Sapi Peranakan Ongole (PO) Menggunakan Polymerase Chain Reaction (PCR). Dalam *JOURNAL OF LABORATORY ISSN* (Vol. 4, Nomor 1). Online.
- Sijabat, F., Sitanggang, A., Sinuraya, E., Buulolo, Y. F. H., Keperawatan, D., Vokasi, P., Sari, U., & Indonesia, M. (2024). *Manajemen Keperawatan Pada Gangguan Bersihan Jalan Napas: Studi Kasus*.
- Sundari, S., & Priadi, B. (2020). Teknik isolasi dan elektroforesis DNA ikan tapah. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 17(2), 87–90.
- Susilo, J., Sartono, T. R., & Sumarno, S. (2004). Deteksi Bakteri *Klebsiella Pneumoniae* pada Sputum Dengan Metode Imunositokimia Menggunakan Anti *Outer Membrane Protein* Berat Molekul 40 Kda *Klebsiella Pneumoniae* sebagai Antibodi. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 20(1), 12–18.
- Syahfitri, A. (2024). *Klasifikasi Penyakit Pneumonia: Studi Kasus RSUD Dr Pirngadi Kota Medan*.
- Tarina, N. T. I., & Kusuma, S. A. F. (2017). Deteksi Bakteri *Klebsiella Pneumonia*. *Jurnal Farmaka*, 15(2), 119–126.
- Veridiana, N. N., Octaviani, O., & Nurjana, M. A. (2021). Faktor Internal dan Eksternal Kejadian Pneumonia pada Anak Bawah Dua Tahun di Indonesia. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 49(3), 145–154.
- Widyastuti, A. nandani. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri Berbagai Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia Calabura L.*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Klebsiella Pneumoniae* Secara *In Vitro*.
- WHO. (2022). Pencegahan dan Pengendalian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Yang Cenderung Menjadi Endemi Dan Pandemi Di Fasilitas Kesehatan Masyarakat
- Yusuf, Auliah, N., & Sarambu, H. E. (2022). Evaluasi Penggunaan Antibiotik Dengan Metode Gyssens Pada Pasien *Pneumonia* Di Rumah Sakit *Bhayangkara Kupang Periode Juli-DeSEMBER 2019* (Vol. 4, Nomor 2).
- Yusuf, Z. K. (2010). Polymerase chain reaction (PCR). *Jurnal Sainstek*, 5(2).
- Zuchrullah, M. (2019). Analisis Molekuler Gen *Blaimp* Dan *Oxa-51* Sebagai Penanda Resistensi Karbapenem Pada Isolat *Acinetobacter Baumannii* Dari

*Rsup Wahidin Sudirohusodo Molecular Analysis Of Blaimp And Oxa-51 Gens
As A Marker Of The Resistance Of Carbapenem In Isolate Acinetobacter
Baumannii From Rsup Wahidin Sudirohusodo.*

Lampiran 1 Data Subjek Penelitian

Tabulasi Hasil Penelitian								
Identifikasi Gen OXA-48 <i>Klebsiella Pneumoniae</i> Pada Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (Ispb) Menggunakan Metode <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR)								
NO	Inisial	JK	Usia	Riwayat penyakit	Gejala Yang di derita	Riwayat antibiotik	rawat	Riwayat Penyakit Lain (TB dan Hiv)
1	RHP	P	59	Bronkitis	Sesak napas & nyeri dada	Tidak	Jalan	Tidak
2	IN	L	26	Hemoptoe	Batuk serta darah	Tidak	Jalan	Tidak
3	IA	P	46	Emphyesema	Batuk sesak napas	Tidak	Jalan	Tidak
4	MR	L	48	Pulmonary	Pileh	Tidak	Jalan	Tidak
5	Y	P	51	Pneumonia	Demam,batuk	iya	Jalan	Tidak
6	ASLM	L	66	Bronkitis	Batuk	Tidak	Jalan	Tidak
7	SS	L	54	Asma	Demam, batuk sesak, nyeri dada	Tidak	Jalan	Tidak
8	DS	L	26	Bronkitis	Batuk serta darah	Tidak	Jalan	Tidak
9	RM	P	71	Pneumonia	Demam batuk pilek	Tidak	Jalan	Tidak
10	ZGW	P	2	Pneumonia	Demam batuk pilek	Tidak	Jalan	Tidak
11	TS	L	52	Pneumonia	Demam, batuk sesak, nyeri dada	Tidak	Jalan	Tidak

