SKRIPSI

IDENTIFIKASI *Klebsiella pneumoniae* PADA SAMPEL SPUTUM PENDERITA INFEKSI SALURAN PERNAPASAN BAWAH (ISPB) MENGGUNAKAN METODE VITEK MS

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

KHOMAIROH
B1D121088

PROGRAM STUDI DIV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN
UNIVERSITAS MEGAREZKY
MAKASSAR
2025

HALAMAN JUDUL

SKRIPSI

" IDENTIFIKASI *Klebsiella pneumoniae* PADA SAMPEL SPUTUM PENDERITA INFEKSI SALURAN PERNAPASAN BAWAH (ISPB) MENGGUNAKAN METODE VITEK MS "

"IDENTIFICATION OF Klebsiella pneumoniae IN SPUTUM SAMPLES OF LOWER RESPIRATORY TRACT INFECTION (URTI) PATIENTS USING THE VITEK MS METHOD"

KHOMAIROH

B1D121088

Dibimbing Oleh :

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

Prof.Dr.Dra.apt.Hj.Asnah Marzuki.,M.Si
Pembimbing II

Ka'bah,S.Si.,M.Kes
Penguji

PROGRAM STUDI DIV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN

UNIVERSITAS MEGAREZKY

MAKASSAR

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

" IDENTIFIKASI *Klebsiella pneumoniae* PADA SAMPEL SPUTUM PENDERITA INFEKSI SALURAN PERNAPASAN BAWAH (ISPB) MENGGUNAKAN METODE VITEK MS "

Disusn dan diajukan oleh

KHOMAIROH

Nomor Induk Mahasiswa B1D121088

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Pada Tanggal 7 Juli 2025

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Tim Penguji	**Tanda Tangan**
1. Ka'bah,S.Si.,M.Kes	( )
2. Indas Wari Rahman,S.Si.,M.Kes	( )
3. Prof.Dr.Dra.apt.Hj.Asnah Marzuki.,M.Si	( )

Mengetahui,

Dekan	Ketua Program Studi
Fakultas Teknologi Kesehatan Medis	DIV Teknologi Laboratorium Medis
Prof.Dr.Dra.apt.Hj.Asnah Marzuki,M.Si	**Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes**
NUPTK. 1350727628230013	**NUPTK. 6950765666230332**

PLAGIARISM SCAN REPORT

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM)
UNIVERSITAS MEGAREZKY
SK. Menristekdikti RI. No.1194/KPT/I/2018 Terakreditasi BAN PT
Kampus II : Jalan Antang 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.599 /T/07.091056/ VI /2025

Yang bertanda tangan di bawah ini,

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

NIDN : 0915118602

Jabatan : Ketua LPPM

Menyatakan bahwa :

Nama : Khomairoh

NIM : B1D121088

Prodi : D-IV Teknologi Laboratorium Medis

Judul Skripsi : Identifikasi *Klebsiella pneumoniae* Pada Sampel Sputum Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) Menggunakan Metode Vitek Ms

Telah melalui uji *similarity* dengan software *Turnitin* dan dinyatakan lolos dengan **persentase 19 %** sesuai bukti terlampir.

Demikian Surat Keterangan ini di buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 30 Juni 2025
Ketua,

Ns. Syamsyuriyana Sabar, M.Kep
NIDN: 09 151186 02

UNIMERZ LPPM

SKRIPSI.IRO fix (5) - Iroo 2054.docx

TURNITIN_FATELKES_DIVTUM

LPPM

LLDIKTI IX Turnitin Consortium Part III

Document Details

Submission ID

trn:oid:::1:3287156033

Submission Date

Jun 29, 2025, 11:50 PM GMT+7

Download Date

Jun 29, 2025, 11:53 PM GMT+7

File Name

SKRIPSI.IRO_fix_5__Iroo_2054.docx

File Size

3.0 MB

86 Pages

13,306 Words

79,335 Characters

turnitin Page 1 of 97 - Cover Page Submission ID trn:oid:::1:3287156033

turnitin Page 2 of 97 - Integrity Overview Submission ID trn:oid:::1:3287156033

19% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 8 words)

Top Sources

17% Internet sources

7% Publications

6% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our systems algorithms look deep yet a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, segala puji dan syukur penulis panjatkan atas limpahan rahmat, hidayah, serta kekuatan yang telah diberikan selama proses penulisan skripsi ini. Atas izin dan ridha-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan sebagai bagian dari ikhtiar dan tanggung jawab ilmiah. Sebagai wujud rasa syukur dan penghargaan, skripsi ini penulis persembahkan untuk orang – orang tersayang :

1. Orang tua tercinta penulis, yang pertama ayahanda, **H. Hazali Bilal** dan Ibunda tersayang **Hj. Ulfa Nasir** dengan doa, kasih sayang, dan pengorbanan tiada henti telah menjadi fondasi utama dalam setiap pencapaian. Atas semua pengorbanan dan dukungan kedua orang tua penulis, penulis berharap penulis dapat menyelesaikan pendidikan S1 ini dan bisa mencapai cita-cita penulis untuk membahagiakan dan membanggakan kedua orang tua penulis.
2. Nenek penulis, **Hj. Nurlia & Hj. Norma**, kakek penulis, **H. Nasir & Alm. H. Bilal** yang selalu sepenuh hati mendoakan,mendukung dan memberi semangat penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
3. *My beloved older sister* **Fadliyah & Hijiriah** atas segala doa, perhatian, serta semangat yang senantiasa diberikan kepada penulis selama masa studi dan proses penyusunan dalam menyelesaikan skripsi ini.

MOTTO

“ MANJADDA WAJADA”

“ Barang Siapa Yang Bersungguh-Sungguh Maka Ia Akan Berhasil ”

“ Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan (QS. Al-Mujadalah : 11)"

CURICULUM VITAE



A. Biodata

1. Nama : Khomairoh
2. Jenis kelamin : Perempuan
3. Tempat tanggal lahir : Sorong, 30 Juli 2004
4. Status : Belum Menikah
5. Tinggi, berat badan : 160 cm, 54 kg
6. Agama : Islam
7. Alamat : Jl. Soekarno-Hatta Pasar Ampera, Teminabuan

B. Riwayat Pendidikan

1. Tahun 2009-2015 : SD Yapis Teminabuan
2. Tahun 2015-2018 : SMP IT An-Nur Teminabuan
3. Tahun 2018-2021 : SMA IT An-Nur Teminabuan
4. Tahun 2021-2025 : Universitas Megarezky Makassar

C. Pesan Dan Kesan Disaat Kuliah

Selama saya kuliah di Universitas Megarezky, saya mendapatkan pengalaman berharga dari tantangan belajar, kebersamaan dengan teman, dan bimbingan dosen yang membentuk karakter, sehingga meski penuh lelah semuanya terbayar, dan saya berpesan untuk tetap semangat, tidak mudah menyerah, serta memanfaatkan waktu kuliah sebagai bekal berharga di masa depan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul "**Identifikasi *Klebsiella pneumoniae* Pada Sampel Sputum Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) Menggunakan Metode Vitek MS"** Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Program studi DIV Teknologi Laboratorium Medis pada Fakultas Teknologi Kesehatan, Universitas Megarezky Makassar. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan penuh rasa hormat dan cinta, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua , Ayahanda **H. Hazali Bilal** dan Ibunda **Hj. Ulfa Nasir**, yang senantiasa mendoakan, mendampingi, serta memberikan semangat, kasih sayang, dan dukungan moril maupun materil tanpa henti. Tanpa keikhlasan dan doa dari Ayah dan Ibu, penyusunan Skripsi ini tidak akan pernah terwujud.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada:

1. **Bapak Dr. H. Alimuddin, SH., MH., M.Kn sebagai Pembina Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar**, atas arahan dan pembinaan yang senantiasa menjadi fondasi dalam pengembangan institusi dan mahasiswa.
2. **Ibu Alm. Hj. Suryani, SH., MH sebagai Pendiri Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar**, atas dedikasi dan kontribusi luar biasa dalam mendirikan lembaga pendidikan yang menjadi wadah pengembangan ilmu dan karakter.
3. **Bapak Moch. Noer Alim Qolby, S.H., LLM Sebagai Ketua Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar**, atas dukungan dan kebijakan strategis yang memfasilitasi proses pendidikan dan penelitian secara berkelanjutan.

4. **Bapak Prof. Dr. Anwar Ramli, SE., M.Si sebagai Rektor Universitas Megarezky**, atas motivasi dan arahannya dalam membangun budaya akademik yang unggul dan berdaya saing.
5. **Ibu Prof. Dr. Dra. apt. Hj. Asnah Marzuki., M.Si**, selaku **Dekan Fakultas Teknologi Kesehatan,** sekaligus **pembimbing II** yang yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
6. **Ibu Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes, selaku ketua program studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis** atas bimbingan akademik yang berkelanjutan dan inspiratif.
7. **Dosen Pembimbing I Ibu Indas Wari Rahman,S.Si.,M.Kes**, yang telah memberikan arahan, saran, dan evaluasi dalam penyusunan karya tulis ini dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
8. **Pak Ka'bah**,**S.Si.,M.Kes**, selaku **penguji utama** yang telah memberikan masukan serta saran bagi penulis dalam perbaikan Skripsi ini.
9. **Ibu Arlitha Dekayana, S.Si., M.Kes, sebagai Pembimbing Akademik (PA),** atas pendampingan dan bimbingan akademik selama masa studi penuli
10. Seluruh Dosen dan Staf Akademik Universitas Megarezky, atas ilmu, perhatian, dan pelayanan yang diberikan selama proses studi.
11. **Laboratorium Mikrobiologi DIV Teknologi Laboratorim Medis Universitas Megarezky Makassar & Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar, khususnya instalasi Mikrobiologi** atas izin, dukungan, dan kerja samanya selama pelaksanaan penelitian.
12. **Terima kasih kepada seluruh teman-teman** penulis Uminyah Bahiro Putri, Nurjannah Hamsir, dan Kalsum Nurul Fitri yang telah membersamai dari SMP hingga sekarang.
13. **Terima kasih kepada seluruh teman-teman** semasa di bangku perkuliahan Jhois Aksamina Jitmau, Nur jannah, Nur Indah Sari, Dian Novianti Kasri, terimakasih telah menjadi bagian penting dalam proses perjalanan ini.
14. **Terima kasih kepada seluruh teman-teman Komunitas Kreatif Mahasiswa Intekektual**, Nur jannah, Fenty, Fani, Rita, Yuni, Ila, Nia, Nabila, Wiriz, Dina, Pute, Agre, Asda, yang telah menjadi bagian dari perjalanan ini. Kebersamaan,

dukungan, dan canda tawa yang kalian berikan membuat setiap proses terasa lebih ringan dan menyenangkan. Semoga silaturahmi kita tetap terjaga dan menjadi kenangan indah yang akan selalu kita ingat.

15. **Terima kasih kepada teman-teman angkatan 2021 G-EM2IM khususnya kelas B** yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas seluruh dukungan dan kenangan terbaik semasa bangku perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan karya ini di masa mendatang.

Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat memerikan manfaat bagi pembaca, serta menjadi kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu.

Makassar, 20 Mei 2025

Penulis

ABSTRAK

Khomairoh. NIM B1D121088. "Identifikasi *Kebsiella pneumoniae* Pada Sampel Sputum Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) Menggunakan Metode Vitek MS". Dibimbing oleh **Indas Wari Rahman** dan **Asnah Marzuki**

Infeksi saluran pernapasan bawah merupakan kondisi kesehatan yang menyerang bagian bawah sistem pernapasan, seperti saluran bronkial (bronkus) yang menghubungkan tenggorokan (laring) dengan paru-paru. Salah satu bakteri yang menyebabkan infeksi saluran pernapasan bawah yaitu bakteri *Klebsiella pneumoniae* merupakan famili *Enterobacteriaceae*, suatu kelompok besar dan heterogen dari bakteri gram negatif yang habitat alaminya di saluran pencernaan pada manusia serta dapat menyebabkan infeksi, seperti abses hati, pneumonia, bronkitis, septikemia, dan infeksi saluran kemih, apabila bakteri *Klebsiella pneumoniae* mengalami bakterimia. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi bakteri *Klebsiella pneumoniae* pada sampel sputum penderita infeksi saluran pernapasan bawah menggunakan metode Vitek MS. Jenis penelitian adalah penelitian deskriptif, dengan desain *Cross-sectional* study, dengan jumlah sampel 15 sputum pada penderita infeksi saluran pernapasan bawah (non TB) di Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan 4 sampel yang positif *Klebsiella pneumoniae*, 3 sampel dengan persentase ID 99.9 %, dan 1 sampel lainya memiliki persentase ID sebesar 50.0%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat 20 % dari 15 sampel penderita infeksi saluran pernapasan bawah yang terinfeksi *Klebsiella pneuminae*.

Kata Kunci: ISPB, Sputum, *Klebsiella pneumoniae*, Vitek MS

ABSTRACT

Khomairoh (NIM BID121088). "Identification of Klebsiella pneumoniae in Sputum Samples of Patients with Lower Respiratory Tract Infections (LRTIs) Using the Vitek MS Method." Supervised by Indas Wari Rahman and Asnah Marzuki.

Lower respiratory tract infection (LRTI) is a health condition affecting the lower part of the respiratory system, such as the bronchial passages (bronchi) that connect the larynx to the lungs. One of the bacteria causing LRTIs is Klebsiella pneumoniae, a member of the Enterobacteriaceae family, a large and heterogeneous group of Gram-negative bacteria naturally inhabiting the human gastrointestinal tract. This bacterium can cause various infections, including liver abscess, pneumonia, bronchitis, septicemia, and urinary tract infections, particularly when bacteremia occurs. This study aimed to identify Klebsiella pneumoniae in sputum samples of patients with lower respiratory tract infections using the Vitek MS method. The research employed a descriptive design with a cross-sectional approach, involving 15 sputum samples from patients with non-tuberculous LRTIs at the Makassar Public Pulmonary Health Center. The findings revealed that 4 samples tested positive for Klebsiella pneumoniae. Of these, 3 samples showed an identification percentage of 99.9%, while 1 sample had an identification percentage of 50.0%. Thus, it can be concluded that 20% of the 15 sputum samples from LRTI patients were infected with Klebsiella pneumoniae.

Keywords: lower respiratory tract infection, sputum, Klebsiella pneumoniae, Vitek MS



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
SURAT KETERANGAN TURNITIN ..... **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **v**
MOTTO ..... **vi**
CURRICULUM VITAE ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
ABSTRAK ..... **xi**
DAFTAR ISI ..... **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 5
C. Tujuan Penilitian 5
D. Manfaat Peniltian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
A. Tinjauan Umum Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) 7
B. Tinjauan Umum Penyakit Pernapasan Bawah 14
C. Tinjauan Umum *Klebsiella pneumoniae* 17
D. Tinjaun Umum Metode Pemeriksaan 28
E. Kerangka Teori 37
F. Kerangka Konsep 38
G. Definisi Operasioanal 39
BAB III METODE PENELITIAN **40**
A. Jenis Penelitian 40
B. Lokasi Dan Waktu Penelitian 40
C. Populasi Dan Sampel 40
D. Teknik Pengambilan Sampel 41
E. Instrumen Penelitian 41
F. Prosedur Kerja Penelitian 42
G. Interpretasi Hasil 45

H. Teknik Pengumpulan Data 44
I. Analisis Data 45
J. Etika Penelitian 45
K. Alur Penelitian 42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 47
A. Hasil 47
B. Pembahasan 51
BAB V PENUTUP 61
A. Kesimpulan 61
B. Saran 61
DAFTAR PUSTAKA 62
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR LAMPIRAN xvii
DAFTAR SINGKATAN xviii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Saluran Pernapasan 7
Gambar 2. Struktur *Klebsiella pneumoniae* 20
Gambar 3. *Klebsiella pneumoniae* Pada Media MCA 29
Gambar 4. Hasil Pengecatan Pewarnaan Bakteri *Klebsiella pneumoniae* 30
Gambar 5. Alat *Vitek 2 Compact System* 32
Gambar 6. Kartu *Vitek 2 Compact System* 32
Gambar 7. Alat & Slide Vitek MS 34
Gambar 8. Hasil PCR pada Sampel Sputum 36
Gambar 9. Bagan Kerangka Teori 37
Gambar 10. Bagan Kerangka Konsep 38
Gambar 11. Bagan Alur Kerja 46

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Variabel Penelitian 47
Tabel 2. Hasil Pengamatan Kultur Pada Media MCA 48
Tabel 3. Hasil Identifikasi Bakteri Dengan Vitek MS 50
Tabel 4.Tabel Hasil Persentase *Klebsiella pneumoniae* Pada Vitek MS 51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Identifikasi Bakteri Dengan Vitek MS 67
Lampiran 2. Materdata Penelitian 68
Lampiran 3. Hasil Pemeriksaan..... 70
Lampiran 4. Izin Penelitian 72
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian 73

DAFTAR SINGKATAN

BAL	:	*Bronchoalveolar Lavage*
CAM	:	Cuci Air Mengalir
CHCA	:	*Cyanogen-4-hydroxycinnamic acid*
CLS	:	*Clinical Laboratory Standard International*
CRKP	:	*Carbapenem-resistant Klebsiella pneumoniae*
DPT	:	Difteri, Pertusis,Tetanus
DINKES SUSEL	:	Dinas Kesehatan Sulawesi Selatan
ESBL	:	*Extended Spectrum Beta-Lactamase*
GBD	:	*Global Burden of Diseases*
HIV/AIDS	:	*Human Immunodeficiency Viruses* *Acquired immunodeficiency syndrome*
HLAR	:	*High-Level Reading*
ISNBA	:	Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Bawah Akut
ISPA	:	Infeksi Saluran Pernapasan Akut
ISPB	:	Infeksi Saluran Pernapasan Bawah
ISK	:	Infeksi Saluran Kemih
KPC	:	*Karbapenemase Klebsiella pneumoniae*
LAF	:	Laminar Air Flow
LPS	:	*Lipopolisakarida*
MCA	:	*MacConkey Agar*
MDR	:	*Multi Drug Resistant Organisme*
MRSA	:	*Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus*
NTHI	:	*Nontypeable Haemophilus Influenzae*
OMP	:	*Outer Membrane Protein*
PCR	:	*Polymerase Chain Reaction*
PPOK	:	Penyakit Paru Obstruktif Kronik
PHBS	:	Perilaku Hidup Bersih dan Sehat
RISKESDAS	:	Riset Kesehatan Dasar
RSVs	:	*Respiratory syntical viruses*

TBC	:	Tubrkulosis
TSIA	:	*Triple Sugar Iron Agar*
VAP	:	*Ventilator-Associated Pneumonia*
VRE	:	*Vancomycin-Resistant Enterococci*
WHO	:	*World Health Organization*
MALDI-TOF	:	*Matrix Assisted Laser Desorption Ionization Time-of-Flight*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) merupakan salah satu fokus utama dalam bidang kesehatan global karena kontribusinya yang signifikan terhadap angka morbiditas dan mortalitas di seluruh dunia, terutama pada anak-anak, lansia, dan individu dengan sistem imun yang lemah. Berdasarkan data dari *World Health Organization* (WHO) tahun 2023, ISPB menempati peringkat keempat sebagai penyebab kematian global, dengan lebih dari 2,6 juta kematian setiap tahun. Penyakit ini termasuk pneumonia, bronkitis, dan bronkiolitis yang sering kali dipicu oleh infeksi bakteri, virus, maupun jamur (WHO, 2023).

