

Turnitin 14

035_RAMLAH_SKRIPSI

 Herat University - no repository 9

 Library A

 Herat University

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3278868312

Submission Date

Jun 17, 2025, 5:50 PM GMT+4:30

Download Date

Jun 17, 2025, 6:06 PM GMT+4:30

File Name

035_RAMLAH_SKRIPSI.pdf

File Size

4.2 MB

109 Pages

13,916 Words

92,956 Characters

28% Overall Similarity

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

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

Top Sources

- 25%  Internet sources
 - 9%  Publications
 - 14%  Submitted works (Student Papers)
-

Top Sources

25% Internet sources
9% Publications
14% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Student papers	
	Badan PPSPDM Kesehatan Kementerian Kesehatan	3%
2	Internet	
	rama.unimal.ac.id	3%
3	Internet	
	repository.unhas.ac.id	1%
4	Internet	
	repositori.uin-alauddin.ac.id	<1%
5	Internet	
	digilib.unisayogya.ac.id	<1%
6	Student papers	
	Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura	<1%
7	Internet	
	docplayer.info	<1%
8	Internet	
	jurnal.fkm.umi.ac.id	<1%
9	Internet	
	jurnal.poltekkespalembang.ac.id	<1%
10	Student papers	
	Southville International School and Colleges	<1%
11	Publication	
	Aura Iqlima Labunda, Imma Fatayati, Slamet Slamet. "Identifikasi Bakteri Klebsie...	<1%

12	Internet	eprints.umm.ac.id	<1%
13	Internet	etheses.uin-malang.ac.id	<1%
14	Internet	vdocuments.pub	<1%
15	Student papers	UM Surabaya	<1%
16	Student papers	LL DIKTI IX Turnitin Consortium Part V	<1%
17	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
18	Internet	text-id.123dok.com	<1%
19	Internet	digilib.unila.ac.id	<1%
20	Internet	es.scribd.com	<1%
21	Internet	123dok.com	<1%
22	Publication	Imro`atul Qona`ah, Aliyah Siti Sundari, Ratna Wahyuni, Dwi Wahyu Indriati. "BAC...	<1%
23	Student papers	Universiti Teknologi Petronas	<1%
24	Internet	jurnal.ugj.ac.id	<1%
25	Internet	journal.uin-alauddin.ac.id	<1%

26	Internet	www.scribd.com	<1%
27	Student papers	Universitas Jember	<1%
28	Internet	repository.unibos.ac.id	<1%
29	Internet	repository2.unw.ac.id	<1%
30	Internet	pdfcoffee.com	<1%
31	Student papers	Universitas Sebelas Maret	<1%
32	Internet	repo.stikesperintis.ac.id	<1%
33	Internet	zoetrianiphysics.blogspot.com	<1%
34	Student papers	Sriwijaya University	<1%
35	Internet	repository.unej.ac.id	<1%
36	Student papers	State Islamic University of Alauddin Makassar	<1%
37	Publication	Rizki Hidayat, Naziyah Naziyah, Tesalonika Sembiring. "Analisis Asuhan Keperaw...	<1%
38	Internet	stradapress.org	<1%
39	Internet	www.wowkeren.com	<1%

40	Student papers	Bellevue Public School	<1%
41	Internet	digilib.unimed.ac.id	<1%
42	Internet	eprints.poltektegal.ac.id	<1%
43	Internet	repository.stikeshangtuh-sby.ac.id	<1%
44	Internet	www.coursehero.com	<1%
45	Publication	Setiatjahjati Sri, Widyawati Ida Erna, Permana Indra. "IDENTIFIKASI DRUG RELATE...	<1%
46	Internet	diedysblogexperiment.blogspot.com	<1%
47	Internet	e-journal.sari-mutiara.ac.id	<1%
48	Internet	eprints.upnjatim.ac.id	<1%
49	Internet	id.123dok.com	<1%
50	Internet	repository.upnvj.ac.id	<1%
51	Internet	www.repositorio.unicamp.br	<1%
52	Student papers	University of Muhammadiyah Malang	<1%
53	Student papers	University of Rijeka	<1%

54	Internet	dspace.uii.ac.id	<1%
55	Internet	journal.unnes.ac.id	<1%
56	Publication	Novi Luthfiyana, Nor Asikin, Mutia Khoirunnisa, Taufik Hidayat. "Formulasi dan k...	<1%
57	Internet	journal.universitaspahlawan.ac.id	<1%
58	Internet	www.frontiersin.org	<1%
59	Student papers	Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang	<1%
60	Publication	Sukma Handayani Pratiwi, Rully Tuiyo, Arafik Lamadi. "IDENTIFIKASI BAKTERI Esc...	<1%
61	Publication	Truong-Thanh, Karim Gariani, Jean-Christophe Richard, Benjamin Kressmann et a...	<1%
62	Student papers	Universitas Islam Bandung	<1%
63	Student papers	Universitas Tanjungpura	<1%
64	Internet	adistimulyadara.blogspot.com	<1%
65	Internet	analiskesehatan-pontianak.blogspot.com	<1%
66	Internet	ejournal.stikku.ac.id	<1%
67	Internet	journal-mandiracendikia.com	<1%

68	Student papers	UIN Syarif Hidayatullah Jakarta	<1%
69	Internet	bmcmicrobiol.biomedcentral.com	<1%
70	Internet	jurnal.fk.unand.ac.id	<1%
71	Internet	pesquisa.bvsalud.org	<1%
72	Internet	pgmi.radenfatah.ac.id	<1%
73	Publication	Deepa Nagaraju, Sreenivasa Marikunte Yanjarappa, Charith Raj Adkar Purushoth...	<1%
74	Student papers	LL DIKTI IX Turnitin Consortium Part IV	<1%
75	Publication	Niken Safitri Dyan Kusumaningrum, Afriana Dwi Saputri, Henni Kusuma, Meira Er...	<1%
76	Internet	eprints.poltekkesjogja.ac.id	<1%
77	Internet	obattradisionalhepatitisabc.wordpress.com	<1%
78	Internet	repositori.unimma.ac.id	<1%
79	Internet	repositori.unsil.ac.id	<1%
80	Internet	repository.stikes-bhm.ac.id	<1%
81	Internet	repository.uinjkt.ac.id	<1%

82	Internet	repository.umpri.ac.id	<1%
83	Internet	repository.untag-sby.ac.id	<1%
84	Internet	vdocuments.site	<1%
85	Internet	www.mdpi.com	<1%
86	Publication	Fenita Shoviantari. "UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI GEL MINYAK ATSIRI DAUN KEMA...	<1%
87	Publication	Prita Laoura, Nurmainah Nurmainah, Ressi Susanti. "Kepatuhan Minum Obat Ant...	<1%
88	Publication	Rifdah Faradillah, Naziyah Naziyah. "Analisis Asuhan Keperawatan melalui Interv...	<1%
89	Publication	Rizka Matoka, Olivia Waworuntu, Fredine Rares. "Pola bakteri aerob yang berpot...	<1%
90	Internet	ejournal.radenintan.ac.id	<1%
91	Internet	ejournal.unsrat.ac.id	<1%
92	Internet	idoc.pub	<1%
93	Internet	journal.poltekkes-mks.ac.id	<1%
94	Internet	lib.ui.ac.id	<1%
95	Internet	pmc.ncbi.nlm.nih.gov	<1%

96	Internet	repository.pnj.ac.id	<1%
97	Internet	repository.umkla.ac.id	<1%
98	Internet	thephrase.id	<1%
99	Internet	www.prosehat.com	<1%
100	Publication	Meivia Annisa, Naziyah Naziyah, Rizki Hidayat. "Efektifitas dengan Pemberian Oz...	<1%
101	Publication	Oni Astri Herdani, Nurmainah Nurmainah, Ressi Susanti. "Evaluation of The Use o...	<1%
102	Publication	RISDA HARTATI RISDA HARTATI. "MENGUKUR PENGETAHUAN MAHASISWA POLTE...	<1%
103	Publication	Rafika Sari, Liza Pratiwi, Pratiwi Apridamayanti. "Efektivitas SNEDDS Ekstrak Kulit...	<1%
104	Publication	Rizki Hidayat, Retno Widowati, Putri Aliyah Tamima Halim. "Efektivitas Pengguna...	<1%
105	Publication	Widia Utami, Muhammad Nurman. "ASUHAN KEPERAWATAN PADA TN.J DENGAN ...	<1%
106	Internet	core.ac.uk	<1%
107	Internet	dhinierha.blogspot.com	<1%
108	Internet	dianaph.blogspot.com	<1%
109	Internet	digilib.uinkhas.ac.id	<1%

110	Internet	digilibadmin.unismuh.ac.id	<1%
111	Internet	docobook.com	<1%
112	Internet	e-journal3.unair.ac.id	<1%
113	Internet	ejournal.forda-mof.org	<1%
114	Internet	ejurnalmalahayati.ac.id	<1%
115	Internet	eprints.iain-surakarta.ac.id	<1%
116	Internet	gamatqnc.com	<1%
117	Internet	library.poltekkes-surabaya.ac.id	<1%
118	Internet	repo.poltekkesdepkes-sby.ac.id	<1%
119	Internet	repositori.usu.ac.id	<1%
120	Internet	repository.poltekkes-kdi.ac.id	<1%
121	Internet	repository.radenintan.ac.id	<1%
122	Internet	repository.stikeshangtuahtsby-library.ac.id	<1%
123	Internet	repository.unissula.ac.id	<1%

124	Publication	Sri Kartini, Irham Siregar, Fika Fisesha Siringo-ringo, Aulia Retta Siahaan, Lestia D...	<1%
125	Publication	Sri Sakinah, Muhammad Tahir, Atira Juniarti, Muh Jasmin. "Edukasi Pencegahan K...	<1%
126	Internet	doaj.org	<1%
127	Internet	ktikebidanankeperawatan.wordpress.com	<1%
128	Internet	qdoc.tips	<1%
129	Internet	repository.uinsu.ac.id	<1%