Lampiran 2 Hasil Vitek

No	Kode Sampel	Hasil	Confidence
1	K.1	<i>Klebsiella Pneumoniae</i>	99.9%
2	K.2	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	99.9%
3	K.3	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	99.9%
4	K.4	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	99.9%
5	K.5	<i>Stenotrophomonas Maltophilia</i>	99.9%
6	K.6	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	99.9%
7	K.7	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	50.0%
8	K.8	<i>Klebsiella Pneumoniae</i>	50.0%
9	K.9	<i>Klebsiella Pneumoniae</i>	99.9%
10	K.10	<i>Klebsiella oxytoca</i>	99.9%
11	K.11	<i>Acinetobacter baumanni</i>	99.9%

LAPORAN HASIL UJI
NO.25014477-25014488/ LHU/ BBLK-MKS /VI/ 2025

Nama/NIM	: Dien Luthfiani/BID121060
Perguruan Tinggi	: Universitas Megarezky
Tanggal sampel masuk	: 10 Juni 2025
Jenis Sampel	: Sputum
Wadah Sampel	: Pot
Pemeriksaan	: Identifikasi Bakteri
Judul Penelitian	: Identifikasi Gen Oxa-48 <i>Klebsiella pneumoniae</i> Pada Penderita Pneumonia Menggunakan Metode Polymerase Chain Reaction (PCR)

HASIL UJI MIKROBIOLOGI

No. Lab	Hasil	Metode Pengujian
25014477	<i>Acinetobacter baumannii</i>	Maldi-tof Mass Spectrometry
25014478	<i>Klebsiella oxytoca</i>	Maldi-tof Mass Spectrometry
25014479	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Maldi-tof Mass Spectrometry
25014480	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Maldi-tof Mass Spectrometry
25014481	Tidak Ada Pertumbuhan	Maldi-tof Mass Spectrometry
25014482	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Maldi-tof Mass Spectrometry
25014483	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Maldi-tof Mass Spectrometry
25014484	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Maldi-tof Mass Spectrometry
25014485	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Maldi-tof Mass Spectrometry
25014486	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Maldi-tof Mass Spectrometry
25014487	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Maldi-tof Mass Spectrometry
25014488	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	Maldi-tof Mass Spectrometry

- Catatan :
1. Hasil uji hanya berlaku untuk sampel yang di uji
 2. Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman
 3. Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan kecuali secara lengkap dan seizin tertulis laboratorium penguji Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar
 4. Komplain dapat diajukan maksimal satu minggu setelah hasil keluar

Makassar, 16 Juni 2025
Dokter Penanggung Jawab

dr. Ni Irmawaty Haeruddin, MKM
NIP. 19830228201012001

RESULTS: Validated

Organism type: bacteria

Selected	Position	Acquisition Date	Results	Confidence	Information
✓	G2	6/3/25 2:59 PM	Klebsiella pneumoniae	99.9%	None

RESULTS: Validated

Organism type: bacteria

Selected	Position	Acquisition Date	Results	Confidence	Information
✓	G3	6/3/25 3:01 PM	Klebsiella pneumoniae	99.9%	None

RESULTS: Validated

Organism type: bacteria

Selected	Position	Acquisition Date	Results	Confidence	Information
✓	H1	6/3/25 3:02 PM	Klebsiella pneumoniae	99.9%	None