Di tingkat nasional, Indonesia masih menghadapi beban yang tinggi terkait kasus ISPB. Terdapat dua bentuk penyakit paru kronis yang paling sering dikaitkan dengan ISPB adalah bronkitis kronis dan emfisema, dimana keduanya merupakan komponen dari penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK). Berdasarkan data kementrian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2023, diperkirakan terdapat sekitar 4,8 juta penduduk indonesia yang menderita PPOK, dengan mencapai 5,6%. Sebagian besar kasus ini berkaitan erat dengan faktor risiko seperti kebiasaan merokok dan paparan polusi udara, yang masih tinggi diberbagai wilayah di Indonesia (Kementrian Kesehatan RI, 2023).

Selain itu, menurut data Kementerian Kesehatan RI dalam Profil Kesehatan Indonesia tahun 2023, pneumonia juga sebagai salah satu bentuk ISPB menempati urutan atas penyakit yang menyebabkan rawat inap dan kematian, terutama pada balita dan lansia yaitu sebesar 38,78 %. Angka kejadian ISPB di Indonesia juga diperparah oleh faktor-faktor risiko seperti kepadatan penduduk, polusi udara, status gizi rendah, dan keterbatasan akses terhadap pelayanan kesehatan (Kementrian Kesehatan RI, 2024).

Di Provinsi Sulawesi Selatan, khususnya Kota Makassar, kasus ISPB juga menunjukkan prevalensi yang signifikan. Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023, Pneumonia, sebagai salah satu manifestasi dari Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB), menempati posisi kedua tertinggi dalam jumlah kasus pada pasien rawat jalan maupun rawat inap. Jumlah kasus pneumonia pada pasien rawat jalan tercatat sebanyak 4.236 kasus, sedangkan pada pasien rawat inap mencapai 5.130 kasus. Berdasarkan pengambilan data awal yang di Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar, jumlah kasus ISPB pada tahun 2023 tercatat sebanyak 372,4 kasus, dan mengalami peningkatan signifikan pada tahun 2024 menjadi 1.109,5 kasus (Hardianti dkk., 2025).

Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) umumnya disebabkan oleh agen infeksius seperti bakteri maupun virus. Salah satu bakteri yang berperan dalam etiologi ISPB adalah *Klebsiella pneumoniae*, yang juga dikenal sebagai salah satu patogen utama penyebab infeksi nosokomial secara global. Pada penelitian yang telah dilakukan Muliyati & Nirwana (2023), ditemukan

Klebsiella pneumoniae sebagai bakteri terbanyak yaitu sebanyak 156 (62,4%), pada penderita infeksi saluran pernapasan.

Pada identifikasi *Klebsiella pneumoniae* dapat dilakukan melalui berbagai jenis sampel klinis, seperti sputum (dahak), darah, urin, cairan pleura, feses, dan swab luka (abses). Namun, dalam penelitian ini digunakan sampel sputum, merujuk pada penelitian Patricia & yani (2023), yang menyatakan bahwa spesimen sputum dapat mendeteksi berbagai jenis bakteri, dengan *Klebsiella pneumoniae* sebagai spesies yang paling banyak ditemukan, yakni sebanyak 45 isolat (51%) dibandingkan dengan spesies bakteri lainnya.

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam proses identifikasi bakteri *Klebsiella pneumoniae* seperti kultur, pewarnaan gram, PCR, biokomia otomatis (Vitek 2 *Compact* dan Vitek MS), namun pada penelitian ini menggunakan metode Vitek MS, karena pada ada penelitian sebelumnya yang dilakukan Izzatun (2018), tentang perbandingan metode biokomia otomatis (Vitek 2 *Compact* dan Vitek MS) menyatakan bahwa hasil pemeriksaan dari alat Vitek MS dengan jumlah 30 sampel dapat diidentifikasi dengan metode MALDI-TOF MS. Dalam waktu sekitar 90 menit untuk tahap persiapan isolat dari 30 sampel, dengan durasi identifikasi selama 30 hingga 40 menit untuk proses running mesin. Estimasi tersebut berlaku untuk 30 sampel, mengacu pada waktu total running mesin yang berkisar antara 50 hingga 60 menit per slide. Sementara pada alat biokimia otomatis (*Vitek 2 Compact)* hanya 29 dari 30 sampel yang dianalisis berhasil diidentifikasi.Proses identifikasi bakteri Gram negatif menggunakan metode biokimia otomatis

memerlukan waktu running mesin antara 1080 hingga 1440 menit. Persiapan isolat untuk 30 sampel membutuhkan waktu sekitar 300 menit dalam satu siklus identifikasi. Dari hasil penelitian tersebut bisa dilihat bahwa Vitek MS jauh lebih cepat dalam mengidentifikasi bakteri di banding Vitek 2 *Compact*. Sehingga pada penelitian ini akan menggunakan metode Vitek MS, karena alat ini dapat menggunakan teknologi MALDI-TOF MS yang dapat mendeteksi profil protein spesifik tiap mikroorganisme, sehingga hasil identifikasi biasanya lebih akurat untuk banyak spesies.

Pada penelitian yang dilakukan Zhang dkk (2025), menggunakan alat Vitek MS terdapat 30 sampel dari 44 isolat bakteri yang berhasil diidentifikasi *Klebsiella pneumoniae* dengan tingkat kepercayaan 95%. Pada penelitian yang dilakukan Montano dkk (2025), juga menggunakan alat Vitek MS, terdeteksi sebanyak 80 (47,6%) bakteri *Klebsiella pneumoniae* dari 168 isolat bakteri dengan tingkat kepercayaan 95%. Sehingga bisa disimpulkan bahwa alat Vitek MS ini sangat sensitif terhadap bakteri yang di deteksi.

Berdasarkan latar belakang diatas, diketahui bahwa ISPB masih menjadi masalah kesehatan yang cukup besar di indonesia. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk meneliti mengenai identifikasi *Klebsiella pneumoniae* pada sampel sputum penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) menggunakan metode Vitek MS.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah *Klebsiella pneumoniae* terdeteksi pada sampel sputum pasien dengan Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) melalui metode identifikasi Vitek MS ?

C. Tujuan Penilitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri *Klebsiella pneumoniae* pada sampel sputum pasien yang mengalami Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) dengan menggunakan metode Vitek MS.

D. Manfaat Peniltian

Adapun manfaat penelitian di jelaskan sebagai berikut :

1. Manfaat teoritis
    a) Pengembangan ilmu pengetahuan :

        Penelitian ini dapat memperdalam pemahaman penulis sebagai tambahan ilmu penegetahuan tentang patogenitas *Klebsiella pneumoniae* sebagai penyebab ISPB, termasuk mekanisme infeksi dan faktor-faktor yang mempengaruhi virulensinya.

    b) Dasar teoritis untuk penelitian selanjutnya :

        Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk studi epidemiologi yang lebih luas, membantu peneliti memahami prevalensi dan distribusi *Klebsiella pneumoniae* dalam populasi yang lebih besar, serta faktor-faktor yang mempengaruhi penyebarannya.

2. Manfaat praktis

   a) Menjadi acuan bagi laboratorium klinik dalam melakukan identifikasi bakteri patogen secara cepat dan akurat.

   b) Memberikan data pendukung dalam penanganan dini ISPB yang disebabkan oleh *Klebsiella pneumoniae*, terutama di daerah Makassar.

   c) Membantu meningkatkan diagnosis laboratorium dalam pengendalian infeksi nosokomial dan terapi empiris antibiotik.

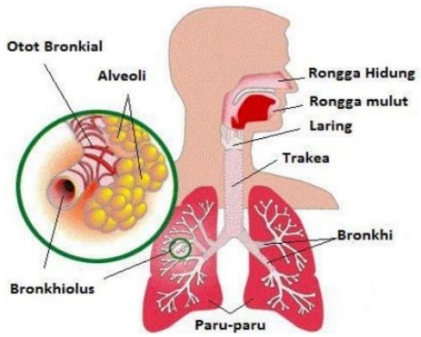
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB)

1. Definisi ISPB

Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) merupakan kondisi kesehatan yang menyerang bagian bawah sistem pernapasan, mencakup saluran bronkial (bronkus) yang menghubungkan trakea ke paru-paru, serta jaringan paru-paru itu sendiri. Infeksi ini dapat disebabkan oleh berbagai agen patogen, antara lain virus, bakteri, dan dalam beberapa kasus oleh jamur. Secara klinis, ISPB dapat bermanifestasi sebagai bronkitis, yaitu peradangan pada bronkus, hingga pneumonia, yakni peradangan pada jaringan paru-paru. Tingkat keparahan penyakit ini bervariasi dari ringan hingga berat, serta kerap menunjukkan gejala yang mirip dengan gangguan pernapasan lainnya, sehingga diperlukan pemeriksaan lebih lanjut untuk memastikan diagnosis (Dinkes, 2023).



Gambar 1. Saluran Pernapasan
(Sumber : Meihindra dkk., 2021).

Pada gambar 1 saluran pernapasan adalah rangkaian organ yang berfungsi mengalirkan udara masuk dan keluar dari tubuh serta tempat

pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida. Saluran pernapasan terdiri dari saluran pernapasan atas (hidung, faring, laring) dan saluran pernapasan bawah (trakea, bronkus, bronkiolus, alveoli, dan paru-paru). Udara masuk melalui hidung atau mulut, melewati faring dan laring, turun ke trakea, bercabang ke bronkus, kemudian ke bronkiolus, dan akhirnya sampai ke alveoli tempat pertukaran gas terjadi dengan darah di paru-paru (Meihindra dkk., 2021).

2. Etiologi Infeksi Saluran Pernapasan Bawah

Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) dapat disebabkan oleh berbagai mikroorganisme, termasuk bakteri, virus, dan jamur. Spektrum patogen penyebab bervariasi tergantung pada usia pasien, status imun, faktor lingkungan, serta adanya penyakit penyerta. Pada pasien rawat inap atau dengan riwayat penyakit paru kronis, patogen penyebab cenderung berasal dari bakteri Gram negatif atau bakteri yang resisten terhadap berbagai antibiotik (Wang dkk., 2020).

Secara umum, bakteri merupakan penyebab utama ISPB, terutama pada pneumonia komunitas maupun pneumonia nosokomial. *Streptococcus pneumoniae* masih menjadi penyebab tersering pneumonia komunitas di seluruh dunia, diikuti oleh *Haemophilus influenzae, Moraxella catarrhalis,* dan *Klebsiella pneumoniae*. Pada pasien dengan gangguan sistem imun atau riwayat penggunaan antibiotik jangka panjang, bakteri Gram negatif seperti *Pseudomonas aeruginosa, Acinetobacter*

baumannii, dan *Enterobacteriaceae* lain sering ditemukan, terutama pada infeksi yang didapat di rumah sakit (nosokomial) (Wang dkk., 2020).

Klebsiella pneumoniae merupakan bakteri Gram negatif anggota famili *Enterobacteriaceae* yang sering ditemukan pada pasien dengan faktor risiko seperti diabetes mellitus, alkoholisme, penyakit paru kronis, atau pasien dengan penggunaan alat bantu napas. Bakteri ini mampu menyebabkan pneumonia lobar yang berat dengan karakteristik sputum kental kemerahan seperti "*currant jelly*" akibat adanya hemoragi dan nekrosis jaringan paru. Selain itu, *K. pneumoniae* sering memiliki mekanisme resistensi antibiotik seperti produksi *Extended Spectrum Beta-Lactamase* (ESBL) atau *Carbapenemase*, sehingga dapat mempersulit terapi (Nurhasanah dkk., 2024).

Pseudomonas aeruginosa adalah bakteri Gram negatif non-fermentatif yang bersifat oportunistik dan memiliki kemampuan bertahan di lingkungan lembab, termasuk di fasilitas kesehatan. Bakteri ini sering menjadi penyebab pneumonia nosokomial, terutama pada pasien dengan penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), bronkiektasis, fibrosis kistik, atau yang menjalani ventilasi mekanik. Tingginya angka kejadian *Pseudomonas aeruginosa* pada pasien ISPB disebabkan oleh kemampuannya membentuk biofilm, menghasilkan berbagai faktor virulensi seperti eksotoksin A dan piocianin, serta memiliki tingkat resistensi antibiotik yang tinggi (Kwok dkk., 2021).

Selain bakteri, virus juga berperan dalam etiologi ISPB, terutama pada anak-anak dan lansia. Virus penyebab umum antara lain *Respiratory Syncytial Virus* (RSV), influenza virus, parainfluenza virus, adenovirus, dan coronavirus. Infeksi virus dapat menimbulkan kerusakan epitel saluran napas sehingga mempermudah terjadinya infeksi sekunder oleh bakteri (Kwok dkk., 2021).

Infeksi jamur pada saluran pernapasan bawah lebih jarang ditemukan dan biasanya terjadi pada pasien dengan imunosupresi berat, seperti penderita HIV/AIDS, pasien transplantasi organ, atau pasien yang mendapat kemoterapi. Jamur penyebab meliputi *Aspergillus spp., Cryptococcus neoformans,* dan *Pneumocystis jirovecii* (Baron, 2017).

3. Patogenesis Infeksi Saluran Pernapasan Bawah

Patogenitas infeksi saluran pernapasan bawah (ISPB) adalah kemampuan mikroorganisme penyebab penyakit untuk memasuki, bertahan, berkembang biak, dan menimbulkan kerusakan pada jaringan paru serta saluran napas bagian bawah. Proses ini terjadi melalui interaksi yang kompleks antara faktor virulensi mikroorganisme dan respons imun tubuh. Tahap awal patogenitas dimulai dari proses kolonisasi dan invasi. Mikroorganisme, seperti *Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa,* dan *Streptococcus pneumoniae,* umumnya masuk ke saluran napas melalui inhalasi droplet atau aspirasi sekret orofaring (Setyowati & Silviani, 2020).

Patogen tersebut memiliki kapsul polisakarida yang memfasilitasi perlekatan pada epitel saluran napas dan menghambat fagositosis oleh sel imun. Tahap berikutnya adalah penghindaran mekanisme pertahanan tubuh (evasion). Beberapa patogen mampu menghasilkan enzim protease yang merusak imunoglobulin A (IgA) sekretori, membentuk biofilm yang melindungi koloni bakteri dari fagositosis dan antibiotik, atau memodifikasi permukaan sel untuk menghindari pengenalan oleh sistem imun (Setyowati & Silviani, 2020).

Kerusakan jaringan terjadi akibat pelepasan berbagai toksin dan enzim yang merusak sel inang. Pada bakteri gram negatif, *endotoksin lipopolisakarida* (LPS) memicu respons inflamasi yang luas. *Pseudomonas aeruginosa* menghasilkan elastase yang menghancurkan jaringan elastin paru, sedangkan infeksi *Klebsiella pneumoniae* sering memicu nekrosis jaringan akibat respons imun yang berlebihan. Proses infeksi memicu respons inflamasi berupa infiltrasi neutrofil, makrofag, dan limfosit ke area yang terinfeksi. Pelepasan mediator inflamasi seperti interleukin (IL-1, IL-6) dan *tumor necrosis factor-α* (TNF-α) berperan dalam menimbulkan gejala klinis, termasuk demam, batuk produktif, dan sesak napas (Patricia & yani, 2023).

Pada kasus yang berat, patogen dapat menembus sawar epitel dan masuk ke aliran darah sehingga menyebabkan bakteremia atau sepsis. Infeksi juga dapat menyebar ke organ lain, seperti otak (meningitis), hati

(abses hati), atau kulit (nekrotizing fasciitis), terutama pada infeksi *Klebsiella pneumoniae* hipervirulen (Patricia & yani, 2023).

4. Manifestasi Klinis Infeksi Saluran Pernapasan Bawah

Manifestasi klinis ISPB dapat bervariasi tergantung pada jenis patogen penyebab, tingkat keparahan infeksi, status imun pasien, serta adanya komorbiditas atau penyakit paru sebelumnya. Secara umum, manifestasi klinis ISPB meliputi gejala respirasi dan sistemik. Gejala respirasi timbul akibat respons inflamasi lokal dan gangguan pertukaran gas di paru, sedangkan gejala sistemik muncul akibat respon imun dan pelepasan mediator inflamasi ke sirkulasi sistemik (Dinkes, 2023).

pada jenis infeksinya dan tigkat keparahannya, gejala umum meliputi:

1. Batuk

   Batuk merupakan gejala utama ISPB yang berfungsi sebagai mekanisme pertahanan untuk mengeluarkan sekret atau benda asing dari saluran napas. Batuk dapat bersifat produktif dengan sputum purulen pada infeksi bakteri, atau non-produktif pada infeksi virus dan fase awal penyakit (Pusmaika dkk., 2024).