SKRIPSI

DETEKSI BAKTERI *Klebsiella pneumonia* PADA ULKUS DIABETIKUM PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS METODE MALDI-TOF



RAMLAH

KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM SARJANA TERAPAN
2025

SKRIPSI

DETEKSI BAKTERI *Klebsiella pneumonia* PADA ULKUS DIABETIKUM PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS METODE MALDI-TOF

RAMLAH

PO.71.4.203.23.2.035

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM SARJANA TERAPAN
2025**

**DETEKSI BAKTERI *Klebsiella pneumonia* PADA ULKUS DIABETIKUM
PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS METODE MALDI-TOF**

SKRIPSI

Untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Terapan Kesehatan Teknologi Laboratorium Medis (S.Tr.Kes)
pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Kemenkes Makassar

RAMLAH

PO.71.4.203.23.2.035

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM SARJANA TERAPAN
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi dengan Judul :

**“DETEKSI BAKTERI *Klebsiella pneumonia* PADA ULKUS
DIABETIKUM PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS
METODE MALDI-TOF”**

Telah disetujui untuk diseminarkan/diujikan oleh Tim Penguji
pada Hari Rabu, Tanggal 11 Juni 2025

Pembimbing I

Pembimbing II

Rafika, S.Si.,M.Kes

NIP. 19840322 201012 2 002

Herdiana, S.ST.,M.Kes

NIP. 19840907 2008012 2 002

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Kemenkes Makassar

Rahman, S.Si.,M.Si

NIP. 19641231 198603 1 032

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul :

**“DETEKSI BAKTERI *Klebsiella pneumonia* PADA ULKUS
DIABETIKUM PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS
METODE MALDI-TOF”**

Proposal ini Telah diuji dan disetujui oleh Tim Penguji
pada Hari Rabu, Tanggal 11 Juni 2025

Pembimbing I

Pembimbing II

Rafika, S.Si.,M.Kes

NIP. 19840322 201012 2 002

Herdiana, S.ST.,M.Kes

NIP. 19840907 2008012 2 002

Penguji

Mawar, S.Si.,M.Kes

NIP. 19730101 200701 2 049

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Kemenkes Makassar

Rahman, S.Si.,M.Si

NIP. 19641231 198603 1 032

SURAT PERNYATAAN

1 Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ramlah

NIM : PO714203232035

Jurusan : Teknologi Laboratorium Medis

Program Studi : Sarjana Terapan

32 Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan atau pemikiran orang lain dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

28 Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian maupun keseluruhan skripsi ini merupakan hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 11 Juni 2025
Yang Membuat Pernyataan,

Ramlah

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta memberikan kesehatan dan kesempatan sehingga penulis dengan segala kekurangan dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Deteksi Bakteri *Klebsiella pneumonia* pada Ulkus Diabetikum pada Penderita Diabetes Melitus Metode MALDI-TOF”** tepat pada waktunya. Shalawat serta salam tak lupa pula penulis kirimkan kepada Nabi Muhammad SAW. sebagai *Rahmatan lil 'Alamin*.

Penyusunan skripsi ini diajukan sebagai syarat menyelesaikan pendidikan gelar Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis di Poltekkes Kemenkes Makassar. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan arahan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa dan pembaca pada umumnya sebagai salah satu sumber pengetahuan dan bahan pembelajaran.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis menyadari bahwa begitu banyak tantangan, hambatan dan kesulitan yang dihadapi baik keterbatasan literatur, materi maupun dari keterbatasan kemampuan berfikir. Oleh karena itu dengan selesainya tugas akhir ini, maka pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati menyampaikan rasa hormat, terima kasih serta kasih sayang yang tak terhingga kepada

orang tua tercinta yaitu Ayahanda **Ardis**, Ibunda **Liyana** dan suami tercinta **Aswab Nur Sadikin** serta anak tersayang **Zubair Ar Razka Aswara** yang telah memberikan dukungan, semangat, serta kekuatan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. **Bapak Dr. Drs. Rusli, Sp.FRS.,Apt** sebagai Direktur **Poltekkes Kemenkes Makassar**
2. **Bapak Rahman, S.Si.,M.Si** sebagai **Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar**
3. **Ibu Hj. Syahida Djasang, SKM.,M.MKes** selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan **Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar.**
4. **Ibu Rafika, S.Si.,M.Kes** selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan dalam penyusunan skripsi ini.
5. **Ibu Herdiana, S.ST.,M.Kes** selaku dosen penasehat akademik sekaligus dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan penuh kesabaran memberikan bimbingan, arahan serta saran selama perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
6. **Ibu Mawar, S.Si.,M.Kes** selaku penguji, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pemikirannya dalam memberikan kritik serta saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini

7. Segenap Dosen dan Staf Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
8. Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan dan motivasi tanpa henti dalam setiap langkah yang penulis tempuh.
9. Buat teman – teman seperjuangan RPL 2023, terima kasih atas dukungan, semangat, dan kebersamaan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Semoga hubungan yang telah terjalin ini tetap erat dan menjadi bagian dari perjalanan hidup yang penuh makna.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Untuk itu penulis meminta maaf atas segala keterbatasan waktu dan kemampuan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Segala kritik dan saran yang membangun senantiasa penulis harapkan dalam peningkatan kualitas skripsi ini.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Makassar, 11 Juni 2025

Ramlah

ABSTRAK

RAMLAH : Deteksi Bakteri *Klebsiella pneumonia* pada Ulkus Diabetikum pada Penderita Diabetes Mellitus Metode MALDI-TOF (Dibimbing Oleh Rafika dan Herdiana)

Ulkus Diabetikum merupakan komplikasi pada penderita diabetes sebagai akibat dari adanya gangguan perfusi pada jaringan yang disebabkan oleh infeksi mikroorganisme. salah satunya adalah infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Klebsiella pneumonia*. Dalam mengidentifikasi bakteri *Klebsiella pneumonia* pada ulkus diabetikum dapat membantu pengobatan yang tepat dan efektif, metode identifikasi yang cepat dan akurat sangat penting salah satunya dengan menggunakan MALDI-TOF MS. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan *Klebsiella pneumonia* pada ulkus diabetikum pada penderita Diabetes Mellitus. Penelitian ini dilaksanakan bulan Maret-April 2025. Pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Balai Besar Kesehatan Masyarakat Makassar. Populasi dan sampel sebanyak 10 sampel menggunakan teknik *Total Sampling*. Pengambilan sampel dengan cara swab dan diinokulasi pada media *MacConkey*, kemudian identifikasi dengan alat Vitek MS berbasis MALDI-TOF MS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 10 sampel, didapatkan *Klebsiella pneumoniae* (30%), *Proteus mirabilis* (40%), *Morganella morganii* (10%), dan tidak menunjukkan pertumbuhan koloni (20%). Identifikasi dengan MALDI-TOF MS terbukti efektif dalam mengidentifikasi spesies bakteri secara cepat dan akurat, sehingga dapat menjadi alternatif metode diagnostik modern yang diintegrasikan dengan metode molekuler dalam penanganan infeksi ulkus diabetikum dan metode identifikasi cepat seperti MALDI-TOF sebaiknya diterapkan secara rutin pada penderita DM yang dicurigai mengalami infeksi, agar terapi antimikroba dapat segera diberikan sebelum infeksi menyebar atau menjadi kronis serta laboratorium di rumah sakit maupun pelayanan kesehatan lainnya, khususnya yang menangani penderita DM komplikasi ulkus diabetikum sebaiknya melengkapi fasilitas dengan MALDI-TOF MS guna mempercepat proses identifikasi patogen, terutama dalam kasus infeksi yang berulang atau sulit diobati.

Kata Kunci : Ulkus Diabetikum, *Klebsiella pneumonia*, MALDI-TOF MS.

Daftar Pustaka : 2017 – 2024

ABSTRACT

RAMLAH : Detection of *Klebsiella pneumoniae* Bacteria in Diabetic Ulcers in Diabetes Mellitus Patients Using the MALDI-TOF Method (Guided by Rafika and Herdiana)

Diabetic ulcers are complications in people with diabetes as a result of impaired tissue perfusion caused by microorganism infections. One of them is an infection caused by the bacteria *Klebsiella pneumoniae*. In identifying *Klebsiella pneumoniae* bacteria in diabetic ulcers can help with appropriate and effective treatment, a fast and accurate identification method is very important, one of which is using MALDI-TOF MS. This study aims to detect the presence of *Klebsiella pneumoniae* in diabetic ulcers in patients with Diabetes Mellitus. This study was conducted in March-April 2025. Sample examination was carried out at the Microbiology Laboratory of the Makassar Public Health Center. The population and samples were 10 samples using the Total Sampling technique. Sampling was done by swabbing and inoculating on MacConkey media, then identified with the Vitek MS tool based on MALDI-TOF MS. The results showed that out of 10 samples, *Klebsiella pneumoniae* (30%), *Proteus mirabilis* (40%), *Morganella morganii* (10%), and did not show colony growth (20%). Identification with MALDI-TOF MS has proven effective in identifying bacterial species quickly and accurately, so it can be an alternative modern diagnostic method integrated with molecular methods in handling diabetic ulcer infections and rapid identification methods such as MALDI-TOF should be applied routinely to DM patients suspected of having an infection, so that antimicrobial therapy can be given immediately before the infection spreads or becomes chronic and laboratories in hospitals or other health services, especially those treating DM patients with diabetic ulcer complications should equip facilities with MALDI-TOF MS to accelerate the pathogen identification process, especially in cases of recurrent or difficult-to-treat infections.