RESULTS: Rejected

Organism type: bacteria

Selected	Position	Acquisition Date	Results	Confidence	Information
	L3	6/5/25 12:01 PM	Pseudomonas aeruginosa	50.0%	None
	L3	6/5/25 12:01 PM	Klebsiella pneumoniae	50.0%	None

RESULTS: Validated

Organism type: bacteria

Selected	Position	Acquisition Date	Results	Confidence	Information
✓	G1	6/3/25 2:56 PM	Klebsiella oxytoca	99.9%	None

RESULTS: Validated

Organism type: bacteria

Selected	Position	Acquisition Date	Results	Confidence	Information
✓	I1	6/12/25 12:25 PM	Acinetobacter baumannii	99.9%	None

RESULTS: To Review

Organism type: bacteria

Selected	Position	Acquisition Date	Results	Confidence	Information
✓	E2	6/12/25 12:13 PM	Stenotrophomonas maltophilia	99.9%	None

RESULTS: Validated

Organism type: bacteria

Selected	Position	Acquisition Date	Results	Confidence	Information
✓	L1	6/5/25 11:09 AM	Pseudomonas aeruginosa	99.9%	None

RESULTS: Validated

Organism type: bacteria

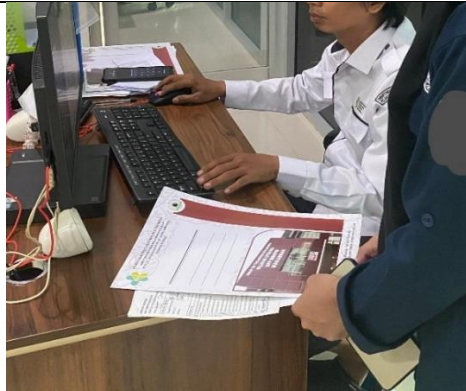
Selected	Position	Acquisition Date	Results	Confidence	Information
✓	K4	6/5/25 11:08 AM	Pseudomonas aeruginosa	99.9%	None

RESULTS: Validated

Organism type: bacteria

Selected	Position	Acquisition Date	Results	Confidence	Information
✓	K3	6/5/25 11:07 AM	Pseudomonas aeruginosa	99.9%	None

Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



Dokumentasi 1 : Dien Luthfiani (2025)
Pengambilan data awal



Dokumentasi 2 : Dien Luthfiani (2025)
Pengambilan sampel



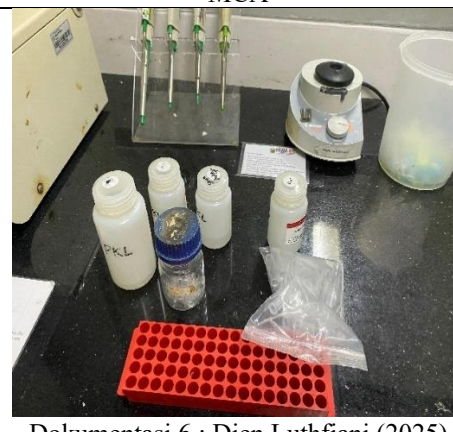
Dokumentasi 3 : Dien Luthfiani (2025)
Alat dan Bahan



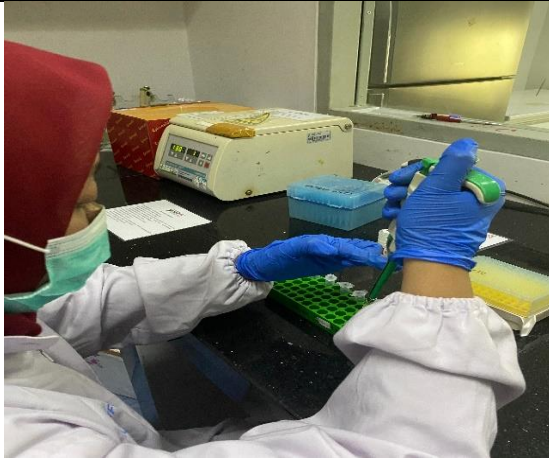
Dokumentasi 4 : Dien Luthfiani (2025)
Proses Penggoresan Sampel ke Media
MCA