2. Sesak Napas (Dispnea)

   Sesak napas terjadi akibat obstruksi saluran napas oleh sekret, peradangan pada bronkus, atau penurunan elastisitas paru. Pada kasus berat, dapat disertai penggunaan otot bantu pernapasan (Pusmaika dkk., 2024).

3. Nyeri Dada

Nyeri dada pleuritik dapat terjadi bila proses inflamasi melibatkan pleura parietalis. Nyeri biasanya bertambah saat inspirasi dalam atau batuk (Qaedi dkk., 2021).

4. Demam

Demam merupakan respon sistemik terhadap infeksi yang dimediasi oleh pelepasan sitokin proinflamasi seperti interleukin-1 dan tumor *necrosis factor-α*. Suhu tubuh biasanya meningkat >38°C pada infeksi bakteri akut pernapasan (Pusmaika dkk., 2024).

5. Produksi Sputum

Pada infeksi bakteri, sputum sering berwarna kuning kehijauan akibat akumulasi neutrofil dan debris sel. Pada infeksi *Klebsiella pneumoniae*, sputum dapat berwarna kemerahan kental menyerupai "jelly" akibat adanya darah dan lendir (Wang dkk., 2020).

6. Hemoptisis

Hemoptisis atau hemoptoe dapat terjadi pada ISPB berat, khususnya yang disertai kerusakan jaringan paru seperti pada pneumonia nekrotikan, bronkiektasis, atau infeksi oleh *Mycobacterium tuberculosis* (Permata & Zakiah, 2024).

5. Diagnosis Mikrobiologis Infeksi Saluran Pernapasan Bawah

Spesimen sputum dikultur untuk bakteri, jamur, dan virus. Kultur dari cairan hidung biasanya cukup untuk bayi yang menderita bronkiolitis. Teknik pewarnaan fluoresensi dapat digunakan untuk legionellosis. Kultur

darah dan/atau metode serologis digunakan untuk virus, riketsia, jamur, dan banyak bakteri. Metode immunoassay terkait enzim dapat digunakan untuk mendeteksi antigen mikroba serta antibodi. Deteksi fragmen nukleotida yang spesifik untuk antigen mikroba yang dimaksud dengan pemeriksaan DNA atau reaksi berantai polimerase dapat memberikan diagnosis yang cepat (Baron, 2017)

B. Tinjauan Umum Penyakit Pernapasan Bawah

1. Pneumonia

Pneumonia merupakan infeksi akut yang menyerang jaringan alveolar pada paru-paru. Kondisi ini disebabkan oleh masuknya partikel-partikel kecil ke dalam saluran pernapasan bagian bawah yang mengandung agen infeksi, seperti bakteri, virus, atau mikoplasma, yang kemudian dapat menimbulkan kerusakan pada paru-paru. Infeksi bakteri merupakan penyebab yang paling umum, dengan patogen yang sering terlibat antara lain *Streptococcus pneumoniae, Legionella pneumophila,* dan *Klebsiella spp* (Miftahul & Yuliana, 2024).

Gejala klinis yang umum ditemukan pada penderita pneumonia meliputi batuk, sesak napas, demam, serta bunyi napas mengi, yang paling sering dijumpai pada pneumonia akibat infeksi virus. Kondisi ini biasanya juga disertai keluhan tambahan seperti sakit kepala, nyeri otot (mialgia), dan radang tenggorokan. Faktor lingkungan turut berperan sebagai pencetus terjadinya pneumonia, yang dapat menyebabkan konsolidasi

jaringan paru dan gangguan pertukaran gas di alveoli, sehingga meningkatkan angka morbiditas secara signifikan (Sam dkk., 2023).

2. Bronkitis

Bronkitis adalah suatau kondisi dimana bronkus mengalami inflamasi atau radang. Ketika tubuh melawan infeksi dan iritasi tersebut, maka tabung bronkial akan menyebabkan pembengkakan yang berlebihan sehingga menghasilkan lendir. Pembengkakan pada bronkial dapat menyebabkan saluran pernapasan menyempit, sehingga menghambat aliran udara. Secara umum penyebab bronkitis dapat dibedakan berdasarkan jenisnya, yaitu (Septiyadi & Zulfiandry, 2023) :

a) Bronkitis Akut

Bronkitis akut merupakan peradangan pada saluran pernapasan, yang meliputi trakea hingga bronkus, dan umumnya disebabkan oleh infeksi saluran pernapasan. Kondisi ini ditandai dengan gejala utama berupa batuk, baik yang tidak berdahak maupun berdahak, dan biasanya berlangsung kurang dari tiga minggu. Gejala lain yang sering menyertai antara lain nyeri dada, sakit kepala, pilek, radang tenggorokan, batuk kering yang kemudian berkembang menjadi batuk berdahak, demam ringan, sensasi menggigil, mengi, serta sesak napas. Bronkitis akut paling banyak disebabkan oleh infeksi virus, seperti *Rhinovirus*, *Adenovirus, Respiratory Syncitial virus* (RSV), virus influenza A dan B, virus para influenza. Pada bakteri (*Mycoplasma pneumoniae, Chlamydophila pneumoniae*, dan

Bordetella pertussis) biasanya disebabkan hanya 10%, dan bisa sembuh dalam waktu 1-2 minggu. Selain virus dan bakteri polusi udara dan keniasaan merokok juga dapat menjadi salah satu penyebabnya (Annisa & Khairani, 2024).

b) Bronkitis Kronik

Bronkitis kronik merupakan salah satu bentuk penyakit yang sering dijumpai dan termasuk dalam kategori Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK). Kondisi ini disebabkan oleh hipersekresi mukus oleh sel goblet serta produksi sputum yang berlebihan, yang mengakibatkan penyumbatan aliran udara pada lumen saluran pernapasan. Hal ini juga disertai dengan proses remodeling epitel dan perubahan tegangan permukaan saluran napas, yang pada akhirnya menyebabkan kolapsnya saluran udara (Permata & Zakiah, 2024).

Bronkitis kronik dapat berlangsung dalam jangka waktu lama, yaitu selama beberapa bulan hingga dua tahun. Apabila tidak ditangani secara tepat, kondisi ini dapat mengalami progresivitas yang semakin memburuk. Peradangan yang terus berlanjut menyebabkan dinding bronkus secara terus-menerus memproduksi lendir, memicu peradangan sel, serta menyebabkan penyempitan atau kekakuan pada saluran pernapasan, yang berdampak pada gangguan pernapasan. Sebagian besar kasus bronkitis kronik berkaitan erat dengan paparan asap rokok, baik pada perokok aktif maupun pasif. Selain itu, paparan

kabut asap, polusi industri, dan zat kimia beracun juga dapat menjadi faktor risiko (Permata & Zakiah, 2024).

3. Emfisema

Emfisema merupakan salah satu bentuk dari Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK), yang ditandai oleh kerusakan struktur pada alveolus, yaitu kantung udara kecil di paru-paru. Kerusakan ini mengganggu efisiensi pertukaran gas, khususnya oksigen dan karbon dioksida. Akibatnya, dinding alveolus menjadi rapuh dan mengalami ruptur, sehingga mengurangi luas permukaan paru-paru yang dibutuhkan untuk pertukaran gas dan menyebabkan udara terperangkap di dalam paru (Simarigi dkk., 2021).

Kondisi ini membuat penderita mengalami kesulitan dalam menghembuskan udara keluar dari paru-parunya secara optimal. Penyebab utama emfisema biasanya disebabkan karena paparan jangka panjang terhadap iritan udara, terutama pada rokok, polusi udara, paparan debu atau bahan kimia industri. Gejala emfisema biasanya menyebar secara perlahan, gejala umumnya seperti sesak napas, terutama saat aktivitas fisik, batuk kronis, produksi lendir berlebihan, berat badan menurun dan kelelahan (Simarigi dkk., 2021).

C. Tinjauan Umum *Klebsiella pneumoniae*

1. Definisi *Klebsiella pneumoniae*

Bakteri *Klebsiella* tergolong dalam famili *Enterobacteriaceae*, yaitu kelompok besar dan beragam dari bakteri gram-negatif yang secara alami

berkolonisasi di saluran pernapasan dan saluran pencernaan manusia. Kelompok ini berperan sebagai penyebab berbagai infeksi, seperti abses hati, pneumonia, septicemia, dan infeksi saluran kemih. Famili Enterobacteriaceae mencakup berbagai genus, antara lain *Escherichia, Shigella, Salmonella, Enterobacter, Klebsiella, Serratia,* dan *Proteus*. Adapun genus *Klebsiella pneumoniae* terdiri atas tiga subspesies, yaitu *subspesies pneumoniae, subspesies ozaenae,* dan *subspesies rhinoscleromatis*. (Lien dkk., 2020).

Bakteri *Klebsiella pneumoniae* dikenal sebagai agen penyebab berbagai infeksi, termasuk infeksi nosokomial, infeksi saluran kemih, pneumonia, septikemia, infeksi jaringan lunak, infeksi pada sistem saraf pusat, serta diare. Bakteri jenis *Klebsiella pneumoniae* dapat menyebabkan pneumonia, yang menyerang jaringan paru-paru (alveoli). Infeksi paru-paru yang disebabkan oleh *Klebsiella pneumoniae* dapat menimbulkan gambaran klinis berupa pembengkakan pada paru-paru, yang menyebabkan ketidaksimetrisan antara lobus kiri dan kanan. Gejala yang sering muncul meliputi demam disertai menggigil, batuk yang menyerupai bronkitis, penebalan dinding mukosa saluran pernapasan, serta produksi dahak yang bercampur darah (Lien dkk., 2020).

Klebsiella pneumoniae dapat ditemukan di berbagai bagian tubuh manusia, seperti rongga mulut, kulit, dan saluran pencernaan, meskipun habitat alaminya berada di lingkungan tanah. Bakteri ini umumnya menginfeksi individu dengan sistem kekebalan tubuh yang terganggu,

seperti penderita penyakit paru kronis, diabetes melitus, maupun pecandu alkohol. Isolasi *Klebsiella pneumoniae* dapat dilakukan melalui berbagai jenis spesimen klinis, antara lain sputum, darah, urin, cairan pleura, serta sampel dari luka untuk keperluan pemeriksaan pewarnaan gram (Rahman & Prihartini, 2022).

2. Karakteristik *Klebsiella pneumoniae*

1. Klasifikasi bakteri *Klebsiella pneumoniae*

Tingkatan taksonomi berdasarkan *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, (Garrity dkk., 2004) :

Kingdom : Bacteria

Filum : Proteobacteria

Kelas : *Gamma Proteobacteria*

Ordo : *Enterobacteriales*

Family : *Enterobacteriaceae*

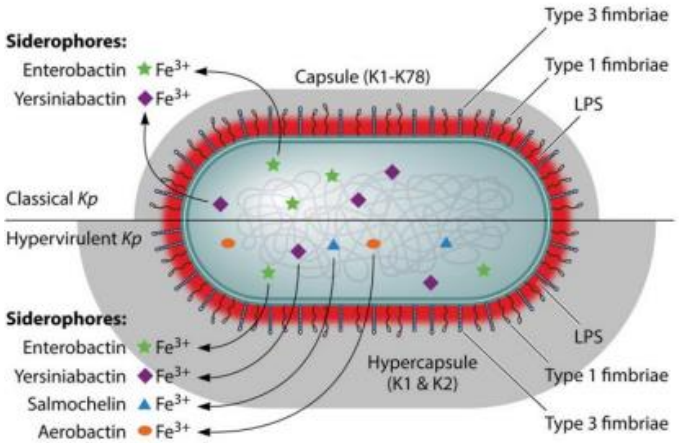
Genus : *Klebsiella*

Spesies : *Klebsiella pneumoniae*

2. Morfologi Dan Identifikasi *Klebsiella pneumoniae*

Klebsiella pneumoniae merupakan bakteri Gram negatif berbentuk basil pendek dengan ukuran sekitar 0,5 × 1,2 μm. Bakteri ini memiliki kapsul, namun tidak membentuk spora. *Klebsiella pneumoniae* bersifat non-motil karena tidak memiliki flagela, tetapi mampu memfermentasi karbohidrat menjadi asam dan gas (Lien dkk., 2020). *Klebsiella* pneumoniae juga memiliki sejumlah besar elemen

genom aksesori, termasuk plasmid dan lokus gen pada kromosom. Berdasarkan karakteristik genom aksesori tersebut, strain *Klebsiella pneumoniae* diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok, yaitu tipe oportunistik, hipervirulen, dan *multidrug-resistant* (MDR) (Wang dkk., 2020).



Gambar 2. Struktur *Klebsiella pneumoniae*
(Sumber : Paczosa & Mecsas, 2016)

Pada gambar 2 menunjukkan ilustrasi struktur sel *Klebsiella pneumoniae* beserta faktor-faktor virulensi utama yang dimilikinya, baik pada strain klasik *K. pneumoniae* maupun strain hipervirulen *K. pneumoniae.* Penjelasannya sebagai berikut (Paczosa & Mecsas, 2016):

1. ***Capsule*** **(K1–K78)**

Kapsul adalah lapisan tebal polisakarida yang menyelimuti dinding sel bakteri. Melindungi bakteri dari fagositosis dan membantu bertahan dari sistem imun inang. Pada strain hipervirulen, kapsul bisa lebih tebal (*hypercapsule*), terutama pada serotipe K1 dan K2, yang meningkatkan kemampuan bakteri menyebabkan infeksi berat.

2. ***Hypercapsule*** **(K1 & K2)**

Merupakan bentuk kapsul yang lebih tebal dari normal. Memberikan sifat *hypermucoviscous* (koloni sangat lengket, terbukti dengan string test positif). Terkait dengan peningkatan patogenisitas dan kemampuan menyebar ke organ lain seperti hati dan otak.

3. **Fimbriae Tipe 1**

Struktur seperti rambut halus di permukaan bakteri. Berfungsi sebagai alat adhesi pada permukaan sel epitel saluran pernapasan atau saluran kemih. Membantu kolonisasi awal di inang.

4. **Fimbriae Tipe 3**

Berperan penting dalam pembentukan biofilm. Memudahkan bakteri menempel pada permukaan benda asing seperti kateter dan peralatan medis. Membantu bakteri bertahan pada lingkungan yang tidak menguntungkan.

5. **LPS (*Lipopolysaccharide*)**

Komponen membran luar bakteri Gram-negatif. Berperan sebagai endotoksin yang dapat memicu respon imun dan peradangan hebat. Membantu bakteri menghindari sistem imun bawaan inang.

6. **Siderophores**

Molekul kecil dengan afinitas tinggi terhadap besi (Fe^{3+}), digunakan untuk mengambil besi dari tubuh inang. *K. pneumoniae* memproduksi beberapa jenis siderofor seperti :

- *Enterobactin* : sangat efisien mengikat Fe^{3+}.

- *Yersiniabactin* : membantu memperoleh besi dan berperan dalam menghindari sistem imun.
- *Salmochelin* : bentuk termodifikasi dari enterobactin yang menghindari protein pengikat besi inang.
- *Aerobactin* : umumnya ditemukan pada strain hipervirulen dan meningkatkan kemampuan bakteri bertahan di lingkungan kekurangan besi.

3. Penyakit Yang Disebabkan Bakteri *Klebsiella pneumoniae*

Bakteri *Klebsiella pneumoniae* diketahui dapat menjadi penyebab berbagai jenis penyakit, antara lain seperti :

a. Pneumonia

Pneumonia merupakan infeksi pada jaringan paru-paru yang dapat disebabkan oleh berbagai jenis mikroorganisme, salah satunya adalah bakteri *Klebsiella pneumoniae*. Infeksi paru-paru akibat bakteri ini dapat menimbulkan gambaran klinis berupa pembengkakan paru-paru yang menyebabkan ketidakseimbangan antara lobus kiri dan kanan. Gejala lain yang menyertai meliputi demam disertai menggigil, batuk yang menyerupai bronkitis, penebalan dinding mukosa saluran pernapasan, serta produksi sputum yang bercampur darah. Diagnosis pneumonia karena *Klebsiella pneumoniae* dilakukan melalui pemeriksaan dahak, rontgen dada, dan uji kultur serta sensitivitas antibiotik. Salah satu pengobatannya bisa dilakukan dengan cara pemberian antibiotik. Pencegahan infeksi dapat dilakukan dengan menjaga kebersihan,

mencegah penularan di rumah sakit melalui prosedur kontrol infeksi, serta menjaga daya tahan tubuh (Tika dkk., 2020).

b. Bronkitis

Bronkitis adalah kondisi peradangan pada dinding bronkus yang ditandai dengan batuk produktif, peningkatan produksi sputum, dan sering disertai sesak napas. Infeksi bronkitis oleh *K. pneumoniae* melibatkan faktor virulensi yang kompleks. Bakteri ini memiliki kapsul polisakarida yang berfungsi sebagai pelindung dari fagositosis dan sistem komplemen inang, serta adhesin seperti fimbriae yang memungkinkan perlekatan kuat ke epitel respiratori . Selain itu, faktor virulensi seperti *lipopolisakarida* (LPS), siderofor (alat penyerapan besi), dan kemampuan membentuk biofilm meningkatkan kemampuannya untuk bertahan dan berkembang di saluran pernapasan (Rahma & Pratiwi, 2020).