Keywords : Diabetic Ulcer, *Klebsiella pneumoniae*, MALDI-TOF MS.

Bibliography : 2017 – 2024

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM	i
LEMBAR PERSYARATAN GELAR	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Tinjauan Umum Diabetes Melitus (DM)	8
B. Tinjauan Umum Ulkus Diabetikum	18
C. Tinjauan Umum <i>Klebsiella pneumonia</i>	32
D. Tinjauan Umum Metode Identifikasi Bakteri	34
E. Kerangka Konsep	43
BAB III METODE PENELITIAN	47
A. Jenis Penelitian	47
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	47
C. Populasi, Sampel, Besar Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel	47
D. Variabel Penelitian	48
E. Definisi Operasional	48

F. Instrumen Penelitian	49
G. Prosedur Penelitian	50
H. Pengumpulan Data.....	53
I. Analisis Data	53
J. Kerangka Operasional.....	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
A. Hasil Penelitian	55
B. Pembahasan	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
A. Kesimpulan	69
B. Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Patofisiologi Diabetes Mellitus	12
Gambar 2.2	Ulkus Diabetikum.....	19
Gambar 2.3	Klasifikasi Ulkus Berdasarkan Wagner	27
Gambar 2.4	Koloni <i>Klebsiella pneumonia</i> pada	34
Gambar 2.5	Alat Vitek MS	40
Gambar 2.6	Metode Kerja MALDI-TOF	42
Gambar 2.7	Kerangka Konsep	46
Gambar 3.1	Kerangka Operasional.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kadar Tes Laboratorium Darah untuk Diagnosis Diabetes dan Pradiabetes	18
Tabel 2.2	Klasifikasi Megit-Wagner	27
Tabel 2.3	Klasifikasi Sistem Universitas of Texas	28
Tabel 2.4	Penilaian Luka	29
Tabel 2.5	Penilaian Iskemia	29
Tabel 2.6	Penilaian Infeksi	30
Tabel 2.7	Sistem Klasifikasi PEDIS dan Sistem Skor	31
Tabel 4.1	Distribusi Sampel Ulkus Diabetikum Berdasarkan Jenis Kelamin	55
Tabel 4.2	Hasil Isolasi Ulkus Diabetikum pada Media <i>MacConkey</i> dan Identifikasi menggunakan Metode MALDI-TOF MS	56

3

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Informed Consent</i>	76
Lampiran 2 Sertifikat Kode Etik Penelitian	78
Lampiran 3 Surat Izin Penelitian	79
Lampiran 4 Hasil Penelitian	83
Lampiran 5 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian	84
Lampiran 6 Perhitungan Persentase Hasil Penelitian	88
Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian	89
Lampiran 8 Biodata Peneliti	93

109

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Diabetes adalah penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia, atau peningkatan kadar glukosa darah di atas kisaran normal (Primadani & Safitri, 2021). Masalah kesehatan seperti serangan jantung, stroke, gagal ginjal, kerusakan saraf, amputasi anggota tubuh bagian bawah, dan kebutaan dapat timbul akibat hiperglikemia yang tidak terkontrol dalam tubuh. Akibatnya, diabetes melitus menimbulkan risiko besar bagi kesehatan masyarakat (Widyastuti *et al.*, 2023).

Pada tahun 2045, diprediksi 28,57 juta orang di Indonesia akan menderita diabetes, menurut *International Diabetes Federation* (IDF). Jumlah penderita diabetes dilaporkan meningkat 167% dari tahun 2011, saat jumlah penderita penyakit tersebut mencapai 7,29 juta orang. Menurut estimasi IDF, populasi penderita diabetes global diperkirakan akan mencapai 783,7 juta jiwa pada tahun 2045. Angka ini 46% lebih tinggi dari 536,6 juta jiwa yang tercatat pada tahun 2021 (International Diabetes Federation, 2021).

Data didapatkan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2018 menunjukkan prevalensi diabetes melitus di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Prevalensi diabetes melitus berdasarkan usia mengalami peningkatan pada kalangan usia 15 tahun ke atas yaitu dari 1,5% meningkat jadi 2,0%. Berdasarkan

jenis kelamin, prevalensi diabetes melitus adalah 1,2% pada pria dan 1,5% pada wanita. Berdasarkan hasil pemeriksaan gula darah, prevalensi diabetes melitus meningkat dari 6,9% menjadi 8,5%. Diperkirakan sekitar 16 juta jiwa di Indonesia menderita diabetes melitus (Widyastuti *et al.*, 2023).

Khusus di Provinsi Sulawesi Selatan, berdasarkan data jumlah penderita DM yang menerima perawatan di seluruh puskesmas di wilayah Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2020 tercatat ada sebanyak 190.173 orang penderita DM. Pada tingkat kota/kabupaten, jumlah pasien penderita DM yang dirawat di Puskesmas di seluruh Kota Makassar pada tahun 2021 mencapai 18.347 orang (Dinas Kesehatan, 2021).

Komplikasi yang sering terjadi pada diabetes yakni luka bagian ekstremitas bawah, dimana dikenal sebagai ulkus diabetikum. Ulkus diabetikum adalah kerusakan kulit atau infeksi yang bisa menyebar ke jaringan lebih dalam seperti otot, ligamen, serta tulang. Faktor penyebabnya seperti penyakit arteri perifer, neuropati, perawatan kaki tidak teratur, diabetes jangka panjang, serta pola hidup tidak sehat (Primadani & Safitri, 2021).

Data kasus Diabetes Mellitus (DM) di Indonesia dengan komplikasi ulkus diabetikum sekitar 15% kasus, sedangkan angka kematian akibat ulkus diabetikum serta gangren hingga 17-23% kasus.

Selain itu, angka amputasi hingga 15-30% kasus, serta angka kematian satu tahun pasca amputasi senilai 14,8% kasus (Jaya, 2023).

Ulkus ini umumnya muncul sebagai luka terbuka di area telapak kaki. Kondisi ini disebabkan oleh interaksi yang kompleks antara neuropati perifer serta penyakit arteri perifer. Ulkus kaki neuropati diabetik mempengaruhi fungsi sensorik, motorik, dan sudomotorik kaki (Reddy *et al.*, 2024). Infeksi kulit dan jaringan lunak seperti ulkus, luka bakar, atau luka pasca operasi dapat meningkatkan risiko terjadinya infeksi bakteri dan berpotensi berkembang menjadi infeksi sistemik. Terbentuknya ulkus dimulai dengan masuknya bakteri, sementara kadar glukosa darah tinggi menyediakan lingkungan ideal bagi pertumbuhan bakteri. Paling sering, bakteri gram negatif seperti *Klebsiella* dan *Pseudomonas* menjadi sumber penyakit ini (herdianawati ringgu, 2023).

Menurut penelitian Qona'ah *et al* bahwa, dari 39 pasien Diabetes Mellitus (DM) yang diteliti, 29 pasien (74,4%) positif mengalami infeksi bakteri. Infeksi paling banyak bakteri gram-negatif, 72,41% (21 dari 29 pasien), sedangkan infeksi gram-positif 27,59% (8 dari 29 pasien). Di antara bakteri Gram-negatif, spesies yang dominan meliputi *Escherichia coli* (ESBL) 13,79% (4 dari 29 pasien), *Klebsiella pneumoniae* 10,35% (3 dari 29 pasien), dan *Proteus mirabilis* 10,35% (3 dari 29 pasien (Qona'ah *et al.*, 2024).

118 Penelitian lain Mita Zuliana et al menganalisis 40 sampel ulkus pasien Diabetes Melitus dan menyatakan prevalensi banyak jenis bakteri. Menunjukkan *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis* masing-masing ditemukan 22,5% sampel. Selain itu, *Proteus mirabilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* masing-masing terdeteksi 7,5% sampel, *Klebsiella pneumoniae* 15%, *Enterobacter agglomerans* 2,5%, *Enterobacter aerogenes* 5%, *Escherichia coli* 12,5% dan *Citrobacter freundii* 5% sampel (Mita Zuliana et al., 2023).

9 Infeksi pada ulkus sering kali memperlambat proses penyembuhan. Keberadaan nanah yang terus-menerus pada luka menunjukkan aktivitas bakteri di area luka, sehingga identifikasi bakteri diperlukan untuk menentukan jenis infeksi yang terjadi (Idris, 2020). Deteksi bakteri pada ulkus, terutama pada pasien dengan diabetes mellitus, sangat penting untuk menentukan terapi yang tepat dan mencegah komplikasi lebih lanjut. Ulkus diabetikum berdampak signifikan terhadap kondisi kesehatan, sosial dan ekonomi serta mempunyai dampak buruk terhadap kualitas hidup pasien dan memberikan beban ekonomi yang berat pada keluarga pasien (Schaper et al., 2023), Sehingga perlu dilakukan identifikasi bakteri untuk menentukan jenis infeksi yang terjadi.

6 Teknik identifikasi bakteri yang dilakukan di laboratorium mikrobiologi klinis pada umumnya menggunakan teknik diagnostik konvensional. Metode konvensional yang umum digunakan meliputi

kultur bakteri, serangkaian uji biokimia dan mikroskopis untuk mengidentifikasi spesies bakteri penyebab infeksi (Pertiwi K et al., 2021). Meskipun metode konvensional banyak digunakan dan dianggap efektif, metode ini memiliki keterbatasan. Salah satunya adalah waktu yang diperlukan untuk pertumbuhan kultur dan identifikasi bakteri, yang membutuhkan waktu beberapa hari. Selain itu, ada kemungkinan beberapa bakteri tidak dapat tumbuh pada media kultur standar, yang berpotensi menghasilkan hasil negatif palsu (Hleba et al., 2021).