Dokumentasi 5 : Dien Luthfiani (2025)
Pewarnaan Gram dan
Pengamatan preparat dibawah mikroskop



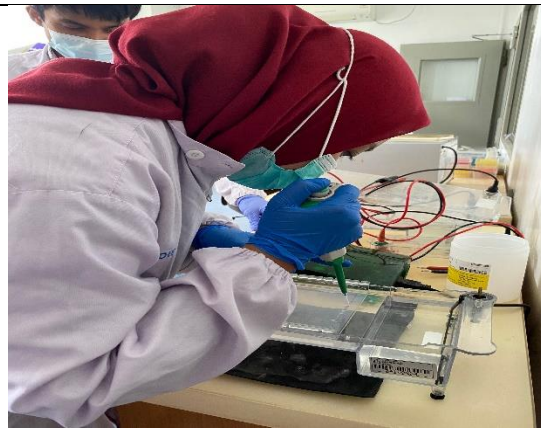
Dokumentasi 6 : Dien Luthfiani (2025)
Alat Yang digunakan



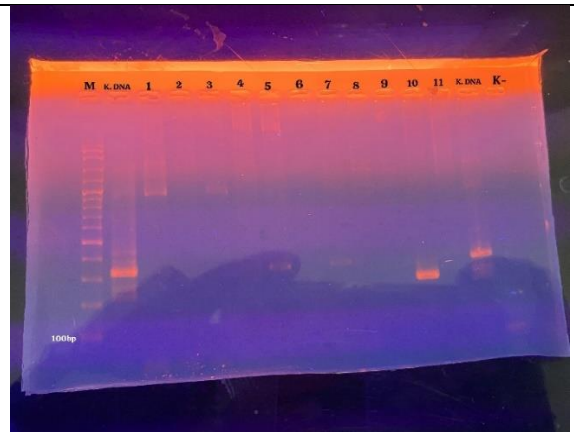
Dokumentasi 7 : Dien Luthfiani (2025)
Proses Ekstraksi DNA



Dokumentasi 8 : Dien Luthfiani (2025)
Tahap PCR pada alat



Dokumentasi 9 : Dien Luthfiani (2025)
Pemipetan sampel yang telah di PCR ke dalam sumuran
Agarose dan Tahap Elektroforesis



Dokumentasi 10 : Dien Luthfiani (2025)
Hasil pembacaan Geldoc band DNA menggunakan
sinar ultraviolet

Lampiran 4 Surat PTSP



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU

Jl. Bougainville No. 5 Telp. (0411) 441077 Fax. (0411) 448936
Website : <http://simap-new.sulselprov.go.id> Email : ptsp@sulselprov.go.id
Makassar 90231

Nomor : **9303/S.01/PTSP/2025** Kepada Yth.
Lampiran : - 1. Rektor Univ. Hasanuddin Makassar
Perihal : **Izin penelitian** 2. Rektor Univ. Megarezky Makassar

di-
Tempat

Berdasarkan surat Kepala LPPM Univ. Megarezky Makassar Nomor : 1391/07.091056/V/2025 tanggal 02 Mei 2025 perihal tersebut diatas, mahasiswa/peneliti dibawah ini:

Nama : **DIEN LUTHFIANI**
Nomor Pokok : **B1D121060**
Program Studi : **Teknologi Laboratorium Medis**
Pekerjaan/Lembaga : **Mahasiswa (D4)**
Alamat : **Jl. Antang Raya No. 43, Makassar**

PROVINSI SULAWESI SELATAN

Bermaksud untuk melakukan penelitian di daerah/kantor saudara dalam rangka menyusun KARYA TULIS, dengan judul :

" IDENTIFIKASI GEN OXA-48 Klebsiella pneumoniae PADA PENDERITA PNEUMONIA MENGGUNAKAN METODE POLYMERASE CHAIN REACTION (PCR) "

Yang akan dilaksanakan dari : Tgl. **08 Mei s/d 30 Juni 2025**

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, pada prinsipnya kami **menyetujui** kegiatan dimaksud dengan ketentuan yang tertera di belakang surat izin penelitian.