Secara klinis, infeksi bronkitis yang disebabkan oleh *K. pneumoniae* umumnya menimbulkan batuk produktif dengan sputum kental berwarna kuning kehijauan hingga kemerahan-kadang disebut sputum “currant jelly”- disertai demam, wheezing, nyeri dada, serta tanda radang saluran pernapasan bagian bawah seperti wheezing dan takipnea . Bronkitis ini dapat berkembang menjadi bronchopneumonia, yang lebih sering terjadi sebagai infeksi nosokomial dan menunjukkan gejala yang lebih bervariasi (Rahma & Pratiwi, 2020).

c. Bakterimia (Infeksi Aliran Darah)

Bakteremia merupakan kondisi medis yang serius, ditandai dengan keberadaan bakteri dalam aliran darah yang kemudian dapat menyebar ke seluruh tubuh. Salah satu patogen penyebab bakteremia adalah *Klebsiella pneumoniae*, yaitu bakteri gram negatif yang memiliki kapsul tebal dan dikenal sebagai patogen oportunistik. Bakteri ini biasanya hidup secara normal di saluran pencernaan, namun dapat menjadi penyebab infeksi sistemik jika masuk ke dalam darah, terutama pada individu dengan sistem imun yang lemah. Bakteremia akibat *Klebsiella pneumoniae* dapat berasal dari infeksi primer di organ lain seperti paru-paru (pneumonia), saluran kemih, atau luka operasi, lalu menyebar ke darah. Kondisi ini dapat menyebabkan respons imun yang luas, yang dikenal sebagai sepsis, dan berpotensi berkembang menjadi syok septik serta kegagalan organ multipel medis (Menezes & Ismawatie, 2024).

Gejala klinis dari bakteremia seperti demam tinggi, menggigil, denyut jantung cepat, tekanan darah rendah, serta tanda-tanda infeksi sistemik. Diagnosis bakteremia dilakukan dengan pengambilan sampel darah untuk kultur dan identifikasi bakteri, serta uji sensitivitas antibiotik. Pencegahan bakteremia akibat *Klebsiella pneumoniae* meliputi pengendalian infeksi yang ketat di rumah sakit, penggunaan antibiotik yang rasional, dan menjaga kebersihan alat medis (Menezes & Ismawatie, 2024).

d. Infeksi Saluran Kemih

Infeksi Saluran Kemih (ISK) merupakan kondisi ketika bakteri menyerang salah satu bagian dari sistem kemih, seperti uretra, kandung kemih, ureter, atau ginjal. Salah satu agen penyebab ISK yang cukup sering ditemukan, khususnya pada pasien rawat inap di rumah sakit, adalah *Klebsiella pneumoniae*. Bakteri gram negatif berbentuk batang ini memiliki kapsul yang berperan sebagai faktor virulensi. Meskipun secara normal terdapat dalam saluran pencernaan, *Klebsiella pneumoniae* dapat berpindah ke saluran kemih dan menimbulkan infeksi, terutama pada individu dengan imunitas rendah atau yang menggunakan kateter urin dalam jangka waktu lama. Tingkat keparahan ISK akibat infeksi Klebsiella pneumoniae dapat bervariasi, mulai dari ringan hingga berat, bergantung pada lokasi infeksi serta kondisi kesehatan pasien (Artanti dkk., 2024).

Gejala yang umum dialami meliputi rasa nyeri atau sensasi terbakar saat berkemih, frekuensi buang air kecil yang meningkat, urin yang tampak keruh atau berbau menyengat, serta nyeri pada bagian perut bawah. *Klebsiella pneumoniae* memiliki kemampuan membentuk biofilm pada permukaan kateter atau jaringan, yang membuatnya lebih sulit dihilangkan dan lebih resisten terhadap antibiotik. Oleh karena itu, diagnosis yang tepat sangat penting, dan biasanya dilakukan dengan analisis urin, kultur urin, serta uji sensitivitas antibiotik untuk menentukan jenis pengobatan yang sesuai. Pencegahan ISK oleh

Klebsiella pneumoniae mencakup kebersihan pribadi, penggunaan kateter yang sesuai indikasi dan dalam waktu sesingkat mungkin, serta pengendalian infeksi di rumah sakit (Artanti dkk., 2024).

e. Infeksi luka

Infeksi luka adalah kondisi ketika bakteri masuk dan berkembang biak di jaringan kulit atau luka terbuka, menyebabkan peradangan dan gangguan penyembuhan. Salah satu bakteri penyebab infeksi luka yang cukup berbahaya adalah *Klebsiella pneumoniae*, yaitu bakteri gram negatif yang bersifat oportunistik dan memiliki kemampuan resistensi antibiotik yang tinggi. *Klebsiella pneumoniae* juga dapat menginfeksi berbagai jenis luka, termasuk luka operasi, luka bakar, dan luka traumatik, terutama pada pasien dengan daya tahan tubuh rendah atau perawatan rumah sakit jangka panjang. Bakteri ini menghasilkan kapsul tebal dan enzim-enzim yang memudahkan invasi ke jaringan serta membentuk biofilm yang sulit dibersihkan dari permukaan luka(Qaedi dkk., 2021).

Gejala infeksi luka akibat *Klebsiella pneumoniae* meliputi kemerahan, bengkak, nyeri, keluarnya nanah atau cairan berbau dari luka, demam, dan keterlambatan penyembuhan. Dalam kasus berat, infeksi dapat menyebar ke jaringan dalam dan menyebabkan sepsis. Diagnosis infeksi luka dilakukan dengan pengambilan sampel cairan atau jaringan dari luka untuk pemeriksaan mikrobiologi, termasuk kultur dan uji sensitivitas antibiotik. Perawatan luka lokal (seperti pembersihan

rutin dan debridement) sangat penting dalam pengobatan. Pencegahan infeksi luka akibat *Klebsiella pneumoniae* meliputi praktik kebersihan luka yang baik, penggunaan alat steril saat perawatan luka, pengawasan ketat pada pasien luka di rumah sakit, serta penggunaan antibiotik yang rasional untuk menghindari resistensi (Qaedi dkk., 2021).

4. Faktor virulensi

Faktor-faktor virulensi yang dimiliki oleh *Klebsiella pneumoniae* berperan penting dalam proses kolonisasi pada permukaan mukosa, dimana bakteri tersebut kemudian dapat menetap dan menyebabkan infeksi. Struktur dinding luar *K. pneumoniae* terdiri dari tiga komponen utama, yaitu lipopolisakarida (LPS), peptidoglikan, dan *Outer Membrane Protein* (OMP). OMP termasuk dalam kelompok adhesin afimbrial yang berperan krusial dalam proses perlekatan dan invasi terhadap sel inang. Selain itu, protein permukaan ini memiliki afinitas yang lebih tinggi terhadap sel inang dibandingkan pili, serta mampu menyebabkan hemaglutinasi atau penggumpalan sel darah merah. OMP juga berkontribusi terhadap peningkatan resistensi *K. pneumoniae* terhadap beberapa jenis antibiotik, sehingga bakteri ini semakin sulit untuk diredakan selama proses penyembuhan (Ekawati dkk., 2018).

5. Resistensi Antibiotik

Resistensi *Klebsiella pneumoniae* terhadap antibiotik sefalosporin disebabkan karena bakteri Klebsiella pneumoniae memiliki suatu enzim yaitu *Extended Spectrum β Laktamase* (ESBL). Bakteri yang termasuk

golongan ESBL ini mampu menonaktifkan kerja dari antibiotik *sefalosporin* dan *penicillin*. Salah satu mekanisme timbulnya resistensi terhadap antibiotik golongan ß-laktam khususnya pada bakteri Gram negatif ialah dengan diproduksinya enzim ßlaktamase. Enzim ini dapat memecah cincin ß-laktam sehingga antibiotik tersebut menjadi tidak aktif (Setyowati & Silviani, 2020).

Resistensi antibiotik terhadap mikroorganisme patogen merupakan permasalahan serius dalam dunia medis, karena dapat memperpanjang durasi infeksi, meningkatkan risiko mortalitas, serta memperlama masa rawat inap pasien di fasilitas kesehatan. Pada bakteri Gram-negatif, resistensi ini sering kali disebabkan oleh kemampuan menghasilkan enzim *Extended Spectrum Beta-Lactamase* (ESBL), yang umum ditemukan pada *Klebsiella spp.* dan *Escherichia coli*. Meskipun demikian, beberapa strain *Klebsiella* masih menunjukkan kepekaan terhadap antibiotik beta-laktam, seperti *ampisilin, karbenisilin,* dan *amoksisilin*. Berdasarkan hasil penelitian, *Klebsiella sp*. memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap *meropenem* (98,4%), *imipenem* (98,2%), *kloramfenikol* (92,5%), dan *siprofloksasin* (80%), namun sangat rendah terhadap *ampisilin* (2%) (Harapan dkk., 2018).

D. Tinjuan Umum Metode Pemeriksaan *Klebsiella pneumoniae*

A. Kultur

Kultur merupakan metode in vitro yang digunakan untuk menumbuhkan mikroorganisme atau sel dalam suatu medium khusus yang

disebut media kultur di laboratorium. Media kultur mikroorganisme terdiri dari campuran nutrisi yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan reproduksi mikroba. Mikroorganisme memanfaatkan senyawa-senyawa kecil dalam media tersebut untuk membangun komponen selnya. Melalui teknik kultur ini, mikroorganisme dapat diisolasi menjadi kultur murni, dan media yang digunakan dapat disesuaikan komposisinya berdasarkan kebutuhan spesifik masing-masing jenis bakteri. Hal ini penting karena setiap jenis bakteri memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda, sehingga berbagai jenis media pertumbuhan dikembangkan untuk mendukung diagnosis mikrobiologi (Atmanto dkk., 2022).

Mikroorganisme setelah berhasil dikultur, proses identifikasi dapat dilakukan melalui pengamatan mikroskopis, baik tanpa pewarnaan maupun dengan pewarnaan. Pengamatan tanpa pewarnaan biasanya lebih sulit dilakukan dan kurang efektif dalam menampilkan detail struktur sel, karena sebagian besar sel bakteri bersifat transparan atau semi-transparan. Oleh karena itu, teknik pewarnaan digunakan untuk memperjelas struktur mikroba sehingga dapat diamati dengan lebih rinci di bawah mikroskop (Atmanto dkk., 2022).

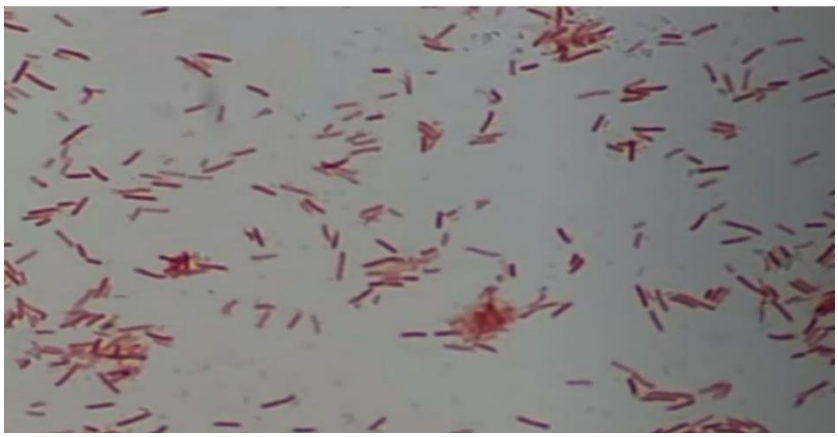


Gambar 3. *Klebsiella pneumoniae* pada media MCA
(Sumber : Arya dkk., 2020)

Pada penelitian yang di lakukan Arya dkk (2020), pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* pada media MCA terdapat koloni berbentuk kubah (*convex*) berwarna merah muda / memermentasi laktosa yang berlendir (Mukoid).

B. Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram merupakan metode pewarnaan yang paling umum digunakan dalam bidang bakteriologi. Teknik ini memungkinkan klasifikasi bakteri ke dalam dua kelompok utama, yaitu gram positif dan gram negatif. Bakteri gram positif ditandai dengan kemampuannya mempertahankan warna ungu kristal violet setelah proses pencucian dengan alkohol, karena tidak menyerap pewarna kontras. Sebaliknya, bakteri gram negatif kehilangan warna dasarnya setelah perlakuan alkohol, sehingga menyerap pewarna kontras seperti safranin atau karbol fuchsin, dan tampak berwarna merah pada preparat (Apriyanthi & Widayanti, 2022).



Gambar 4. Hasil pengecatan gram bakteri *Klebsiella pneumoniae*
(Sumber : Notes, 2022)

Pada pewarnaan Gram, bakteri *Klebsiella pneumoniae* ini akan tampak berwarna merah muda hingga merah, karena tidak mampu mempertahankan kristal violet dan hanya menyerap pewarna safranin sebagai counterstain. Secara mikroskopis, *Klebsiella pneumoniae* terlihat berbentuk basil (batang) pendek dan tampak tersusun secara tunggal atau berpasangan (Notes, 2022).

C. Metode Biokimia Otomatis

Teknologi pemeriksaan di laboratorium mengalami kemajuan yang signifikan, khususnya di bidang mikrobiologi. Kemajuan ini semakin mempermudah para praktisi laboratorium dalam proses identifikasi dan analisis mikroorganisme dengan tingkat akurasi dan efisiensi yang lebih tinggi. Terdapat dua metode pada metode biokimia otomatis yaitu :

1. *Vitek 2 Compact*

Vitek 2 Compact adalah sistem otomatis yang digunakan untuk identifikasi mikroorganisme dan uji kepekaan antibiotik *(antibiotic susceptibility testing*/AST) berdasarkan reaksi biokimia (*Colorimetric* dan Fluorometric). Bakteri diinokulasikan ke dalam kartu khusus yang berisi substrat biokimia, kemudian dimasukkan ke dalam alat *Vitek 2 Compact*. Sistem ini secara otomatis memantau dan menganalisis perubahan reaksi warna yang terjadi dalam waktu tertentu, lalu mencocokkannya dengan database untuk menentukan spesies bakteri dan pola resistensi terhadap antibiotik (Prihatini dkk., 2018).

Prinsip kerja *Vitek 2 Compact* didasarkan pada analisis reaksi biokimia mikroorganisme terhadap berbagai substrat yang terdapat dalam kartu uji khusus (Vitek cards). Perubahan reaksi biokimia selama proses inkubasi akan dipantau melalui sistem pembacaan optik dan dianalisis menggunakan perangkat lunak terintegrasi.



Gambar 5. Alat *Vitek* 2 *compact system*

Vitek-2 technology merupakan alat bersistem otomatik tinggi (*Highly Automatic Sys*tem) untuk uji pengenalian (tes identifikasi) dan kepekaan (sensitifitas) antimikroba berdasarkan asas (prinsip) Advanced Colorimetry dan Turbidimetry. Sehingga memungkinkan hasil pengenalian (identifikasi) dan kepekaan (sensitifitas) antimikroba selesai dalam waktu 3,3 jam, sedangkan untuk memperoleh hasil akhir dibutuhkan waktu 18 jam (Prihatini dkk., 2018).



Gambar 6. Kartu *Vitek* 2 *compact system*
(Sumber : Prihatini dkk., 2018)

Kartu Vitek-2 dibuat dengan prinsip unik yang menggabungkan hingga 600 jenis substrat uji kolorimetrik yang sangat spesifik untuk membedakan antar spesies mikroorganisme. Sistem ini menyediakan menu identifikasi yang sangat lengkap, dengan tingkat akurasi tinggi serta kecepatan dalam proses deteksi. Pada setiap kartu uji kepekaan antimikroba (AST), terdapat 16 hingga 20 jenis antibiotik dengan variasi konsentrasi yang berbeda. Pemilihan kartu AST disesuaikan dengan jenis bakteri yang diuji, sementara untuk uji antifungal, satu kartu mengandung empat jenis antijamur dengan beragam konsentrasi (Prihatini dkk., 2018).

2. Vitek MS (*Mass Spectrometry*)

Vitek MS merupakan sistem otomatis untuk identifikasi mikroorganisme yang memanfaatkan teknologi MALDI-TOF (*Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization Time-of-Flight*) guna mengenali bakteri dan jamur secara cepat dan akurat. Vitek MS mengidentifikasi mikroorganisme berdasarkan profil protein (*mass spectrum*), terutama protein ribosomal, menggunakan teknologi spektromteri massa. Vitek MS juga hanya diperlukan sedikit jumlah mikroorganisme untuk memperoleh hasil yang terpercaya. Sistem ini mempercepat proses diagnosis klinis dan memberikan dukungan penting dalam penanganan infeksi. Metode ini mengombinasikan teknologi spektrometri massa dengan proses ionisasi menggunakan laser (Rosa, 2023).

Cara kerjanya melibatkan pengukuran rasio massa terhadap muatan ion dalam sampel mikroba. Sampel diletakkan pada plat target yang telah diberi matriks khusus untuk membantu proses ionisasi. Selanjutnya, laser diarahkan ke sampel, menghasilkan ion-ion yang kemudian dianalisis massanya oleh spektrometer massa. Sistem ini menggunakan slide target sekali pakai (*Disposable Target Slide*) yang dilengkapi dengan barcode unik guna mencegah kontaminasi silang dan memudahkan penelusuran hasil uji. Setiap slide dapat menampung 48 posisi sampel, sehingga empat slide dapat digunakan bersamaan dalam satu sesi analisis untuk menguji hingga 192 isolat (Rosa, 2023).



Gambar 7. Alat & Slide Vitek MS
(sumber : BBLabKesmas., 2025)

Slide Vitek MS dirancang untuk digunakan dengan matriks siap pakai dan reagen khusus dalam proses persiapan sampel. Keunggulan slide Vitek MS meliputi kecepatan dalam mengidentifikasi mikroorganisme dibandingkan metode tradisional, menurunkan risiko kontaminasi berkat penggunaan slide sekali pakai, serta kemudahan

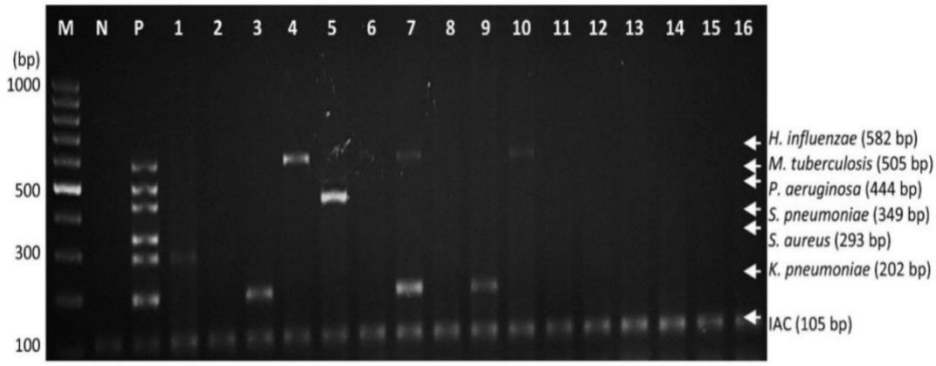
pelacakan hasil melalui sistem barcode. Slide ini juga mendukung efisiensi alur kerja laboratorium berkat kapasitas besar dan kemampuannya untuk mengintegrasikan data identifikasi mikroba dengan hasil uji kepekaan antibiotik (AST) (Rosa, 2023).

D. Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

PCR (*Polymerase Chain Reaction*) merupakan metode amplifikasi atau perbanyakan fragmen DNA secara in vitro, yang bekerja dengan meniru proses replikasi DNA alami. Teknik ini memanfaatkan enzim DNA polimerase serta perubahan sifat fisik DNA akibat variasi suhu untuk menggandakan urutan DNA target secara spesifik dan efisien. Metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*) adalah teknik molekuler yang digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi patogen seperti *Klebsiella pneumoniae* dengan cara amplifikasi spesifik DNA. PCR sangat efektif dalam mengidentifikasi mikroorganisme, termasuk *Klebsiella pneumoniae*, meskipun sampel sputum mengandung banyak mikroorganisme lain yang tidak relevan. PCR sangat efisien dan handal dalam mengidentifikasi *Klebsiella pneumoniae* dari sampel sputum, terutama dalam kasus di mana kultur bakteri mungkin membutuhkan waktu lebih lama atau ketika beban mikroba dalam sampel sangat rendah (Maksum dkk., 2017).

Penggunaan teknik PCR memungkinkan penyederhanaan berbagai prosedur dalam biologi molekuler. PCR sangat sesuai untuk deteksi patogen karena memiliki kecepatan dan sensitivitas yang tinggi. Dengan

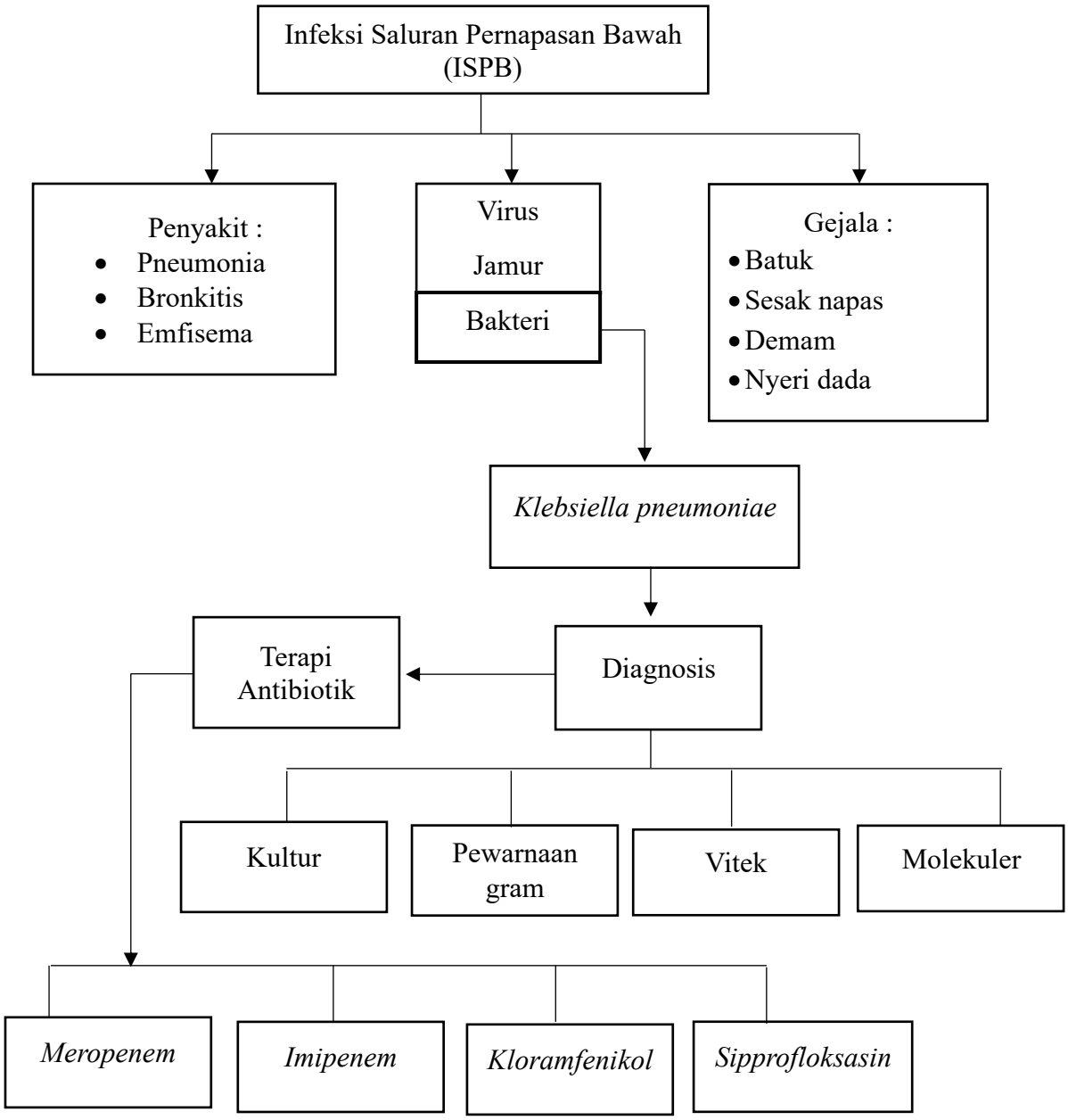
menggunakan primer yang dirancang secara spesifik untuk target patogen tertentu, metode ini juga menunjukkan tingkat spesifisitas yang sangat baik. Keunggulan ini menjadi sangat penting terutama ketika patogen sulit tumbuh atau memerlukan waktu lama untuk berkembang dalam kondisi in vitro, serta dalam situasi di mana metode deteksi konvensional tidak cukup sensitif atau ketika diperlukan hasil diagnosis yang cepat (Maksum dkk., 2017).



Gambar 8. Hasil PCR pada sampel putum
(Sumber : Zuraina dkk., 2023)

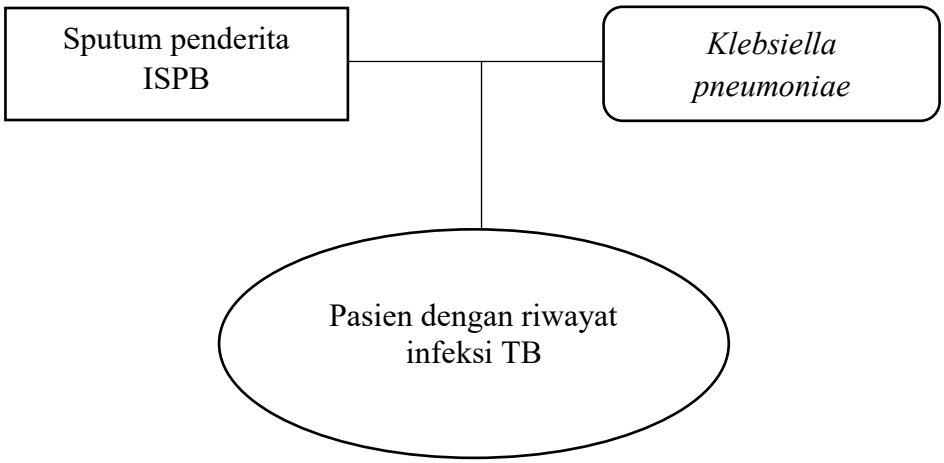
Pada penelitian yang dilakukan (Zuraina dkk., 2023), terdapat bakteri *Haemophilus influenzae* 582 bp, *Mycobacterium tuberulosis* 505 bp, *Pseudomonas aeruginosa* 444 bp, *Streptococcus pneumoniae* 349 bp, dan *Staphylococcus aureus* 293 bp, dan *Klebsiella pneumoniae* 202 bp pada sampel sputum.

E. Kerangka Teori



Gambar 9. Bagan Kerangka Teori

F. Kerangka Konsep



Gambar 10. Bagan Kerangka Konsep

Keterangan :

: Variabel Independen

: Variabel Dependen

: Variabel Perancu

G. Definisi Operasioanal

1. Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) merupakan jenis infeksi yang menyerang bagian bawah sistem pernapasan, termasuk trakea, bronkus, dan paru-paru.
2. Sputum merupakan dahak atau lendir yang berasal dari saluran pernapasan bagian bawah yang dikeluarkan melalui proses batuk.
3. *Klebsiella pneumoniae* adalah bakteri Gram negatif berbentuk basil yang bersifat anaerob, dan dikenal sebagai salah satu spesies bakteri yang dapat menyebabkan ISPB.
4. Metode Vitek MS adalah alat untuk identifikasi bakteri secara automatik dengan metode pemeriksaan mikrobiologi menggunakan prinsip *Mass Spectometry*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan *cross-sectional* yang bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri *Klebsiella pneumoniae* pada sampel sputum penderita infeksi saluran pernapasan bawah menggunakan metode Vitek MS.

B. Lokasi Dan Waktu Penelitian

1. Lokasi penelitian

   Pengambilan sampel dilakukan di Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar, sementara proses analisisnya dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi D4 Teknologi Laboratorium Medis Universitas Megarezky dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar.

2. Waktu penelitian

   Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Mei – Juni 2025

C. Populasi Dan Sampel

1. Populasi

   Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh penderita infeksi saluran pernapasan bawah yang dapat mengeluarkan sputum atau dahak, dan yang menjalani pemeriksaan di Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar.

2. Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah sampel sputum penderita infeksi saluran pernapasan bawah yang berada di Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar yang berjumlah 15 sampel dan memenuhi kriteria sebagai berikut :

a. Kriteria Inklusi

1) Sputum pasien segar (sputum pagi)

2) Hasil pemeriksaan BTA negatif (Non-BTA)

b. Kriteria eksklusi

1) Sampel sputum yang terkontaminasi

2) Pasien ISPB dengan riwayat infeksi TB

D. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan responden sebagai sampel berdasarkan kriteria inklusi tertentu yang telah ditentukan oleh peneliti sesuai dengan tujuan penelitian.

E. Instrumen Penelitian

1. Alat

Adapun alat yang digunakan pada pemeriksaan ini yaitu mikropipet 10µ, mikroskop, gelas ukur, cawan petri, batang pengaduk, inkubator, autoklaf, Mikroskop, alat Vitek MS, slide Vitek MS, LAF (*Laminar Air Flow*), Inkubator, *BioSafety Cabinet* (BSC)

2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada pemeriksaan ini yaitu pot sampel, sputum, ose steril, oil emersi, tip putih, reagen pewarnaan gram (gentian violet, lugol, alkohol aseton, safrani), *Mac Conkey Agar* (MCA), akuadest steril, preparat, slide Vitek MS, reagen CHCA, plastik bening, tusuk gigi, handscoon, tissue.

F. Prosedur Kerja Penelitian

1. Pengambilan Sampel

Peneliti menyurati pihak Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar untuk memperoleh izin pengambilan sampel sputum pasien penderita infeksi saluran pernapasan bawah non-BTA yang telah diperiksa. Peneliti kemudian membawa sampel tersebut ke Laboratorium Mikrobiologi D4 TLM Universitas Megarezky untuk melakukan kultur pada media MCA. Setelah proses kultur selesai, peneliti membawa hasil kultur ke Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar untuk melakukan proses analisis selanjutnya.

2. Kultur Sampel

a. Isolasi sampel ke media MCA

mengambil sampel sputum menggunakan ose steril, kemudian melakukan inokulasi pada media *MacConkey Agar* (MCA) dengan teknik goresan kuadran. Setelah melakukan inokulasi media selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah inkubasi selesai, mengamati pertumbuhan

koloni bakteri pada media MCA dan memilih koloni yang akan digunakan untuk pemeriksaan pewarnaan gram.

b. Pewarnaan gram

Membuat preparat ulas dengan mengoleskan 1–2 ose biakan bakteri ke kaca objek, kemudian memfiksasinya dengan pemanasan singkat di atas nyala api bunsen. Selanjutnya, meneteskan kristal violet sebanyak 1–2 tetes pada preparat dan membiarkannya selama 1 menit, lalu membilasnya dengan air mengalir. Setelah itu, meneteskan larutan lugol sebanyak 1–2 tetes, mendiamkannya selama 1 menit, kemudian membilasnya kembali. Melakukan dekolorisasi menggunakan alkohol 96% selama 10–20 detik, kemudian membilas preparat dengan air. Selanjutnya, meneteskan *carbol fuchsin* sebanyak 1–2 tetes, mendiamkannya selama 15 detik, lalu membilasnya kembali dan mengeringkannya. Setelah kering, meneteskan oil emersi pada preparat, kemudian mengamatinya di bawah mikroskop dengan pembesaran 40× dan 100× untuk melihat morfologi dan karakteristik pewarnaan bakteri.

3. Identifikasi menggunakan alat Vitek MS

Mengambil isolat pada media menggunakan tusuk gigi, kemudian mengoleskannya pada slide Vitek MS. Menambahkan 1 µL matriks Vitek MS CHCA yang berfungsi untuk membantu proses ionisasi protein, lalu mengeringkan slide hingga matriks dan sampel mengalami kristalisasi. Selanjutnya, peneliti memasukkan slide ke dalam alat Vitek MS. Pada tampilan awal layar monitor, peneliti memasukkan sandi laboratorium,

kemudian menginput nomor laboratorium berdasarkan posisi slide MS beserta kode sampelnya. Setelah itu, peneliti memilih tempat sampel pada papan slide dan menentukan jenis mikroorganisme, lalu mengklik opsi bakteri dengan simbol "K". Setelah memilih jenis mikroorganisme, memvalidasi data pada layar hingga muncul tanda centang. Kemudian membuka tempat penyimpanan sampel yang keluar secara otomatis, memasukkan slide MS pada posisi yang tepat, dan menutup kembali alat. Vitek MS selanjutnya mengidentifikasi sampel menggunakan kamera laser selama beberapa menit, dan hasil identifikasi muncul pada layar monitor atau dalam bentuk print out.

G. Interpretasi Hasil

Confidence : ≥ 85 - 99 % (Hasil di anggap valid dan dapat dilaporkan sebagai spesies)

Low Confidence : < 85 % (Isolat perlu di uji ulang atau menggunakan metode lain) (BioMérieux, 2011).

H. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua jenis sumber data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah sumber data yang diperoleh langsung dari hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti. Sedangkan data sekunder adalah sumber data dalam penelitian ini dikumpulkan dan diperoleh peneliti dengan cara tidak langsung, tetapi dari sumber yang telah tersedia dari data rekam medis pasien penderita infeksi

saluran pernapasan bawah non-BTA dari Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar, yang mencakup identitas dasar pasien seperti jenis kelamin, umur, dan riwayat penyakit lainnya.

I. Analisis Data

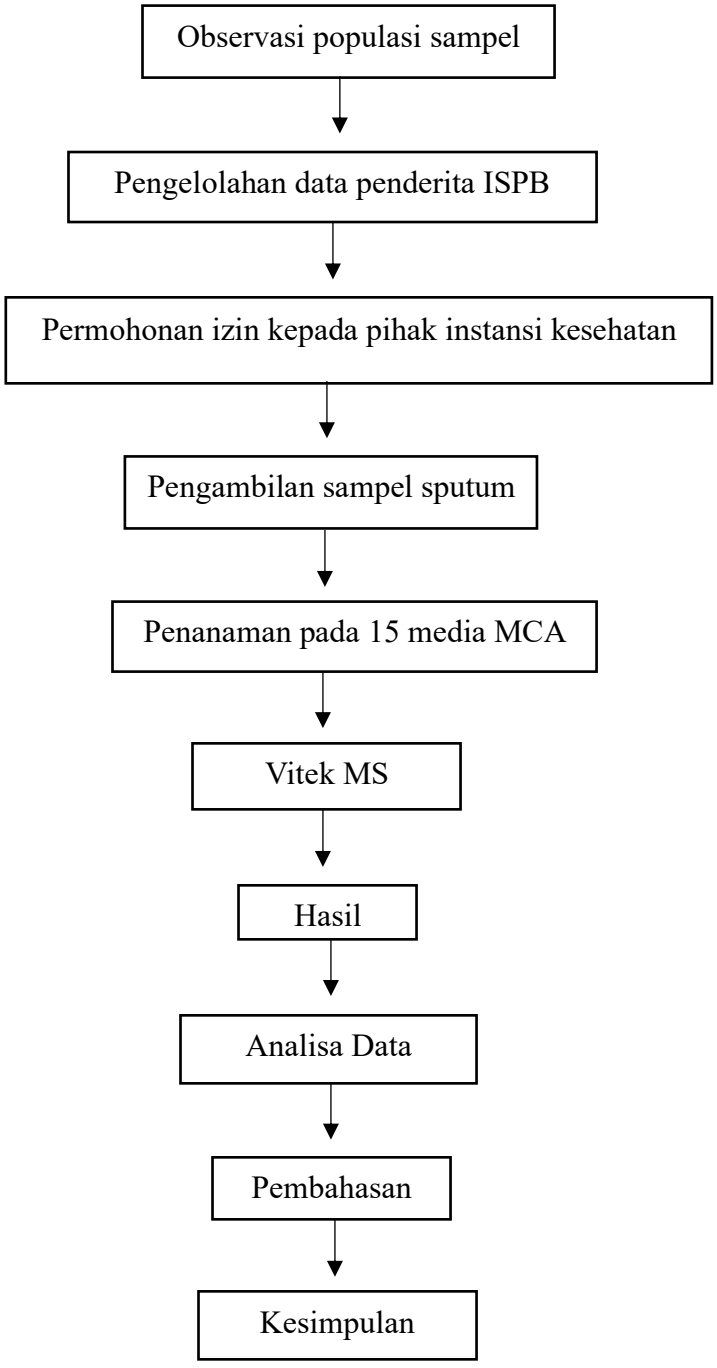
Data yang telah dikumpulkan diolah dan disajikan dalam bentuk tabel serta gambar. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif untuk menggambarkan hasil identifikasi bakteri *Klebsiella pneumoniae* pada sampel sputum penderita infeksi saluran pernapasan bawah.