3 Dalam perkembangan teknologi ada teknik lain yang bisa diaplikasikan untuk uji diagnostik di Laboratorium Mikrobiologi Klinis untuk mendeteksi bakteri, yaitu *Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry* (MALDI-TOF MS) digunakan menjadi pendukung dalam meningkatkan akurasi dan mempercepat proses deteksi bakteri (Prasetya, 2024). Metode MALDI-TOF MS menggunakan teknologi sidik jari (*Mass spectral fingerprints*), dimana tiap mikroorganisme ataupun mikroba mempunyai kode unik tersendiri hingga proses identifikasi mikroba atau mikroorganisme mempunyai tingkat keakuratan pada tingkat genus hingga tingkatan spesies (Damayanti, 2022). Oleh karena itu, isolasi dan identifikasi bakteri *Klebsiella pneumonia* dengan kombinasi kultur untuk mendapatkan isolat murni dan dilanjutkan dengan

teknologi MALDI-TOF menjadi langkah yang diperlukan (Mao *et al.*, 2024).

Melalui latar belakang tersebut, sehingga calon peneliti akan mendeteksi bakteri *Klebsiella pneumonia* pada ulkus diabetikum pada Penderita Diabetes Mellitus menggunakan kombinasi metode konvensional dan metode *Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry* (MALDI-TOF MS).

B. Rumusan Masalah

Melalui penjelasan latar belakang, sehingga rumusan masalah penelitian ini yakni : Apakah terdapat bakteri *Klebsiella pneumonia* pada ulkus diabetikum pada penderita diabetes mellitus menggunakan metode *Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry* (MALDI-TOF MS) ?

C. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui bakteri *Klebsiella pneumoniae* pada sampel ulkus diabetikum pada penderita diabetes mellitus menggunakan metode *Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry* (MALDI-TOF MS).

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Mengembangkan pemahaman serta pengetahuan peneliti dalam melakukan penelitian terhadap bakteri *Klebsiella pneumonia*

metode MALDI-TOF pada individu yang mengalami ulkus diabetikum.

2. Bagi Institusi

Digunakan sebagai referensi untuk kegiatan pengajaran serta pembelajaran di Kampus Teknologi Laboratorium Medis, kemudian menjadi sarana untuk pengembangan ilmu pengetahuan terutama dalam bidang mikrobiologi khususnya bakteriologi. Selain itu, juga berperan sebagai sumber referensi bagi penelitian berikutnya.

3. Bagi Masyarakat

Diharapkan bahwa penelitian ini akan meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya pengaturan gula darah dalam mencegah diabetes. Khususnya individu yang menderita diabetes mellitus dengan komplikasi luka kaki diabetes, mampu menjaga kebersihan untuk menghindari risiko infeksi yang disebabkan oleh bakteri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Mellitus (DM)

1. Definisi

Diabetes Mellitus (DM) merupakan penyakit metabolik ditandai peningkatan kadar gula dalam darah. Penyakit ini diakibatkan masalah hormon insulin, yang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan gula darah serta hemostasis tubuh adalah substansi tersebut (Dewa *et al.*, 2022). Menurut data yang dirilis oleh *International Diabetes Federation* (IDF) pada tahun 2021, terdapat 537 juta penderita diabetes melitus di seluruh dunia. Angka ini diproyeksikan akan meningkat menjadi 643 juta pada tahun 2030. Selain itu, pada tahun yang sama, sekitar 541 juta orang diperkirakan mengalami masalah toleransi glukosa. Diabetes juga menjadi penyebab kematian bagi 6,7 juta orang dewasa berumur antara 20-79 tahun, yang menandakan tingginya angka kematian yang terkait dengan penyakit ini.

Menurut Soelistijo *et al.*, (2021) diabetes yakni sekelompok gangguan metabolisme yang ditandai oleh hiperglikemia yang disebabkan oleh anomali dalam aksi atau sekresi insulin, atau biasanya keduanya. Gejala yang paling sering dirasakan oleh pasien Diabetes Mellitus yaitu polyuria (seringnya buah air kecil), polidipsi (sering kehausan) serta polifagia (mudah lapar/banyak

makan). Kemudian juga selalu muncul keluhan dalam penglihatan (kabur), pada anggota gerak tubuh mengalami gangguan, di kaki serta tangan mengalami kesemutan, timbul rasa gatal dan berat badan menurun.

2. Etiologi

Penyakit Diabetes Mellitus (DM) melibatkan kombinasi faktor lingkungan serta genetik. Selain itu, kondisi ini berkaitan dengan sekresi atau fungsi insulin yang tidak normal serta adanya gangguan metabolik dimana mempengaruhi sekresi insulin, abnormalitas mitokondria, serta berbagai keadaan lain yang dapat mengganggu toleransi glukosa. Meningkatnya kadar glukosa darah merupakan akibat dari diabetes melitus, yang disebabkan oleh produksi atau penggunaan insulin yang tidak efektif oleh tubuh (Lestari dkk., 2021).

3. Klasifikasi

Berdasarkan etiologi Diabetes Mellitus menurut (Wang et al, 2022) dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis, yaitu :

- a. Diabetes Mellitus tipe 1, yang dikenal juga menjadi Insulin Dependent Diabetes Mellitus (IDDM) adalah suatu kondisi diabetes bergantung terhadap insulin. Penyakit ini terjadi akibat kurangnya hormon insulin akibat kerusakan terhadap sel beta di dalam pancreas, yang disebabkan oleh factor autoimun.

- 20 b. Diabetes Mellitus tipe 2, yang diketahui sebagai Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus (NIDDM) yakni sebuah keadaan dimana terjadi kenaikan kadar glukosa dalam darah akibat penurunan efektivitas insulin pada jaringan perifer (resistensi insulin) serta gangguan pada fungsi sel beta pancreas.
- 120 c. Diabetes Mellitus Gestasional yakni kondisi diabetes terjadi selama kehamilan, umumnya ditandai akan kenaikan kadar gula darah sebab ketahanan insulin. Hal ini bisa menyebabkan berbagai komplikasi, sehingga penting bagi ibu hamil untuk memantau dan menjaga kadar glukosa darah agar tetap di batas normal.
- 43 d. Diabetes Mellitus juga dapat disebabkan oleh gangguan dalam proses perbaikan, yang mengakibatkan terganggunya fungsi insulin. Kemudian, terdapat faktor lain yang bisa membuat hiperglikemia, seperti kelainan genetik yang mempengaruhi fungsi pankreas, gangguan endokrin, serta kondisi tertentu seperti down sindrom dan sindrom Klinefelter.

4. Patofisiologi

43 Diabetes Mellitus merupakan sekelompok penyakit metabolic ditandai keadaan hiperglikemia, yang muncul sebagai akibat dari kerusakan dalam sekresi insulin, kinerja insulin, atau keduanya.

20 Penyakit ini dibagi menjadi empat tipe, yaitu Diabetes Tipe 1,

Diabetes Tipe 2, Diabetes Gestasional, dan Diabetes lainnya (Decroli Eva, 2019).

Kerusakan sel β yang disebabkan oleh mekanisme autoimun merupakan etiologi diabetes tipe 1. Hiperglikemia, pemecahan protein dan lemak tubuh, serta perkembangan ketosis merupakan karakteristik utama penyakit ini. Kerusakan sel β mengganggu sintesis insulin. Dalam keadaan normal, insulin memiliki peran penting dalam pengendalian gluconeogenesis serta glikogenolisis. Namun, pada diabetes tipe 1, terjadi resistensi insulin yang menyebabkan kedua proses itu berlangsung secara berkelanjutan, hingga memicu terjadinya hiperglikemia.

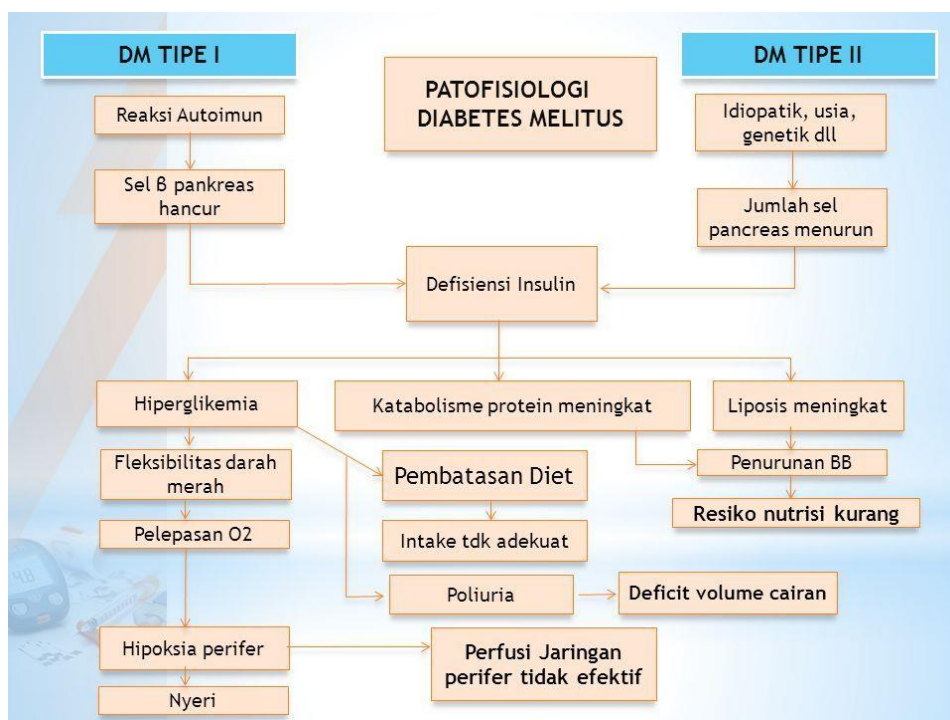
Sementara itu, diabetes tipe 2 dicirikan oleh keadaan hiperglikemia puasa tetap terjadi meski insulin tersedia. Kadar insulin dihasilkan dalam situasi ini seringkali tidak mencukupi akibat resistensi insulin yang terjadi di jaringan perifer. Hati memproduksi glukosa dalam jumlah berlebihan, yang menyebabkan karbohidrat dari makanan tidak dapat dimetabolisme dengan optimal. Akibatnya, pankreas tidak mampu memproduksi insulin dengan jumlah yang adekuat.