Demikian Surat Keterangan ini diberikan agar dipergunakan sebagaimana mestinya.

Diterbitkan di Makassar
Pada Tanggal 08 Mei 2025

**KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU
SATU PINTU PROVINSI SULAWESI SELATAN**



ASRUL SANI, S.H., M.Si.
Pangkat : **PEMBINA TINGKAT I**
Nip : **19750321 200312 1 008**

Tembusan Yth
1. Kepala LPPM Univ. Megarezky Makassar di Makassar;
2. Peringgi;

Lampiran 5. Protocol Etik Penelitian



Kementerian Kesehatan

Direktorat Jenderal
Sumber Daya Manusia Kesehatan
Politeknik Kesehatan Makassar

Jalan Wijaya Kusuma Raya No. 46 Banta-Bantaeng
Makassar, Sulawesi Selatan 90222
08115566000
<http://portal.poltekkes-mks.ac.id>

KETERANGAN LAYAK ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION
"ETHICAL EXEMPTION"
No.: 1297/M/KEPK-PTKMS/VI/2025

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
The research protocol proposed by

Peneliti Utama : **Dien Luthiani**
Principal in Investigator

Nama Institusi : **Universitas Megaresky Makassar**
Name of the Institution

Dengan Judul:
Title
**"Identifikasi Gen OXA-48 Klebsiella Pneumoniae Pada Penderita Pneumonia Menggunakan Metode
Polymerase Chain Reaction (PCR)"**

*"Identification of the OXA-48 Gene of Klebsiella Pneumoniae in Pneumonia Patients Using the Polymerase
Chain Reaction (PCR) Method"*

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan
Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah
Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya
indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2)
Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6)
Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as
indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.

Pernyataan Layak Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 12 Juni 2025 sampai dengan tanggal 12 Juni
2026.

Declaration of ethics applies during the period June 12, 2025 until June 12, 2026.



June 12, 2025
Professor and Chairperson,

H. Santi Sinala, S.Si, M.Si, Apt
Ketua KEPK Poltekkes Makassar

Lampiran 6 Surat Selesai Pengambilan Data

	ADMINISTRASI	FORMULIR 2
	Nomor : 305/07/FR2/2025	Tanggal : 7 Juli 2025
SURAT KETERANGAN SELESAI PENGAMBILAN DATA/ ANALISA BAHAN HAYATI		

Dengan hormat,

Dengan ini menerangkan bahwa peneliti/mahasiswa berikut ini :

Nama : Dien Luthfiani
NIM : B1D121060
Institusi : DIV Teknologi Laboratorium Medis Universitas Megarezky
Judul Penelitian : **Identifikasi Gen OXA-48 Klebsiella Pneumoniae Pada Penderita Pneumonia Menggunakan Metode Polymerase Chain Reaction (PCR).**

Telah selesai melakukan pengambilan data/ analisa bahan hayati :

Pada tanggal : 2 Juli 2025
Jumlah subjek : ± 20 sampel sputum
Jenis data : Data Primer

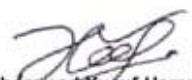
Dengan staf pendamping/pembimbing :

Nama : Muhammad Yusuf Usman, S.Si.
Konsultan : -

Surat keterangan ini juga merupakan penjelasan bahwa peneliti/mahasiswa diatas tidak mempunyai sangkutan lagi pada unit/laboratorium kami.

Demikian surat ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pendamping/Pembimbing


Muhammad Yusuf Usman, S.Si
NIP

Mengetahui,
Kepala Laboratorium,


HUM-RC
science for a better future
dr. Rusdina Bie Ladju, Ph.D
NIP 198108302012122002