J. Etika Penelitian

Penelitian ini melibatkan subjek manusia, sehingga pelaksanaannya wajib mematuhi prinsip-prinsip etika penelitian. Hal ini bertujuan untuk menghindari tindakan yang tidak etis selama proses penelitian. Adapun langkah-langkah yang ditempuh meliputi :

1. Peneliti mengajukan permohonan izin kepada pihak terkait, yaitu Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar, Laboratorium Mikrobiologi D4 TLM Universitas Megarezky Makassar dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar.
2. Kerahasiaan identitas subjek dijaga dengan tidak mencantumkan nama pasien pada hasil pemeriksaan. Data hanya ditandai dengan kode sampel untuk memastikan anonimitas dan perlindungan data pribadi.

K. Alur Penelitian



Gambar 11. Bagan Alur Kerja

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri menggunakan metode Vitek MS. Sampel yang digunakan merupakan sputum penderita infeksi saluran pernapasan bawah (non-BTA) yang telah melalui pemeriksaan awal di Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar, dengan total 15 sampel. Tahap isolasi dan pewarnaan Gram dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi D4 Teknologi Laboratorium Medis Universitas Megarezky Makassar menggunakan media MCA. Dari 15 sampel yang teridentifikasi hanya 10 sampel yang menunjukkan karakteristik bakteri gram negatif, selanjutnya isolat dianalisis lebih lanjut menggunakan instrumen Vitek MS di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar. Penelitian ini berlangsung pada bulan Maret hingga Juni 2025.

Subjek penelitian ini dianalisis berdasarkan beberapa karakteristik, antara lain seperti jenis kelamin, usia, dan riwayat penyakit lainya. Sebagaimana dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Variabel Penelitian

Variabel	Jumlah(N)	Persentase (%)
Jenis Kelamin		
• Laki-laki	8	53 %
• perempuan	7	47%
Total	**15**	**100 %**
Usia Responden		
• 1 - 15 tahun	1	7 %
• 16 - 30 tahun	4	27 %
	7	47 %

• 31 - 45 tahun	-	-
• 46 - 60 tahun	3	20 %
• > 60 tahun	**15**	**100 %**
Total		
Riwayat Penyakit Lainnya		
• Ada	-	-
• Tidak ada	15	100 %
Total	**15**	**100 %**

Berdasarkan Tabel 1, karakteristik responden dalam penelitian ini menunjukkan bahwa dari total 15 responden, proposi terbanyak adalah berjenis kelamin laki-laki yaitu sebanyak 8 orang (53%), sedangkan responden berjenis kelamin perempuan sebanyak 7 orang (47%). Distribusi responden berdasarkan kelompok usia menunjukkan bahwa kelompok usia 31–45 tahun merupakan yang terbanyak, yaitu sebanyak 7 orang (47%), diikuti oleh kelompok usia 16–30 tahun sebanyak 4 orang (27%), kelompok usia >60 tahun sebanyak 3 orang (20%), serta kelompok usia 1–15 tahun sebanyak 1 orang (7%). Seluruh responden dalam penelitian ini tidak memiliki riwayat penyakit lain selain kondisi yang diteliti, dengan persentase 100%.

Tabel 2. Hasil pengamatan kultur pada media MCA

Kode Sampel	**Morfologi Koloni Bakteri**				
	Bentuk	**Elevasi**	**Warna koloni**	**Konsistensi**	**Sifat**
K1	Bulat	Agak datar	merah muda	Mukoid	Fermentasi laktosa
K2	Bulat	Cembung	Merah muda hingga merah tua	Mukoid	Fermentasi laktosa
K3	Bulat	Cembung	Merah muda	Mukoid	Fermentasi Laktosa
K4	Bulat	Agak datar	Merah muda	Mukoid	Fermentasi laktosa
K5	Bulat	Cembung	Merah muda hingga merah tua	Mukoid	Fermentasi laktosa
K6	Bulat	Sedikit meninggi	Merah muda	Mukoid	Fermentasi laktosa

K7	Bulat tidak beraturan	Agak datar	Merah muda	Mukoid	Fermentasi Laktosa
K8	Tidak beraturan	Agak datar	Merah muda hingga merah tua	Mukoid	Fermentasi laktosa
K9	Bulat	Agak datar	Merah muda	Mukoid	Fermentasi laktosa
K10	Bulat	Sedikit meninggi	Merah muda hingga merah tua	Mukoid	Fermentasi laktosa
K11	Bulat	Agak datar	Merah muda hingga merah tua	Kering	Fermentasi laktosa
K12	Tidak beraturan	Agak datar	Bening hingga keabu-abuan	Kering	Non fermenter
K13	Bulat	Sedikit meninggi	Merah tua	Kering	Fermentasi laktosa
K14	Bulat tidak beraturan	Cembung	Merah muda pucat	Kering	Non fermenter
K15	Bulat	Rata	Merah muda	Kering	Fermentasi laktosa

Berdasarkan hasil pengamatan kultur pada media MCA yang ditampilkan dalam tabel 2, pengamatan terhadap 15 sampel yang diinokulsi pada media *MacConkey Agar* (MCA), diperoleh variasi karakteristik pada 15 kode sampel (K1–K15). Sebagian besar koloni berbentuk bulat pada (K1–K6, K9–K11, K13, K15), dengan beberapa sampel memiliki bentuk bulat tidak beraturan pada (K7, K14) dan tidak beraturan pada (K8, K12). Elevasi koloni bervariasi, meliputi agak datar pada (K1, K4, K7–K9, K11, K12), cembung pada (K2, K3, K5, K14), sedikit meninggi pada (K6, K10, K13), dan rata pada (K15). Warna koloni merah muda pada (K1, K2, K3, K6, K7, K9, K15), merah muda hingga merah tua pada (K2, K5, K8, K10, K11), bening hingga keabu-abuan pada (K12), serta merah pucat pada (K14). Konsistensi koloni terbagi menjadi mukoid pada (K1–K10) dan kering pada (K11–K15). Berdasarkan

sifatnya, sebagian besar koloni merupakan fermentasi laktosa pada (K1–K11, K13, K15), sedangkan sisanya bersifat non-fermenter pada (K12, K14).

Tabel 3. Hasil identifikasi *Klebsiella pneumoniae* dengan Vitek MS

Kode Sampel	Hasil Vitek	Akurasi	Keterangan
K1	-	-	-
K2	-	-	-
K3	+	99.9%	*Confidence*
K4	-	-	-
K5	+	99.9%	*Confidence*
K6	+	99.9%	*Confidence*
K7	+	50.0%	*Low Confidence*
	-	-	-
K8	-	-	-
K9	-	-	-
K10	-	-	-

Keterangan :

- K1 - K10 : Kode Sampel
- (+) : Ditemukan *Klebsiella pneumoniae*
- (-) : Tidak ditemukan *Klebsiella pneumoniae*
- *Confidence* : ≥ 85 - 99 % (Hasil di anggap valid dan dapat dilaporkan sebagai spesies).
- *Low Confidence* : < 85 % (Isolat perlu di uji ulang atau menggunakan metode lain).

Pada Tabel 3, limabelas dari sepuluh sampel (K1–K10) yang diuji menggunakan alat Viek MS, hanya empat sampel yang terdeteksi sebagai *Klebsiella pneumoniae* pada K3, K5, K6, dan K7. Tingkat akurasi pada sampel K3, K5, dan K6 yaitu 99.9 % dengan kategori *confidence*, yang berarti hasil

tersebut valid dan dapat dilaporkan sebagai spesies. Sementara itu, pada K7 tingkat akurasinya hanya 50.0% dalam mengidentifikasi *Klebsiella pneumoniae,* dan 50.0% lainnya mengidentifikasi *Pseudomonas aerueginosa* dengan kategori *low confidence*, sehingga memerlukan uji ulang untuk memastikan hasil identifikasi. Enam sampel lainnya (K1, K2, K4, K8, K9, dan K10) tidak teridentifikasi sebagai *Klebsiella pneumoniae*, melainkan terindikasi sebagai bakteri lain.

Tabel 4. Tabel Hasil Persentase *Klebsiella pneumoniae* pada Vitek MS

No.	Hasil Vitek MS	Jumlah (N)	Persentase
1	Positif	4	40 %
2	Negatif	6	60 %
	Total	**10**	**100%**

Pada Tabel 4. Hasil Persentase *Klebsiella pneumoniae* sebanyak 15 dari 10 sampel sputum penderita infeksi saluran pernapasan bawah yang di identifikasi menggunakan Vitek MS, diperoleh sebanyak 3 sampel (30%) menunjukkan hasil positif teridentifikasi sebagai bakteri *Klebsiella pneumoniae* dengan tingkat kepercayaan tinggi, sedangkan 1 sampel (10%) menunjukkan hasil positif bakteri *Klebsiella pneumoniae* dengan tingkat kepercayaan rendah. Selain itu, sebanyak 6 sampel (60%) terdapat bakteri laninnya yang menunjukkan hasil negatif.

B. Pembahasan

Pada penelitian ini menggunakan sebanyak 15 sampel sputum yang diperoleh dari pasien infeksi saluran pernapasan bawah. Sampel tersebut kemudian diperiksa melalui tahapan awal berupa inokulasi pada media MCA.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri *Klebsiella pneumoniae* pada sampel sputum pasien yang mengalami Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB).

Proses identifikasi dilakukan secara bertahap, dimulai dari isolasi bakteri menggunakan media *MacConkay Agar* (MCA), dilanjutkan dengan pewarnaan gram untuk mengetahui karakteristik dinding sel bakteri, dan diakhiri dengan konfirmasi identifikasi menggunakan alat Vitek MS. Pada tahapan awal, semua sampel sputum di inokulasi pada media *MacConkey Agar* (MCA), yang berfungsi sebagai untuk menumbuhkan bakteri gram negatif dan bersifat diferensial terhadap kemampuan fermentasi laktosa, sehingga memudahkan dalam membedakan jenis koloni yang tumbuh berdasarkan warna dan karakteristik fermentasinya.

Berdasarkan hasil pengamatan, dari 15 sampel hanya terdapat 10 sampel yang memiliki ciri – ciri *Klebsiella pneumoniae* pada media MCA. Koloni yang tumbuh tampak berwarna merah muda hingga merah tua, ukuran koloni dominan besar, yang diketahui mampu memfermentasi laktosa dan memproduksi lendir akibat adanya kapsul polisakarida. Setelah isolasi, dilakukan pewarnaan gram terhadap koloni yang tumbuh.

Hasil pewarnaan menunjukkan bahwa isolat memiliki dinding sel tipis dan berwarna merah muda di bawah mikroskop, yang menandakan bahwa bakteri tersebut termasuk gram negatif. Morfologi sel terlihat berbentuk batang (basil) dengan susunan tunggal maupun berpasangan. Pewarnaan gram ini memberikan informasi awal yang penting untuk memperkirakan kelompok

bakteri yang terlibat sebelum dilakukan identifikasi lanjutan. Identifikasi spesifik dilakukan menggunakan alat Vitek MS.

Berdasarkan Tabel 1, jumlah responden dalam penelitian ini sebanyak 15 orang (100%). Dilihat dari distribusi jenis kelamin, kebanyakan responden adalah laki-laki sebanyak 8 orang (53%), sedangkan perempuan berjumlah 7 orang (47%). Penelitian ini mengindikasikan bahwa laki-laki lebih banyak mengalami infeksi saluran pernapasan bawah (ISPB) dibandingkan perempuan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pusmaika dkk (2024), yang menyatakan bahwa laki-laki memiliki risiko lebih tinggi terinfeksi ISPB. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh frekuensi paparan yang lebih tinggi terhadap faktor risiko seperti kebiasaan merokok, paparan polusi udara, serta aktivitas luar ruangan yang lebih intens dibandingkan perempuan.

Dari segi usia, diketahui bahwa kelompok usia 31–45 tahun merupakan kelompok terbanyak, yaitu sebanyak 7 orang (47%), diikuti oleh usia 16–30 tahun sebanyak 4 orang (27%), usia >60 tahun sebanyak 3 orang (20%), dan usia 1–15 tahun sebanyak 1 orang (7%). Tidak terdapat responden pada kelompok usia 31–45 tahun. Kebanyakan usia 41–45 tahun mengindikasikan bahwa kelompok usia lanjut memiliki kerentanan lebih tinggi terhadap infeksi saluran pernapasan bawah. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Oktarisia dkk (2025), yang menyatakan bahwa responden yang berusia dewasa, dapat menyebabkan penurunan sistem kekebalan tubuh, terutama jika memiliki penyakit penyerta atau imunitas yang lemah.

Berdasarkan riwayat penyakit lainnya, Seluruh responden dalam penelitian ini tidak memiliki riwayat penyakit lain atau komorbid (100% tidak ada komorbid). Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Naya dkk (2022), yang menemukan bahwa sebagian besar penderita ISPB memiliki penyakit penyerta seperti diabetes melitus, hipertensi, dyspepsia, dislipidemia, dan infeksi hati. Dalam penilitian ini, tidak adanya komorbid dapat memberikan gambaran lebih jelas mengenai isolasi faktor penyebab ISPB secara langsung, terutama dalam identifikasi bakteri patogen seperti *Klebsiella pneumoniae* tanpa intervensi dari kondisi medis lain.

Pada tabel 2. Berdasarkan hasil pengamatan inokulasi, sebanyak 15 sampel sputum pada media *MacConkey Agar* (MCA), diperoleh beragam karakteristik morfologi koloni berdasarkan bentuk, elevasi, warna, konsistensi, dan kemampuan fermentasi laktosa. Sebagian besar koloni memiliki bentuk bulat, dengan elevasi agak datar, cembung, atau sedikit meninggi. Karakteristik ini sesuai dengan ciri khas bakteri kelompok Enterobacteriaceae, khususnya *Klebsiella pneumoniae*, yang umumnya membentuk koloni bulat dan permukaan cembung atau datar.

Dari warna koloni, sebagian besar sampel menunjukkan warna merah muda, yang menunjukkan bahwa bakteri tersebut memiliki kemampuan memfermentasi laktosa. Warna ini merupakan hasil produksi asam yang menurunkan pH lingkungan, menyebabkan indikator netral red pada media berubah menjadi merah. Penelitian ini memperkuat hasil pemeriksaan bahwa sampel (sputum) mengandung bakteri fermentatif seperti *Klebsiella*

pneumoniae. Hanya tiga sampel (K12 dan K14) yang tidak menunjukkan fermentasi laktosa, ditunjukkan oleh warna koloni bening hingga keabu-abuan, merah mudah pucat, tetapi tanpa perubahan media yang khas.

Konsistensi koloni pada sampel juga menunjukkan variasi penting. Sebagian besar koloni menunjukkan konsistensi mukoid (K1–K10), yang merupakan ciri khas dari bakteri penghasil kapsul seperti *Klebsiella pneumoniae*. Kapsul lendir ini berfungsi sebagai faktor virulensi dan memberikan tampilan mukoid pada koloni. Sementara itu, lima sampel lainnya (K11–K15) menunjukkan konsistensi kering, yang lebih sering ditemukan pada bakteri non-kapsul dan non-fermenter. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Arya dkk (2020), yang menyatakan bahwa *Klebsiella pneumoniae* mampu menghasilkan koloni dengan tampilan mukoid berwarna merah muda pada media *MacConkey Agar* (MCA), yang merupakan indikator fermentasi laktosa.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurhasanah dkk (2024), yang menjelaskan bahwa bakteri non-fermentatif umumnya membentuk koloni berbentuk bulat dengan warna pucat atau bening serta memiliki tekstur kering, sehingga dapat dibedakan secara morfologis dari bakteri fermentatif seperti *Klebsiella pneumoniae*. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa karakter morfologi koloni pada media MCA dalam penelitian ini mendukung identifikasi awal terhadap bakteri *Klebsiella pneumoniae* dan membedakannya dari kelompok non-fermenter. Hasil

penelitian ini memperkuat keakuratan identifikasi lanjut menggunakan metode seperti Vitek MS.

Berdasarkan lampiran 1, tabel hasil identifikasi mikroorganisme pada sampel sputum menggunakan alat Vitek MS menunjukkan bahwa terdapat empat jenis spesies bakteri yang berhasil teridentifikasi, yaitu *Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella oxytoca*, dan *Enterobacter sp*. Sebagian besar sampel menunjukkan hasil identifikasi dengan tingkat akurasi yang tinggi, yaitu 99.9%, yang mengindikasikan validitas dan keandalan metode MALDI-TOF MS dalam mengenali profil protein spesifik dari mikroorganisme. Dari 10 sampel yang diuji, diketahui bahwa *Klebsiella pneumoniae* teridentifikasi pada empat sampel, yaitu K3, K5, K6, dan K7. Pada K3, K5, K6 teridentifikasi dengan tingkat akurasi 99.9%, sedangkan pada K7 tingkat akurasinya hanya 50%, sehingga masih perlu konfirmasi ulang atau kemungkinan terjadi kontaminasi atau *mixed culture*.

Pada satu sampel dengan kode sampel (K2) teridentifikasi sebagai *Klebsiella oxytoca* dengan akurasi tinggi (99,9%), yang masih termasuk dalam genus Klebsiella dan memiliki karakteristik serupa serta potensi patogen yang sama dalam infeksi saluran pernapasan. Adapun bakteri *Pseudomonas aeruginosa* terdeteksi pada lima sampel (K4, K7, K8, K9, dan K10). Kebanyakan sampel yang terdeteksi *Pseudomonas aeruginosa* menunjukkan akurasi tinggi (99,9%). Namun, satu di antaranya dengan kode sampel (K7) hanya teridentifikasi dengan tingkat akurasi 50%, yang menandakan adanya kemungkinan interferensi atau ketidakmurnian koloni saat persiapan.