Resistensi insulin pada diabetes tipe 2 sering kali dipicu oleh obesitas, gaya hidup yang kurang aktif, serta faktor usia. Selain itu, resistensi insulin ini berdampak pada penurunan tingkat intrasel di dalam tubuh, sehingga insulin menjadi kurang efektif dalam

62

membantu pengambilan glukosa oleh jaringan. Kapasitas insulin untuk meningkatkan penyerapan dan metabolisme glukosa di hati, otot rangka, dan jaringan adiposa juga berkurang pada orang gemuk (Decroli Eva, 2019).

Diabetes gestasional adalah jenis diabetes berkembang pada trimester kedua dan ketiga kehamilan, disebabkan oleh terhambatnya kerja insulin yang diakibatkan oleh hormon yang disekresikan oleh plasenta. Sementara itu, tipe diabetes lainnya muncul akibat faktor genetik, penyakit pankreas, gangguan hormonal, serta dampak dari penggunaan obat-obatan tertentu (seperti glukokortikoid dan pengobatan HIV/AIDS), serta infeksi *rubella kongenital* atau *sitomegalovirus* (Anugerah Angger, 2020).



Gambar 2.1 Patofisiologi Diabetes Mellitus

(Anugerah Angger, 2020).

5. Tanda dan Gejala

Menurut Ayu *et al* (2022), terdapat beberapa instruksi dasar mengenai penyakit Diabetes Mellitus, yaitu :

a. Diabetes Mellitus Tipe 1

- 1) Serangan penyakit ini terjadi sejak dini karena tidak adanya insulin yang dihasilkan.
- 2) Penderita mengalami peningkatan nafsu makan (polifagia).
- 3) Rasa haus yang meningkat (polydipsia) disebabkan oleh kelebihan kadar glukosa dalam darah yang mempengaruhi keseimbangan cairan tubuh.
- 4) Frekuensi pengeluaran urine yang semakin sering (polyuria).
- 5) Penurunan berat badan terjadi sebab sel tidak dapat memanfaatkan glukosa sebagai sumber energy.
- 6) Penderita cenderung mengalami infeksi yang lebih sering akibat tingginya kadar glukosa dalam darah memengaruhi sistem kekebalan tubuh.
- 7) Penyembuhan luka jadi lambat karena tingginya kadar glukosa yang menghambat proses penyembuhan.

b. Diabetes Mellitus Tipe 2

- 1) Serangan penyakit ini terlambat terjadi disebabkan oleh rendahnya produksi insulin yang dihasilkan oleh tubuh.
- 2) Rasa haus yang berlebihan (polidipsi) disebabkan oleh tingginya kadar glukosa dalam darah.

- 3) Peningkatan frekuensi pengeluaran air seni (poliuria) terjadi akibat konsentrasi gula dalam darah yang tinggi.
 - 4) Seringnya merasakan lapar disebabkan oleh tingginya kadar gula didalam darah lebih ambang batas normal.
 - 5) Penyembuhan bagian dalam tubuh terjadi dalam jangka waktu lama disebabkan dari tingginya kadar glukosa, yang menghambat proses perbaikan.
- c. Diabetes Mellitus Gestasional (DMG), meskipun tidak semua wanita hamil mengalami gejala diabetes gestasional, gejala-gejala ini, yang meliputi sering buang air kecil, haus, kelelahan, penglihatan kabur, dan mulut kering, dapat diketahui saat kadar gula darah meningkat (hiperglikemia).

6. Komplikasi

Komplikasi akut dan kronik adalah dua jenis masalah yang timbul pada diabetes melitus (Nuari, 2017) :

a. Komplikasi Akut

Terdapat masalah metabolik jangka pendek, misalnya hipoglikemia, yang ditandai dengan kadar glukosa darah berada di bawah tingkat normal. Kondisi ini menyebabkan tubuh mengalami kekurangan energi sehingga mengakibatkan rasa lemas.. Selain itu, ketoasidosis dapat terjadi akibat kekurangan insulin yang menyebabkan produksi asam darah (keton) berlebihan. Komplikasi lain yang mungkin terjadi adalah

hiperosmolaritas, yaitu keadaan di mana kadar gula didalam darah tubuh meningkat secara signifikan.

a. Komplikasi Kronis

Penyakit Diabetes Melitus (DM) dalam jangka panjang bisa mengakibatkan berbagai komplikasi, termasuk masalah di sistem makrovaskuler, neuropati, mikrovaskuler, serta meningkatkan kerentanan terhadap infeksi. Komplikasi tersebut biasanya muncul setelah lebih dari lima hingga sepuluh tahun sejak diagnosis DM ditegakkan. Penyakit pembuluh darah perifer, yang dapat bermanifestasi sebagai oklusi arteri perifer, penyakit serebrovaskular, termasuk stroke, dan penyakit arteri koroner adalah contoh penyakit makrovaskular. Di sisi lain, masalah mikrovaskuler mencakup berbagai masalah organ penglihatan, misalnya retinopati diabetik, katarak, dan glaukoma, serta nefropati yang dapat berkembang menjadi penyakit ginjal hingga gagal ginjal. Selain itu, pasien diabetes pun bisa mengalami neuropati, dimana dapat mempengaruhi seluruh tipe saraf, termasuk saraf perifer (sensorimotor), saraf otonom, serta saraf spinal.

Masalah lain yakni munculnya kaki diabetik. Hal ini terjadi karena perubahan mikroangiopati, makroangiopati dan neuropati menyebabkan perubahan pada ekstremitas bawah. Komplikasinya dapat terjadi gangguan sirkulasi, terjadi infeksi,

ganggren, penurunan sensasi dan hilangnya fungsi saraf sensorik. Semua ini menunjang terjadinya trauma atau tidak terkontrolnya infeksi yang akhirnya menjadi ganggren. Kontrol DM yang buruk menyebabkan penderita harus menjalani amputasi.

7. Diagnosa

Diagnosa DM ditegakkan berdasarkan hasil pemeriksaan kadar gula darah. Sampel plasma darah vena digunakan untuk uji glukosa darah enzimatis, yang merupakan metode yang lebih disukai. Glukometer digunakan untuk melacak seberapa baik terapi bekerja. Diagnosis tidak bisa ditentukan hanya berdasarkan adanya glukosuria (Perkeni, 2019). Berbagai keluhan bisa dijumpai di individu yang menderita diabetes. Kecurigaan terhadap adanya diabetes sebaiknya dipertimbangkan jika ada keluhan sebagai berikut :

- a. Keluhan klasik DM : polyuria, polydipsia, polifagia serta penurunan berat badan tidak bisa diuraikan penyebabnya.
- b. Keluhan tambahan : kelemahan tubuh, gatal, kesemutan, penglihatan kabur, disfungsi ereksi pada pria, serta pruritus vulva pada wanita.

Kriteria diagnosis Diabetes Mellitus (DM) berdasarkan Konsensus Perkeni 2019 yakni :

- 18
- 1
- 16
- a. Pemeriksaan glukosa plasma puasa yang menunjukkan nilai lebih dari 126 mg/dl, dimana puasa didefinisikan sebagai kondisi tanpa asupan kalori minimal 8 jam.
- b. Pemeriksaan glukosa plasma yang menunjukkan nilai dari 200 mg/dl 2 jam sesudah pelaksanaan Tes Toleransi Glukosa Oral (TTOG) dengan beban glukosa 75 gram.
- c. Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu yang menunjukkan nilai lebih dari 200 mg/dl disertai keluhan klasik, seperti polyuria, polifagia, polydipsia, serta penurunan berat badan yang tidak bisa diuraikan penyebabnya.
- 34
- d. Pemeriksaan haemoglobin A1c (HbA1c) yang menunjukkan nilai lebih dari 6,5% dengan memanfaatkan metode telah terstandarisasi National Glycohaemoglobin Standardization Program (NGSP).
- 80

13

Kelompok pradiabetes, yang meliputi glukosa darah terganggu (GDOT) dan toleransi glukosa terganggu (IGT), akan berisi hasil tes yang tidak memenuhi standar normal atau kriteria Diabetes Melitus (Soelistijo dkk, 2021).

35

- 12
- a. Gangguan glukosa darah (GDPT) teridentifikasi melalui hasil pemeriksaan glukosa plasma puasa yang menunjukkan nilai antara 100-125 mg/dl, serta melalui pemeriksaan tes toleransi glukosa oral (TTGO) dengan pengukuran glukosa plasma pada waktu 2 jam.

- b. Toleransi Glukosa Terganggu (TGT) ditentukan berdasarkan hasil pemeriksaan glukosa plasma dua jam setelah melakukan Tes Toleransi Glukosa Oral (TGGO) pada nilai antar 140-199 mg/dl, serta glukosa plasma dalam keadaan puasa.
- c. Bersama-sama diperoleh TGT serta GDPT.
- d. Diagnosis prediabetes pun bisa ditegakkan melalui hasil pemeriksaan HbA1c dimana menyatakan nilai antara 5,7% hingga 6,4%.