Sedangkan pada satu sampel dengan kode sampel (K1) menunjukkan identifikasi sebagai *Enterobacter sp*. dengan akurasi 50%, sehingga hasil ini masih bersifat indikatıf dan memerlukan pengujian lanjutan untuk konfirmasi spesies yang pasti.

Pada penelitian ini, 15 dari 10 sampel sputum yang menunjukkan morfologi koloni menyerupai *Klebsiella pneumoniae* pada media *MacConkey*, hanya 4 sampel yang terkonfirmasi sebagai *K. pneumoniae* berdasarkan hasil identifikasi menggunakan metode Vitek MS, sedangkan 6 sampel lainnya teridentifikasi sebagai bakteri lain, salah satu bakteri lain yang banyak didapatkan yaitu *Pseudomonas aeruginosa*. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh adanya kemiripan karakteristik morfologi koloni antar bakteri gram negatif, khususnya bakteri penghasil kapsul atau biofilm, yang dapat membentuk koloni mukoid berwarna merah muda sehingga menyerupai fermenter laktosa.

Meskipun *P. aeruginosa* dikenal sebagai bakteri non-fermenter laktosa, dalam kondisi tertentu dapat terjadi perubahan warna pada media akibat fenomena *pseudo-fermentation*, produksi pigmen, atau perubahan pH lokal yang tampak menyerupai terjadi fermentasi laktosa. Selain itu, sputum sebagai bahan pemeriksaan sering mengandung flora campuran dari saluran pernapasan, di mana interaksi antar koloni bakteri dapat memengaruhi warna dan morfologi koloni yang terlihat.

Metode Vitek MS, yang menggunakan prinsip MALDI-TOF, mampu mengidentifikasi bakteri berdasarkan profil protein ribosomal yang

spesifik pada setiap spesies, sehingga dapat membedakan isolat yang secara fenotipik mirip namun berbeda secara genotipik. Hal ini menunjukkan bahwa identifikasi berbasis morfologi koloni pada media diferensial harus dikonfirmasi dengan metode identifikasi berbasis spektrometri massa atau molekuler untuk mendapatkan hasil diagnosis yang akurat, yang pada akhirnya berperan penting dalam menentukan terapi antibiotik yang tepat.

Alat Vitek MS ini bekerja dengan prinsip teknologi MALDI-TOF MS (*Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization–Time of Flight Mass Spectrometry*), yaitu metode spektrometri massa yang digunakan untuk mengidentifikasi mikroorganisme berdasarkan pola protein spesifik, terutama protein ribosomal. Protein ribosom bakteri diberi larutan matriks kimia (CHCA), di dalam alat akan terkena laser, panasnya laser menyebabkan terjadinya ionisasi dari ribosomnya bakteri, kemudian ion naik ke atas melalui filter alat dan diukur besarnya ion. Setelah itu ion membentuk hambatan listrik yang akan direkam alat berdasarkan grafik, apabila grafik semakin tinggi maka tingkat akurasinya semakin bagus (terpercaya).

Melalui identifikasi yang dilakukan menggunakan metode Vitek MS, hasil penelitian ini menunjukkan kesesuaian dengan temuan yang dilaporkan oleh Montano dkk (2025), yang menyatakan bahwa keberhasilan identifikasi *Klebsiella pneumoniae* pada hasil penelitiannya dari sputum pasien ISPB sebanyak (47,6%), dengan nilai akurasi tinggi (95%) menggunakan metode Vitek MS. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh kondisi

sampel, teknik kultur, atau distribusi bakteri penyebab ISPB pada populasi yang berbeda.

Meskipun fokus penelitian adalah identifikasi *K. pneumoniae*, hasil kultur juga menunjukkan bahwa bakteri yang paling sering ditemukan adalah *Pseudomonas aeruginosa*. Tingginya prevalensi *P. aeruginosa* dapat dijelaskan oleh kemampuannya bertahan hidup di berbagai lingkungan termasuk fasilitas pelayanan kesehatan, sifatnya sebagai patogen oportunistik pada pasien dengan kondisi ISPB berat, tingkat resistensi antibiotik yang tinggi, serta kemampuan menghasilkan faktor virulensi seperti exotoxin A, elastase, dan pigmen piocyanin yang mampu merusak jaringan paru. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Dorawati dkk (2021), yang menyatakan bahwa *Pseudomonas aeruginosa* merupakan flora potensial di saluran pernapasan dan berperan dalam risiko infeksi, terutama pada lansia dan individu dengan imunitas rendah. Infeksi ini juga sering bersifat nosokomial, ditandai dengan penyebaran cepat dan produksi toksin yang merusak jaringan serta menyerang sel inang yang lemah.

Hubungan antara hasil penelitian dengan riwayat penyakit paru pada pasien juga perlu mendapat perhatian. Sebagian besar pasien memiliki riwayat penyakit pulmoner seperti pneumonia, bronkitis, asma, hemoptisis, dan emfisema. Riwayat pneumonia dapat meninggalkan kerusakan jaringan paru yang mengganggu mekanisme pembersihan mukosilier, sehingga memudahkan kolonisasi bakteri baru. Bronkitis menyebabkan peradangan pada bronkus yang meningkatkan produksi sputum, menciptakan lingkungan

lembap yang mendukung pertumbuhan bakteri. Pada asma, inflamasi kronis saluran napas dapat menurunkan kekebalan lokal, sedangkan hemoptisis yang disertai keluarnya darah dari saluran pernapasan dapat menyediakan nutrien seperti zat besi yang mendukung pertumbuhan bakteri.

Emfisema yang ditandai kerusakan alveolus juga mengurangi kemampuan pertahanan paru dan menyediakan area bagi bakteri untuk membentuk biofilm. Kondisi-kondisi ini secara keseluruhan menurunkan pertahanan alami paru dan meningkatkan kerentanan terhadap infeksi berulang oleh *K. pneumoniae* maupun *P. aeruginosa*. Secara klinis, hasil penelitian ini menegaskan pentingnya diagnosis cepat untuk menentukan terapi antibiotik yang tepat sasaran, mengingat *K. pneumoniae* dan *P. aeruginosa* memiliki kecenderungan resistensi yang tinggi, termasuk terhadap antibiotik golongan beta-laktam. Uji kepekaan antibiotik menjadi langkah lanjutan yang penting untuk memandu terapi empiris. Selain itu, strategi pencegahan infeksi nosokomial, terutama pada pasien dengan faktor risiko tinggi, harus dioptimalkan untuk mengurangi angka kejadian ISPB yang disebabkan oleh kedua bakteri ini.

BAB V
PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa dari 15 sampel sputum penderita infeksi saluran pernapasan bawah yang telah dikultur, hanya 10 sampel yang menunjukkan karakteristik morfologi *Klebsiella pneumoniae* pada media *MacConkey Agar* (MCA). Setelah melakukan identifikasi lanjutan menggunakan alat Vitek MS, kemudian mengonfirmasi empat sampel positif sebagai *Klebsiella pneumoniae*. Dari empat sampel tersebut, tiga di antaranya teridentifikasi dengan tingkat kepercayaan 99.9% sebagai *Klebsiella pneumoniae*.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, peneliti dapat menyarankan untuk penelitian selanjutnya bahwa :

1. Dalam pengambilan sampel, sebaiknya dalam jumlah sampel yang lebih besar dan pasien yang sedang rawat inap, agar jumlah bakteri lebih banyak ditemukan .
2. Pada saat melakukan proses inokulasi ke dalam media, memastikan bahwa permukaan media dalam keadaan kering (tidak lembab), untuk menimalkan risiko kontaminasi selama fase pertumbuhan bakteri.
3. Apabila akurasi dalam mengidentifikasi bakteri rendah, sebaiknya untuk melakukan pemeriksaan ulang, guna memastikan identifikasi bakteri yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Annisa, G., & Khairani, R. (2024). Rokok Dan Alergi Berhubungan Dengan Bronkitis Akut Pada Pasien Dewasa. *Jurnal Akta Trimedika (JAT)*, *1*, 316–326.

Apriyanthi, R. V., & Widayanti, N. P. (2022). Identifikasi Bakteri Kontaminan Pada Gelang Tri Datu. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, *7*(2), 24–33.

Artanti, D., Rohmayani, V., & Kunsah, B. (2024). *Karakterisasi Bakteri pada Urin Suspek Infeksi Saluran Kemih Mahasiswa di Universitas Muhammadiyah Surabaya Characterization of Bacteria in Urine of Suspected Urinary Tract Infection Students at Universitas Muhammadiyah Surabaya*. *3*(2), 213–220.

Arya, L. kumar, Kumar, M., Priya, P., Saurabh, K., & Kumari, N. (2020). *Isolation and Identification of Klebsiella pneumoniae from a Milk Sample. Indian Veterinary Journal, 97(1), 15–17.*

Atmanto, Y. K. A. A., Asri, L. A., & Kadir, N. A. (2022). Media Pertumbuhan Kuman. *Jurnal Medika Hutama*, *04*(01), 3069–3075. http://jurnalmedikahutama.com

Baron, S. (2017). *Mikrobiologi medis.Edisi ke - 4*. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8290/

BioMérieux. (2011). VITEK MS *user's manual*. *Marcy l'Etoile, France*.

Dorawati, M., Herawati, I., & Fauziah, P. N. (2021). Identifikasi Bakteri Gram Negatif dari Sputum Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Akut di Rumah Sakit Dustira Kota Cimahi. *Anakes : Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, *7*(1), 37–44. https://doi.org/10.37012/anakes.v7i1.515

Ekawati, E. R., Husnul Y., S. N., & Herawati, D. (2018). Identifikasi Kuman Pada Pus Dari Luka Infeksi Kulit. *Jurnal SainHealth*, *2*(1), 31. https://doi.org/10.51804/jsh.v2i1.174.31-35

Garrity, G. M., Bell, J. A., Lilburn, T. G., & Lansing, E. (2004). *T Axonomic O Utline of the P Rokaryotes B Ergey ' S M Anual ® of S Ystematic B Acteriology ,* (Issue May). https://doi.org/10.1007/bergeysoutline200405

Harapan, I. K., Tahulending, A., & Tumbol, M. V. L. (2018). Karakteristik Resistensi *Klebsiella pneumoniae* Yang Resisten Karbapenem Pada Beberapa Rumah Sakit Di Indonesia Dan Pemeriksaan Laboratorium. *Prosiding Seminar Nasional Tahun 2018 Menuju Masyarakat Sehat, Berkarakter Dan Berprestasi*, *1*(3), 636–650.

Hardianti, A., Fitri, A. U., & Atiqa, U. D. (2025). Tren Penyakit Tertinggi Berdasarkan Laporan Surveilans Terpadu 2021- 2023 di Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Promotif Preventif*, *8*(2), 229–236.

izzatun, maulidi. (2018). Perbandingan Hasil Identifikasi Bakteri Gram Negatif Menggunakan Teknik Biokimia Otomatis (Vitek® 2) Dan MALDI-TOF MS (Vitek® MS) Skripsi. Universitas Sebelas Maret.

Kementrian Kesehatan RI. (2023). *Profil Kesehatan indonesia 2022*.

Kementrian Kesehatan RI. (2024). *profil kesehatan 2023 provinsi sulawesi selatan*.

Kesehatan, D. (2023). *Infeksi Saluran Pernapasan Bawah Satu Dari 11 Isu Kesehatan Utama Selama 2023*. https://dinkes.jogjaprov.go.id/berita/detail/infeksi-saluran-pernafasan-bawah-satu-dari-11-isu-kesehatan-utama-selama-2023

Kwok, W. C., Chung, J., Ho, M., Chi, T., Tam, C., Sau, M., Ip, M., Chi, D., & Lam, L. (2021). Faktor risiko untuk Pseudomonas aeruginosa kolonisasi pada bronkiektasis fibrosis non-kistik dan implikasi klinis. *Respiratory Research*, *22*(1), 132.

Lien, H., Zulkifli, L., & Sedijani, & P. (2020). Jurnal Biologi Tropis Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Turi (Sesbania grandiflora L .) Terhadap Pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Turi (Sesbania Grandiflora L.) Terhadap Pertumbuhan Klebsiella Pneumoniae*, *20*, 219–226.

Maksum, I. P., Sriwidodo, Gaffar, S., Hasan, K., Subroto, T., Soemitro, S., & Wildan, A. A. (2017). *Teknik biologi molekular*.

Meihindra, C., Setyowati, E., Wijayanti, N., & Katmini. (2021). *Teori Praktis Penyakit Berbasis Kesehatan Lingkungan*.

Menezes, H., & Ismawatie, E. (2024). Analisa Faktor Risiko Terhadap Bakteri *Klebsiella pneumoniae* Pada Pasien Sepsis Di Rumah Sakit Umum Timor-Leste. *Jurnal Kesehatan Paripurna*, *1*(3), 359–364.

Miftahul, J. A., & Yuliana, D. (2024). Penggunaan Obat Antibiotik Pada Pasien Pneumonia. *Makassar Pharmaceutical Science Journal*, *2*(1), 2024–2193. https://journal.farmasi.umi.ac.id/index.php/mpsj

Montano, A. M., Robledo, C., Galvis-ayala, J. C., Jimenez, J. N., Brunel, R., & Robledo, J. (2025). Penggunaan MALDI-TOF VITEK MS untuk identifikasi cepat dan efisien *Karbapenemase* tipe KPC pada *Enterobacterales* yang membawa transposon Tn4401a. *Jurnal Eropa Mikrobiologi Klinis Dan Penyakit Menular*, *44*, 1443–1453.

Muliyati, R., & Nirwana, A. P. (2023). Uji Sensitivitas *Klebsiella pneumonia* Terhadap Antibiotik Amikacin dan Meropenem Pada Sputum Penderita ISPA Di Rumah Sakit Umum Islam Klaten. *Anakes : Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, *9*(2), 178–187. https://doi.org/10.37012/anakes.v9i2.926

Naya, E. R., Kurniawan, D., & Rustam, M. (2022). Gambaran Penyakit Komorbid Pada Lansia Yang Dirawat Dengan COVID-19 Di RS Bhayangkara Pekanbaru. *Jurnal Vokasi Keperawatan*, *5*(2), 148–155.

Notes, M. L. (2022). *Introduction Enterobacteriaceae*. https://medicallabnotes.com/enterobacteriaceae-introduction-phenotypic-features-and-keynotes-and-related-photos/

Nurhasanah, V. A., Mahtuti, E. Y., Husnah, Y. A., Teknologi, P., & Medis, L. (2024). Identifikasi Bakteri Patogen Gram Negatif Pada Alat Praktikum Mikrobiologi Di Laboratorium Central Stikes Maharani Malang Vita. *Journal Borneo*, *4*(2), 67–80.

Oktarisia, A., Ekawati, D., Priyatno, A. D., & Wahyudi, A. (2025). Analisis Kejadian Ispa pada Balita di Wilayah UPTD Puskesmas Tebing Tinggi Kab . Empat Lawang Tahun 2024. *Jurnal Kesehatan Saelmakers Perdana*, *8*(1), 281–288. https://doi.org/10.32524/jksp.v8i1.1412

Paczosa, M. K., & Mecsas, 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/mmbr.00078-15*

Patricia, F., & yani, ahmad. (2023). *Gram Negatif Di Rsup Moh . Hoesin Palembang Identification Of Metallo- B -Lactamase (Mbl) In Gram Negative Bacteria Isolates In Hospital Of Moh . Hoesin Palembang Poltekkes Kemenkes Banten , Banten , Indonesia (E-mail penulis korespondensi : venny.tlmp*. *18*(1), 65–72.

Permata, sari T. A., & Zakiah, oktarlina R. (2024). Penatalaksanaan Holistik Pasien Tn. T Lansia 75 Tahun Dengan Bronkitis Kronik Riwayat TB Paru. *Junal Peduli Masyarakay*, *6*, 159–170.

Prihatini, Aryati, & Hetty. (2018). Identifikasi Cepat Mikroorganisme Menggunakan Alat Vitek-2. *Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory*, *13*(3), 129–132. https://doi.org/10.24293/ijcpml.v13i3.915

Pusmaika, R., Novfrida, Y., Djami, M. E. U., & Simatupang, E. J. (2024). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut Pada Anak Usia 1-5 Tahun. *Indonesia Health Issue*, *3*(1), 1–8.

Qaedi, A., Sabrina, T., Diba, M. F., Amalia, E., & Putra, R. A. (2021). Gambaran Infeksi *Klebsiella pneumoniae* Penghasil *Extended- spectrum β -lactamase* (ESBL) Pada Pasien COVID-19 Di RSUP DR . Mohammad Hoesin Periode Januari 2021-Juni 2021. *Jurnal Medika Dan JAMHESIC – Journal of Advances in Medical and Health Science Research*, 186–198.

Rahma, A. Z., & Pratiwi, J. N. (2020). Jurnal Penelitian Perawat Profesional. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, *2*, 147–154.

Rahman, I. W., & Prihartini, A. (2022). Uji Sensitivitas Antibiotik terhadap Pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* dari Sputum Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah. *J-HEST Journal of Health Education Economics Science and Technology*, *3*(2), 81–87. https://doi.org/10.36339/jhest.v3i2.53

Rosa, P. (2023). Perencanaan Diagnostik Laboratorium Medis. *Limas Journal Of Medical Laboratory Sceince and Technology*, *1*(1).

Sam, N. A., Sumarni, Sabir, M., & Syamsi, N. (2023). Pneumonia : Laporan Kasus Pneumonia : Case Report. *Jurnal Medical Profession (MedPro)*, *5*(2), 6.

Septiyadi, M. H., & Zulfiandry, R. (2023). *An Expert System To Diagnose Bronchitis Disease Using Certainty Factor Method Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Bronkhitis Menggunakan Metode Certainty Faktor*. *2*(1), 35–40.