Tabel 2.1 Kadar Tes Laboratorium Darah untuk Diagnosis Diabetes dan Pradiabetes

Diagnosa	HbA1c (%)	Glukosa puasa (mg/dl)	Glukosa Plasma 2 jam setelah TTGO (mg/dl)
Diabetes	$\geq 6,5$	≥ 126	≥ 200
Prediabetes	5,7 – 6,4	100 - 125	140 - 199
Normal	$< 5,7$	70 - 99	70 - 139

(Soelistijo & dkk, 2021)

B. Ulkus Diabetikum

1. Definisi

International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF)

Ulkus diabetikum dapat didefinisikan sebagai suatu kumpulan gejala sekunder yang muncul akibat dari diabetes mellitus, yang mencakup kondisi pada kulit yang pecah-pecah, ulserasi, infeksi, neuropati ataupun penyakit arteri perifer, dimana menyebabkan kerusakan jaringan pada kaki serta dapat berujung pembentukan

lesi pada sebagian ataupun semua kaki (Wang dkk., 2022). Ulkus diabetikum merupakan lesi kulit terbuka yang disebabkan oleh masalah mikroangiopati dan makroangiopati yang menyebabkan neuropati dan insufisiensi vaskular. Pada tahap lebih lanjut, kondisi ini dapat menyebabkan terjadinya luka yang tidak dapat dirasakan oleh pasien sehingga memicu infeksi disebabkan bakteri aerob ataupun anaerob (Harahap *et al*, 2022).



Gambar 2.2 Ulkus Diabetikum (Tony, 2022).

2. Epidemiologi

Internasional Diabetes Foundation, diperkirakan bahwa antara 40-60 juta individu di semua dunia mengalami kondisi kaki diabetik. Terdapat peningkatan yang signifikan dalam jumlah kasus ulkus diabetikum yang teramati pada tahun 2015., dengan estimasi mencapai sekitar 0 juta hingga 26 juta kasus. Amerika Serikat dan negara-negara Afrika memiliki tingkat ulkus diabetik tertinggi. Diperkirakan 15% orang di Indonesia menderita ulkus diabetik,

yang memiliki risiko amputasi sebesar 30% dan tingkat kematian terkait sebesar 32% (Loura, 2023).

3. Etiologi

Etiologi ulkus diabetikum dipengaruhi oleh berbagai faktor. Penyebab utama terjadinya ulkus diabetikum dipengaruhi beberapa faktor yakni ketidakstabilan dalam kontrol kadar gula darah, adanya kapalan merupakan salah satu bentuk deformitas pada kaki yang dapat terjadi akibat perawatan kaki yang tidak memadai, penggunaan alas kaki tidak sesuai, serta adanya riwayat ulkus sebelumnya. Faktor-faktor lain yang turut berkontribusi meliputi tingginya tekanan di area plantar kaki, kondisi kulit yang kering, serta adanya neuropati perifer mendasari serta sirkulasi buruk. (Tony, 2022).

4. Faktor Risiko

Terdapat beberapa faktor risiko yang bisa memicu terjadinya komplikasi ulkus diabetikum pasien diabetes mellitus sebagai berikut :

a. Usia

Seiring bertambahnya usia, proses degenerative akan terjadi, yang mengakibatkan penurunan sekresi insulin atau terjadinya resistensi insulin, yang selanjutnya berpotensi menimbulkan makroangiopati. Hal ini berdampak pada penurunan sirkulasi darah, khususnya pada pembuluh darah

besar di daerah tungkai, hingga meningkatkan risiko terjadinya ulkus diabetikum (Saputra dkk, 2023).

b. Lamanya Penderita Diabetes Mellitus

Pasien yang telah menderita diabetes melitus selama lebih dari 10 tahun lebih mungkin mengalami tukak diabetes. Kadar glukosa darah yang tidak terkontrol dapat menyebabkan sejumlah masalah. vascular dapat muncul, yang pada gilirannya menyebabkan makroangiopati dan mikroangiopati. Kondisi-kondisi ini berpotensi memicu neuropati serta vaskulopati, dimana akhirnya dapat mengakibatkan penurunan sirkulasi darah. Akibatnya, pasien dapat mengalami robekan ataupun luka pada kaki tidak terdeteksi (Saputra dkk, 2023).

c. Obesitas

Dibandingkan dengan penderita diabetes tanpa obesitas, penderita DM yang obesitas lebih besar kemungkinannya terkena ulkus diabetik. Hal ini disebabkan oleh tingginya kemungkinan terjadinya resistensi insulin pada pasien obesitas, yang selanjutnya dapat menyebabkan aterosklerosis dan berdampak pada vaskulopati. Akibatnya, gangguan sirkulasi darah pada tungkai menjadi lebih mungkin, sehingga meningkatkan risiko terjadinya ulkus atau gangren diabetic (Ayu dkk, 2022).

d. Hipertensi

Pasien DM yang juga menderita hipertensi memiliki risiko yang lebih besar untuk mengalami ulkus diabetikum. Tingginya viskositas darah akibat hipertensi dapat menyebabkan penurunan aliran darah dan defisiensi vaskular dapat terjadi akibat hipertensi. Hipertensi berpotensi menyebabkan lesi pada endotel, dimana kerusakan pada endotel tersebut memiliki dampak signifikan terhadap makroangiopati. Hal ini terjadi dari proses adhesi serta agregasi trombosit yang bisa memicu terjadinya ulkus. (Fitriani. 2020).

e. Kadar Gula Darah Sebelum Makan (GDS)

Kadar gula darah tidak terkontrol bisa mengganggu kemampuan pembuluh darah dalam berkontraksi dan relaksasi secara efektif, hingga mengakibatkan aliran darah ke bagian distal tungkai menjadi kurang optimal. Selain itu, tingginya kadar glukosa dalam darah tinggi menciptakan suasana mendukung pertumbuhan kuman pathogen, terutama jenis anaerob. Kondisi ini dapat memicu terjadinya ulkus pada kaki diabetik pada individu dengan kadar glukosa yang tinggi (Yulyastuti dkk, 2021).

f. Kegiatan Fisik atau Olahraga

Olahraga berfungsi untuk mengendalikan kadar gula darah, di mana glukosa akan diubah menjadi energy selama berolahraga. Aktivitas fisik juga berperan dalam mengembangkan produksi insulin, hingga kadar glukosa dalam darah dapat mengalami penurunan. Dengan terjaganya kadar glukosa dalam darah, risiko komplikasi kronis pada pasien DM dapat diminimalkan (Marbun *et al.*, 2022).

g. Kebiasaan Merokok

Penderita diabetes melitus (DM) yang merokok lebih dari dua belas batang sehari memiliki risiko lebih tinggi daripada mereka yang tidak merokok. Konsentrasi nikotin yang tinggi pada rokok berpotensi merusak endotelium, yang pada gilirannya mengakibatkan adhesi dan agregasi trombosit. Konsekuensi dari proses ini adalah kebocoran, yang menyebabkan hipoprotein lipase memperlambat proses clearance lemak dalam darah, memudahkan terjadinya aterosklerosis. Aterosklerosis itu sendiri dapat menyebabkan insufisiensi vaskuler, hingga aliran darah ke arteri mengalami penurunan. (Yulyastuti dkk, 2021).

5. Patofisiologi

Kadar glukosa darah yang tinggi dapat berpotensi menimbulkan menyebabkan berbagai komplikasi, baik dalam

jangka pendek ataupun jangka panjang. Salah satu komplikasi jangka panjang disebabkan diabetes mellitus yakni ulkus diabetikum. Peningkatan kadar glukosa yang signifikan dapat menyebabkan kehilangan fungsi pada membran sel. Perubahan fisiologis terjadi akibat hiperglikemia pada jaringan ekstremitas inferior menyebabkan penurunan kemampuan pertukaran oksigen, yang dapat disebabkan oleh pembatasan proses pertukaran itu sendiri atau melalui induksi kerusakan sistem saraf otonom. Hal ini mengakibatkan berkurangnya aliran darah kaya oksigen ke permukaan kulit. Hiperglikemia juga dapat mengakibatkan kerusakan saraf melalui tiga mekanisme, yakni efek metabolik, defisiensi konduksi mekanik, serta dampak kompresi pada kompartemen menjadi faktor yang signifikan. Penurunan kadar oksigen dalam jaringan, yang disertai akan masalah fungsi saraf sensorik dan motorik, bisa berkontribusi terhadap perkembangan ulkus pada kaki (Decroli Eva, 2019).

Ulkus diabetikum berkembang melalui tiga fase atau trias, yakni iskemi, neuropati (motorik, sensorik, serta otonom), serta infeksi. Penyakit neuropati serta kelainan vaskular merupakan faktor utama dalam perkembangan kondisi ini (Reddy *et al.*, 2024).

Kelainan vascular yang berbentuk iskemi sering dialami oleh individu dengan diabetes mellitus. Iskemi ini terjadi sebagai akibat dari proses makroangiopati serta penurunan sirkulasi jaringan

2 mengakibatkan berkurangnya ataupun hilangnya denyut nadi pada arteri dorsalis pedis, arteri tibialis, serta arteri popliteal. Kondisi ini berujung pada atrofi kaki, penurunan suhu, serta penebalan kuku. Selanjutnya, jaringan di area kaki dapat mengalami nekrosis yang selanjutnya diikuti oleh timbulnya ulkus umumnya bermula ujung kaki ataupun tungkai (Jeffcoate *et al*, 2022).

Penderita diabetes melitus yang menderita neuropati sensorik kehilangan rasa protektif, yang membuat mereka lebih rentan terhadap panas atau bahaya fisik, yang selanjutnya meningkatkan risiko terjadinya ulkus diabetikum dapat disebabkan oleh hilangnya sensasi proprioepsi atau kesadaran terhadap posisi kaki. Penderita diabetes sering kali mengalami komplikasi yang signifikan akibat neuropati.. Neuropati motoric dapat mempengaruhi seluruh otot, yang berdampak pada terjadinya penonjolan abnormal pada tulang dapat membuat deformitas pada bentuk kaki, misalnya hammer toe serta hallux rigidus. Deformitas tersebut berpotensi membatasi mobilitas individu serta mengembangkan tekanan pada area plantar, hingga berisiko mempercepat terjadi ulkus di kaki. Di samping itu, neuropati otonom juga dapat berperan dalam kondisi ini. juga turut berkontribusi terhadap kondisi kulit yang kering, ketidakmampuan untuk mengeluarkan keringat, serta peningkatan pengisian kapiler yang disebabkan oleh arteriovenosus kulit, sehingga menjadikan kaki lebih rentan terhadap cedera.

Penumpukan sorbitol dan fruktosa dapat menyebabkan hilangnya akson, penurunan kecepatan induksi, parestesia, kemudian penurunan reflex otot yang berujung pada atrofi otot (Kartika, 2017).

Aterosklerosis adalah kondisi di mana arteri mengalami penebalan dan penyempitan akibat akumulasi lemak yang terdapat di dalam pembuluh darah dapat menyebabkan aterosklerosis, yang pada gilirannya dapat memperburuk kondisi kesehatan. gangguan neurovascular penderita diabetes mellitus. Aliran darah berkurang, kesemutan, dan nyeri pada kaki mungkin terjadi akibat penebalan arteri di daerah kaki. Dalam jangka waktu panjang, keadaan dimana bisa menyebabkan kematian jaringan, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap munculnya ulkus diabetikum (Reddy et al., 2024).

6. Klasifikasi

a. Klasifikasi Meight-Wagner

Sekitar 25% pasien diabetes berisiko mengalami ulkus diabetikum, yang dapat mengakibatkan konsekuensi serius seperti amputasi sebagian ataupun semua ekstremitas terpengaruh. Pengklasifikasian ulkus diabetikum sangat penting untuk memahami kondisi luka tersebut dan menentukan terapi yang tepat. Pengetahuan mengenai status atau tingkat ulkus menjadi hal yang krusial bagi penderita diabetes mellitus,

sehingga mereka dapat segera mencari bantuan dari tenaga kesehatan ketika menghadapi permasalahan ulkus. Salah satu sistem klasifikasi umum dipakai dalam menilai derajat ulkus diabetikum yakni kriteria Meighan-Wagner, yang ulkus ke dalam lima grade, dari 0 hingga 5. System klasifikasi Wagner ini sangat berguna sebagai pedoman dalam penatalaksanaan, dengan melihat kedalaman ulkus dan memprediksi risiko terjadinya osteomielitis (Shah *et al*, 2022).

Tabel 2.2 Klasifikasi Megit-Wagner

Derajat	Karakteristik
0	Hanya nyeri pada kaki
1	Ulkus di permukaan kaki
2	Ulkus lebih dalam, ketebalan penuh
3	Ulkus sudah melibatkan tulang atau osteomyelitis
4	Gangrene pada sebagian kaki
5	Gangrene pada semua kaki atau terjadi perluasan

(Perkeni, 2021)



Gambar 2.3 Klasifikasi Ulkus Berdasarkan Wagner (Perkeni, 2021)

b. Klasifikasi Sistem Universitas Texas

Digunakan untuk menilai ulkus dengan mempertimbangkan kedalamannya, kemudian menentukan stadiumnya berdasarkan ada atau tidaknya infeksi serta iskemia. Dalam system ini, matriks grade diposisikan pada sumbu horizontal, sementara stadium diletakkan di sumbu vertical. Tingkatan dalam system Universitas Texas adalah sebagai berikut (Shah *et al*, 2022).

Tabel 2.3 Klasifikasi Sistem *Universitas of Texas*

Derajat	0	1	2	3
Derajat A	Lesi pre atau post ulserasi dengan epitelisasi sempurna	Luka superfisial, tidak melibatkan tendon, kapsul, atau tulang	Luka melibatkan tendon atau kapsul	Luka melibatkan tulang atau sendi
Derajat B	Infeksi	Infeksi	Infeksi	Infeksi
Derajat C	Iskemia	Iskemia	Iskemia	Iskemia
Derajat D	Infeksi dan iskemia	Infeksi dan iskemia	Infeksi dan iskemia	Infeksi dan iskemia

(Shah *et al*, 2022).

c. Klasifikasi *Wound Ischemia and foot Infection* (WIFI)

Klasifikasi *Wound Ischemia and foot Infection* (WIFI) mempunyai 3 komponen : Luka, Iskemia serta Infeksi kaki (Monteiro dkk., 2020).

1) Penilaian Luka :

Tabel 2.4 Penilaian Luka

Nilai	Ulkus kaki diabetik	Ganggren
0	Tidak ada	Tidak ada
1	Hanya falang distal yang terlihat, dan ada lesi kecil dan dangkal di tungkai atau kaki distal	Tidak ada
2	Ulkus tumit dangkal tanpa keterlibatan kalkaneal, dan ulkus yang lebih dalam dengan tulang, sendi, atau tendon yang terbuka yang seringkali tidak mempengaruhi tumit	Perubahan terbatas pada jari
3	Ulkus yang luas dan dalam yang melibatkan kaki depan atau kaki tengah, ulkus tumit yang tebal ±keterlibatan calcaneal	Ganggren luas yang melibatkan kaki depan dan kaki tengah; nekrosis tumit ketebalan penuh.

(International Diabetes Federation, 2019).

2) Penilaian Iskemia

Tabel 2.5 Penilaian Iskemia

Nilai	Indeks pergelangan kaki brakialis	Tekanan sistolik pergelangan kaki (mmHg)	Tekanan toe, tekanan oksigen transkutan (mmHg)
0	> 0,80	> 100	> 60
1	0,6 – 0,79	70 – 100	40 – 59
2	0,4 – 0,59	50 – 70	30 – 39
3	< 0,39	< 50	< 30

(International Diabetes Federation, 2019)

3) Penilaian Infeksi

Tabel 2.6 Penilaian Infeksi

Nilai	Manifestasi Klinis
0	Tidak ada gejala ataupun infeksi
1	Ada infeksi, setidaknya 2 gejala: - Pembengkakan lokal - Eritema > 0,5 sampai < 2 cm di sekitar ulkus - Nyeri tekanan ataupun nyeri local - Kehangatan local - Keluarnya cairan bernanah
2	Jika struktur kulit dan jaringan subkutan yang lebih dalam terkena tanpa adanya indikasi reaksi inflamasi sistemik
3	Jika dua atau lebih gejala berikut menunjukkan adanya Systemic Inflammatory Response Syndrome: - Suhu >38°C atau <36°C - Detak jantung >90 kali/menit - Laju pernapasan >20 kali/menit PaCO₂ <32mmHg - Jumlah sel darah putih >12.000 / <4000 cu/mm

(International Diabetes Federation, 2019)

Nilai dari masing-masing variabel kemudian disesuaikan dengan tabel standard untuk menentukan klasifikasi *Wound Ischemia and foot Infection* (WIFI) (Jeremy, dkk., 2017). *Wound Ischemia and foot Infection* (WIFI) memanfaatkan kombinasi skor luka, iskemia, dan infeksi kaki guna memberikan penilaian risiko amputasi dalam jangka waktu satu tahun serta manfaat dari revaskularisasi selama satu tahun. Kedua penilaian tersebut dikelompokkan ke dalam kategori sangat rendah, rendah, sedang atau tinggi (Monteiro dkk., 2020).

d. Klasifikasi *Perfusion, Exent, Depth, Infection, dan Sensation* (PEDIS).

International Diabetes Federation mengembangkan sistem klasifikasi *Perfusion, Exent, Depth, Infection, dan Sensation* (PEDIS) :

Tabel 2.7 Sistem Klasifikasi PEDIS dan Sistem Skor

Perfusi	Ukuran	Kedalaman	Infeksi	Sensasi	Skor
Tidak ada	Kulit utuh	Kulit utuh	Tidak ada	Tidak ada	0
PAD	< 1 cm	Dangkal	Permukaan	Kehilangan sensasi	1
CLI	1 – 3 cm	Fasio, otot dan tendon	Abses, fasciitis dan artritis septik	-	2
-	> 3 cm	Tulang atau sendi	SIRS	-	3

(Perkeni, 2021)

7. Pemeriksaan Penunjang

Pemeriksaan Laboratorium yang dilakukan meliputi beberapa jenis, antara lain :

a. Pemeriksaan Darah

Pemeriksaan ini mencakup pemeriksaan kadar glukosa darah (GDS). Dianggap normal jika kadar gula puasa kurang dari 200 mg/dl, serta jika 2 jam pascapanen (post prandial) masih dibawah 200 mg/dl.

b. Pemeriksaan Urin

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan glukosa dalam urine. Metode yang digunakan adalah

64 pemeriksaan reduksi, dimana hasil bisa dilihat dari perubahan warna urin : hijau (+), kuning (++), merah (+), dan merah bata (+).

c. Kultur Pus

Pemeriksaan ini dilakukan agar mengidentifikasi jenis kuman menginfeksi luka serta untuk menentukan antibiotic dimana tepat sesuai jenis kuman yang terdeteksi.

d. Pemeriksaan Leukosit

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mendeteksi adanya risiko infeksi pada luka ulkus melalui pengukuran jumlah leukosit dalam darah.

C. *Klebsiella pneumonia*

1. Definisi

11 *Klebsiella pneumonia* merupakan bakteri basil Gram-negatif yang memiliki kapsul, bersifat tidak motil, dan tidak membentuk spora (Emam et al., 2023). Bakteri ini tergolong pathogen oportunistik Gram-negatif yang dapat menyebabkan berbagai kondisi serius, antara lain pneumonia berat, pielonefritis, serta berbagai sepsis, terutama individu mengalami gangguan sistem kekebalan tubuh (Dendy et al., 2020).