Setyowati, M. E., & Silviani, Y. (2020). Pola Kepekaan *Klebsiella pneumoniae* terhadap Antibiotik *Cefotaxime, Ceftazidime* dan *Ceftriaxone* pada Pasien Pneumonia. *Conference on Innovation in Health, Accounting and Management Sciences (CIHAMS)*, *1*, 153–157.

Simarigi, Y., Seprianto, J., & Santi, B. (2021). Hubungan Lama Pajanan Polusi Udara Dengan Kejadian Emfisema Berdasarkan Pemeriksaan CT Scan Toraks Pada Sopir AAngkut Kota. *Jurnal Respirologi Indonesia*, *41*(2).

Tika, N., Tarina, I., Agung, S., Kusuma, F., Farmasi, F., & Padjadjaran, U. (2020). Deteksi Bakteri *Klebsiella pneumoniae*. *Jurnal Farmaka*, *15*(2), 119–126.

Wang, G., Zhao, G., Chao, X., Xie, L., & Wang, H. (2020). *The characteristic of virulence, biofilm and antibiotic resistance of klebsiella pneumoniae. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(17), 1–17. https://doi.org/10.3390/ijerph17176278*

WHO. (2023). *World Health Statistics 2023 : monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals*.

Zhang, Y., Fanghua, P., Xuan, W., Zhu, J., & Dong, S. (2025). Pembentukan dan penerapan metode deteksi baru yang cepat untuk pengujian kerentanan

antimikroba Klebsiella pneumoniae berdasarkan MALDI-TOF MS. *Spektrum Mikrobiologi*, *13*(1).

Zuraina, N. M. N. N., Mohamad, S., Hasana, H., Gonic, M. D., & Suraiyaa, S. (2023). Kinerja diagnostik uji PCR multipleks internal dan pengawasan retrospektif patogen pernapasan bakteri di rumah sakit pendidikan , Kelantan, Malaysia. *Patogen Dan Kesehatan Global*, *117*(1), 63–75.

Wicaksono, R. A., & Fadhilah, N. (2021). Identifikasi bakteri enterik berdasarkan morfologi koloni dan pewarnaan gram pada sampel lingkungan rumah sakit. *Jurnal Mikrobiologi Kesehatan, 7*(1), 43–50.

Lampiran 1. Hasil identifikasi bakteri dengan Vitek MS

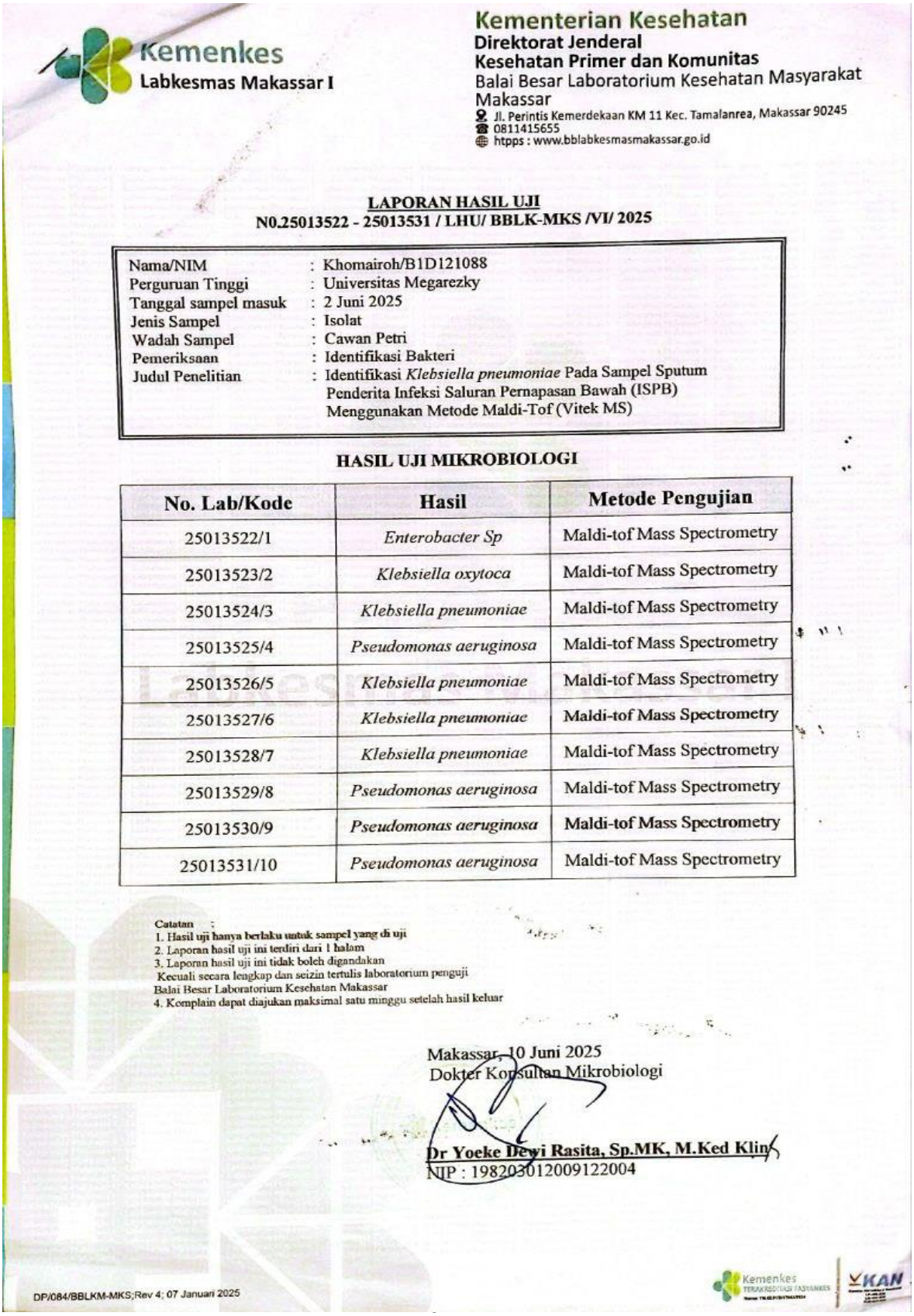
Kode Sampel	**Hasil Vitek**	**Akurasi**
K1	*Enterobacter Sp*	50.0 %
K2	*Klebsiella oxytoca*	99.9%
K3	***Klebsiella pneumoniae***	**99.9%**
K4	*Pseudomonas aeruginosa*	99.9%
K5	***Klebsiella pneumoniae***	**99.9%**
K6	***Klebsiella pneumoniae***	**99.9%**
K7	***Klebsiella pneumoniae***	**50.0%**
	Pseudomonas aeruginosa	50.0%
K8	*Pseudomonas aeruginosa*	99.9%
K9	*Pseudomonas aeruginosa*	99.9%
K10	*Pseudomonas aeruginosa*	99.9%

Lampiran 2. Masterdata Penelitian

TABULASI HASIL PENELITIAN									
Identifikasi *Kebsiella pneumoniae* Pada Sampel Sputum Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) Menggunakan Metode Vitek MS									
No	**Inisial**	**Jk**	**Usia**	**Pekerjaan**	**Riwayat Penyakit**	**Gejala Yang Diderita**	**Riwayat Kontak Sakit**	**Riwayat Antibiotik**	**Rawat**	**Hasil Vitek MS**
1	IW	L	41	Pendangang	Pulmonary	Sesak Nafas & Nyeri Dada	Tidak	Tidak	Jalan	*Enterobacter sp*
2	ZGW	P	2	-	Pneumonia	Demam, Batuk, Pilek	Ya	Tidak	Jalan	*Klebsiella oxytoca*
3	**RHP**	**P**	**59**	**IRT**	**Bronkitis**	**Batu Serta Darah**	**Tidak**	**Tidak**	**Jalan**	***Klebsiella pneumoniae***
4	SS	L	54	Kantoran	Asma	Demam, Batuk Sesak Nafas, Nyeri Dada	Tidak	Tidak	Jalan	*Pseudomonas aeruginosa*
5	**IN**	**L**	**26**	**Tidak**	**Hemoptoe**	**Batuk Serta Darah**	**Tidak**	**Tidak**	**Jalan**	***Klebsiella pneumoniae***
6	**DS**	**L**	**26**	**Mahasiswa**	**Bronkitis**	**Batuk Serta Darah**	**Tidak**	**Tidak**	**Jalan**	***Klebsiella pneumoniae***
7	**M**	**P**	**79**	**IRT**	**Bronkitis**	**Batuk**	**Tidak**	**Tidak**	**Jalan**	***Klebsiella pneumoniae***
8	IA	P	44	Kantoran	Emphyesema	Batuk Sesak Nafas	Tidak	Tidak	Jalan	*Pseudomonas aeruginosa*
9	MR	L	48	Petani	Pulmonary	Pilek	Tidak	Tidak	Jalan	*Pseudomonas aeruginosa*
10	ASLM	L	66	Pedagang	Bronkitis	Batuk	Ya	Tidak	Jalan	*Pseudomonas aeruginosa*

11.	NTA	L	39	Lapangan	Asma	Batuk, Sesak Nafas, Nyeri dada	Tidak	Tidak	Jalan	-
12.	TA	L	56	Petani	Pneumonia	Batuk, Nyeri dada, Pilek	Tidak	Tidak	Jalan	-
13.	R	P	47	IRT	Asma	Batuk disertai darah, Sesak nafas	Tidak	Tidak	Jalan	-
14.	AW	P	19	Mahasiswa	Emphyesema	Demam, Batuk, Sesak nafas	Ya	Tidak	Jalan	-
15.	Hj.K	P	76	IRT	Pulmonary	Batuk berdahak, Sesak nafas	Tidak	Tidak	Jalan	-

Lampiran 3. Hasil pemeriksaan



Kementerian Kesehatan
Direktorat Jenderal
Kesehatan Primer dan Komunitas
Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan KM 11 Kec. Tamalanrea, Makassar 90245
0811415655
htpps : www.bblabkesmasmakassar.go.id

Kemenkes
Labkesmas Makassar I

LAPORAN HASIL UJI
N0.25013522 - 25013531 / LHU/ BBLK-MKS /VI/ 2025

Nama/NIM	:	Khomairoh/B1D121088
Perguruan Tinggi	:	Universitas Megarezky
Tanggal sampel masuk	:	2 Juni 2025
Jenis Sampel	:	Isolat
Wadah Sampel	:	Cawan Petri
Pemeriksaan	:	Identifikasi Bakteri
Judul Penelitian	:	Identifikasi *Klebsiella pneumoniae* Pada Sampel Sputum Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Bawah (ISPB) Menggunakan Metode Maldi-Tof (Vitek MS)

HASIL UJI MIKROBIOLOGI

No. Lab/Kode	Hasil	Metode Pengujian
25013522/1	*Enterobacter Sp*	Maldi-tof Mass Spectrometry
25013523/2	*Klebsiella oxytoca*	Maldi-tof Mass Spectrometry
25013524/3	*Klebsiella pneumoniae*	Maldi-tof Mass Spectrometry
25013525/4	*Pseudomonas aeruginosa*	Maldi-tof Mass Spectrometry
25013526/5	*Klebsiella pneumoniae*	Maldi-tof Mass Spectrometry
25013527/6	*Klebsiella pneumoniae*	Maldi-tof Mass Spectrometry
25013528/7	*Klebsiella pneumoniae*	Maldi-tof Mass Spectrometry
25013529/8	*Pseudomonas aeruginosa*	Maldi-tof Mass Spectrometry
25013530/9	*Pseudomonas aeruginosa*	Maldi-tof Mass Spectrometry
25013531/10	*Pseudomonas aeruginosa*	Maldi-tof Mass Spectrometry

Catatan :
1. Hasil uji hanya berlaku untuk sampel yang di uji
2. Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halam
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, 10 Juni 2025
Dokter Konsultan Mikrobiologi

Dr Yoeke Dewi Rasita, Sp.MK, M.Ked Klin
NIP : 198203012009122004

DP/084/BBLKM-MKS;Rev 4; 07 Januari 2025

Kemenkes TERAKREDITASI PARIPURNA
KAN

RESULTS: To Review

Organism type: bacteria

Selected	Position	Acquisition Date	Results	Confidence	Information
	F4	6/3/25 2:55 PM	Enterobacter asburiae	50.0%	None
	F4	6/3/25 2:55 PM	Enterobacter cloacae	50.0%	None

RESULTS: To Review

Organism type: bacteria

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

RESULTS: To Review

Organism type: bacteria

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

RESULTS: To Review

Organism type: bacteria

Selected	Position	Acquisition Date	Results	Confidence	Information
✔	G4	6/3/25 3:02 PM	Pseudomonas aeruginosa	99.9%	None

RESULTS: To Review

Organism type: bacteria

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

RESULTS: To Review

Organism type: bacteria

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

RESULTS: To Review

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: To Review

Organism type: bacteria

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

RESULTS: To Review

Organism type: bacteria

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

RESULTS: To Review

Organism type: bacteria

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

Lampiran 4. Izin penilitian

PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU
Jl.Bougenville No.5 Telp. (0411) 441077 Fax. (0411) 448936
Website : http://simap-new.sulselprov.go.id Email : ptsp@sulselprov.go.id
Makassar 90231

Nomor : **9312/S.01/PTSP/2025**
Lampiran : -
Perihal : **Izin penelitian**

Kepada Yth.
1. Rektor Univ. Megarezky Makassar
2. Kepala Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar (BBLabkesmas)

di-
Tempat

Berdasarkan surat Kepala LPPM Univ. Megarezky Makassar Nomor : 1390/07.091056/V/2025 tanggal 02 Mei 2025 perihal tersebut diatas, mahasiswa/peneliti dibawah ini:

N a m a	: **KHOMAIROH**
Nomor Pokok	: B1D121088
Program Studi	: Teknologi Laboratorium Medis
Pekerjaan/Lembaga	: Mahasiswa (D4)
Alamat	: Jl. Antang Raya No. 43, Makassar

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

" IDENTIFIKASI Klebsiella pneumoniae PADA SAMPEL SPUTUMPENDERITA INFEKSI SALURAN PERNAPASAN BAWAH(ISPB) MENGGUNAKAN METODE VITEK 2 COMPACT "

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 09 Mei 2025

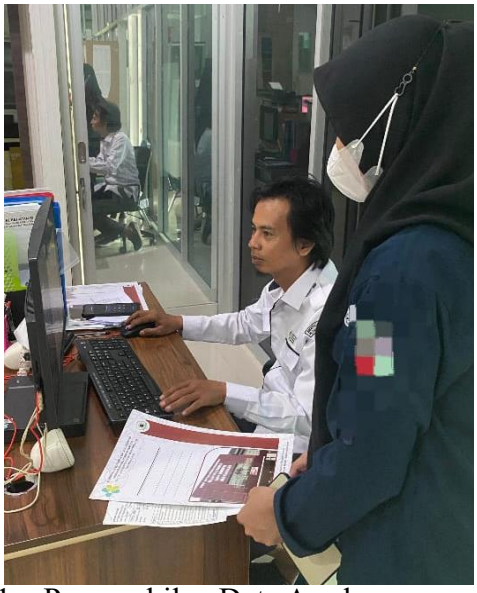
KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU PROVINSI SULAWESI SELATAN

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. *Pertinggal.*

Lampiran 5. Dokumentasi Penilitian

A. Proses Pengumpulan Data & Sampel

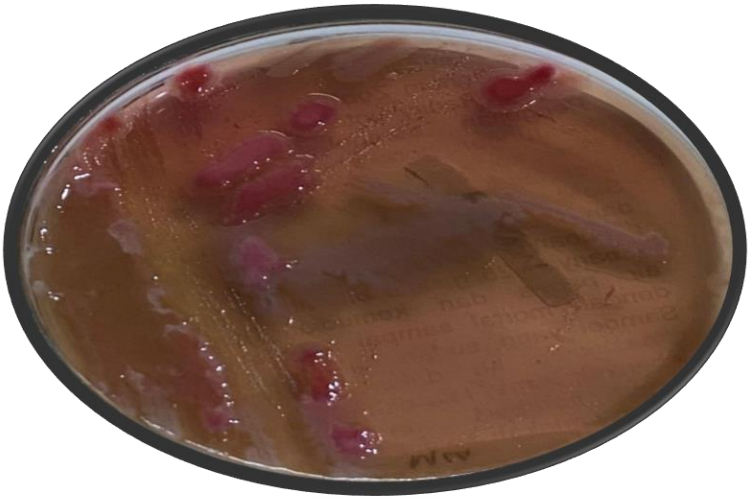


1. Pengambilan Data Awal

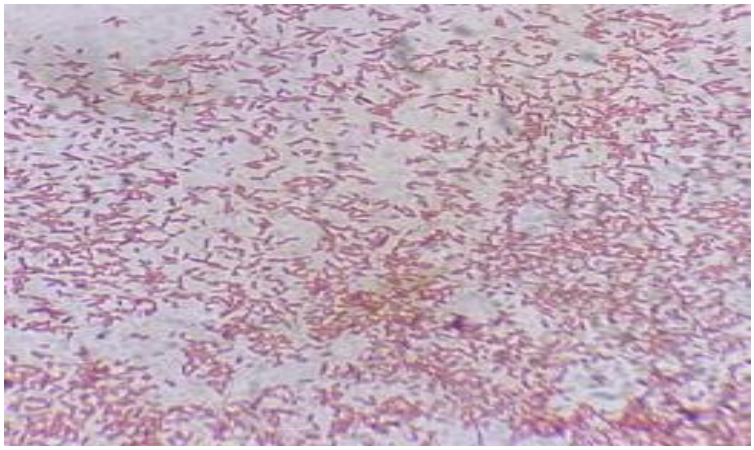


2. Pengambilan Sampel

B. Hasil kultur pada media MCA



B. Hasil pewarnaan gram



D. Pembacaan hasil pada alat Vitek MS