39 Sistem pencernaan, kulit, dan mulut sering menjadi tempat berkembang biaknya *Klebsiella pneumonia*. Meskipun demikian, tanah adalah tempat asalnya. Bakteri ini sering menyerang mereka

yang memiliki sistem kekebalan tubuh yang lemah, termasuk penderita diabetes, pecandu alkohol, dan mereka yang menderita penyakit paru-paru jangka panjang (Rahman & Prihartini, 2022). Pengobatan infeksi yang disebabkan oleh *Klebsiella pneumonia* dijalankan dari pemakaian antibiotik (Wulandari & Asih, 2019).

2. Klasifikasi

Domain : *Bacteria*
Phylum : *Proteobacteria*
Class : *Gamma Proteobacteria*
Ordo : *Enterobacteriales*
Famili : *Enterobacteriaceae*
Genus : *Klebsiella*
Species : *Klebsiella pneumonia* (Wyres, 2022).

3. Morfologi Bakteri

Klebsiella pneumonia yakni flora normal saluran pernapasan dan usus yang merupakan anaerob fakultatif dan dikategorikan sebagai bakteri gram negatif. Bakteri ini berbentuk batang, berukuran panjang 1-2 μm dan lebar 0,5-1,5 μm . *Klebsiella pneumonia* mempunyai kapsul besar hingga kultur koloninya terlihat sangat mucoid namun tidak membentuk spora. Karena tidak memiliki flagela, bakteri ini tidak dapat bergerak, tetapi mereka dapat memfermentasi karbohidrat untuk menghasilkan gas dan asam (Fauziah, 2019).



Gambar 2.4 Koloni *Klebsiella pneumonia* pada media *Mac Conkey* (MC) (Ryan, 2020)

D. Tinjauan Umum Metode Identifikasi Bakteri

1. Metode Konvensional

a. Pewarnaan dan Pengamatan Mikroskopis

Pewarnaan dan pengamatan mikroskopis merupakan langkah awal yang penting dalam proses identifikasi bakteri di laboratorium mikrobiologi. Teknik ini untuk mengamati morfologi sel, penyusunan sel, serta karakteristik dinding sel bakteri sehingga dapat membedakan bakteri menjadi dua kelompok besar, yaitu Gram positif dan Gram negatif. Pewarnaan dan pengamatan mikroskopis sebagai dasar identifikasi awal, sebelum dilakukan uji lanjutan seperti kultur atau uji biokimia (Madigan *et al.*, 2021).

b. Kultur

Identifikasi bakteri melalui metode kultur merupakan pendekatan konvensional namun masih sangat relevan dalam bidang mikrobiologi klinis, pangan, lingkungan, dan industri. Metode kultur dilakukan dengan menumbuhkan bakteri pada media buatan yang mengandung nutrisi penting seperti karbon, nitrogen, mineral, dan faktor pertumbuhan lainnya. Tujuannya adalah untuk memungkinkan bakteri berkembang biak dan menunjukkan ciri khasnya melalui bentuk koloni, warna, konsistensi, serta kemampuan untuk memfermentasi atau mencerna substrat tertentu (Madigan *et al.*, 2021).

Metode kultur berfungsi sebagai langkah penting sebelum dilakukan uji biokimia atau molekuler. Meskipun saat ini sudah tersedia metode identifikasi molekuler dan otomatis, metode kultur tetap digunakan secara luas karena kemampuannya untuk mengisolasi, mengidentifikasi, dan menguji sensitivitas bakteri terhadap antibiotik (Wiley *et al.*, 2022).

c. Uji Biokimia

Identifikasi bakteri merupakan proses penting dalam mikrobiologi untuk menentukan spesies atau genus suatu mikroorganisme. Salah satu metode klasik namun masih banyak digunakan adalah uji biokimia, yaitu pengujian

terhadap aktivitas metabolik mikroba. Metode ini memanfaatkan keberadaan enzim spesifik dalam sel bakteri untuk mengubah substrat tertentu menjadi produk metabolik, yang kemudian diamati melalui perubahan indikator warna, produksi gas, presipitasi, atau perubahan pH (Prescott *et al.*, 2022).

Uji biokimia bertujuan untuk mendeteksi aktivitas bakteri, seperti fermentasi karbohidrat, penggunaan asam amino, atau degradasi protein. Adapun jenis – jenis uji biokimia yang sering dilakukan yaitu Uji Fermentasi Karbohidrat, Uji Enzimatis (Katalase, Oksidase dan Koagulase), Uji IMViC (Indole Methyl Red Voges-Proskauer Citrate utilization), Uji Hidrolisis dan Triple Sugar Iron Agar (TSIA) dan SIM (Prescott *et al.*, 2022).

Metode konvensional memiliki keunggulan dalam hal biaya yang rendah dan kemudahan pelaksanaan. Namun, metode ini cenderung memerlukan waktu lama (24–72 jam), dan identifikasi hingga tingkat spesies bisa menjadi tidak akurat jika hanya mengandalkan uji biokimia tanpa konfirmasi molekuler. Dalam praktik klinis modern, metode ini sering dikombinasikan dengan teknik molekuler atau spektrometri massa untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan diagnosis (Prescott *et al.*, 2022).

2. Metode Molekuler

a. *Polymerase Chain Reaction (PCR)*

Identifikasi bakteri merupakan langkah penting dalam bidang mikrobiologi, baik untuk keperluan klinis, industri pangan, maupun penelitian. Salah satu metode modern yang banyak digunakan saat ini adalah *Polymerase Chain Reaction (PCR)*. PCR merupakan teknik molekuler yang digunakan untuk memperbanyak (mengamplifikasi) DNA bakteri secara cepat dan spesifik, sehingga DNA dalam jumlah sangat kecil dapat dideteksi dan dianalisis (Madigan *et al.*, 2021).

PCR bekerja berdasarkan tiga tahap utama yang dilakukan secara berulang (siklus) yaitu denaturasi, aneling dan elongasi. Dalam identifikasi bakteri, PCR umumnya menargetkan gen 16S rRNA, yaitu gen yang dimiliki oleh hampir semua bakteri dan memiliki bagian yang spesifik pada tiap spesies. Dengan menggunakan primer universal, gen ini dapat diamplifikasi dari sampel bakteri, lalu dibandingkan dengan database genetik untuk menentukan jenisnya (Priyanto, D., 2022).

Kelebihan dari metode ini hasil dapat diperoleh dalam beberapa jam, dapat mendeteksi bakteri dalam jumlah yang sangat kecil, hanya mendeteksi DNA dari bakteri target dan tidak memerlukan kultur bakteri namun metode ini

membutuhkan biaya yang cukup mahal karena membutuhkan alat dan reagen khusus (Priyanto, D., 2022).

b. *Real-Time PCR* (qPCR)

Real-Time PCR, juga dikenal sebagai quantitative PCR (qPCR), adalah pengembangan dari metode PCR konvensional yang memungkinkan deteksi dan pengukuran jumlah DNA secara langsung (*real-time*) selama proses amplifikasi berlangsung. Berbeda dengan PCR biasa yang hasilnya hanya bisa dilihat setelah proses selesai melalui elektroforesis gel, qPCR menggunakan zat pewarna fluoresen (seperti SYBR Green atau probe TaqMan) yang memancarkan sinyal cahaya saat DNA diperbanyak. Intensitas cahaya ini dipantau oleh alat khusus (*real-time thermocycler*) dan mencerminkan jumlah DNA yang dihasilkan (Ismail, R., 2023).

Kelebihan metode ini tidak hanya menunjukkan ada atau tidaknya bakteri, tapi juga seberapa banyak DNA-nya dan dapat mendeteksi DNA dalam jumlah sangat kecil dalam waktu singkat namun membutuhkan biaya yang cukup mahal karena membutuhkan alat dan reagen khusus (Ismail, R., 2023).

3. Metode Berbasis *Mass Spectrometry*

a. *Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time Of Flight Mass Spectrometry* (MALDI TOF-MS)

1) Definisi

Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time Of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) adalah sebuah teknologi spektrometri massa yang digunakan untuk mengidentifikasi mikroorganisme, termasuk bakteri dan jamur, berdasarkan pola spektrum massa dari protein-protein yang ada dalam sel-sel mikroba tersebut. Identifikasi mikroba penggunaan metode *Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time Of Flight Mass Spectrometry* (MALDI-TOF MS) dapat dilakukan dalam waktu singkat, yaitu dalam hitungan menit. Metode ini memanfaatkan alat Vitek MS yang dilengkapi dengan basis identifikasi mikrobiologi yang mencakup berbagai jenis mikroorganisme, termasuk bakteri, jamur, mikrokok, nokardia, mykoplasma, dan brucella. Alat ini juga dapat diintegrasikan secara menyeluruh dengan mesin identifikasi mikrobiologi yang tersedia di laboratorium, sehingga memudahkan proses identifikasi mikrobiologis. (BioMerieux, 2019).

Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) menawarkan sejumlah keuntungan, salah satunya adalah efisiensi waktu yang lebih baik dalam tahap pra-analitik. Proses ini hanya memerlukan pencampuran sampel dengan matriks kimia tertentu, yang memungkinkan terbentuknya ikatan ion. MALDI-TOF MS memadukan dua teknologi, yaitu MALDI dan Massa TOF (Time Of Flight). Salah satu keuntungan utama dari penggunaan MALDI-TOF MS adalah efisiensi waktu, yang memungkinkan identifikasi bakteri dilakukan dalam waktu kurang dari satu jam. Hal ini berbeda dengan metode identifikasi lainnya yang biasanya memerlukan waktu antara 24 hingga 48 jam. (Hou et al., 2019).

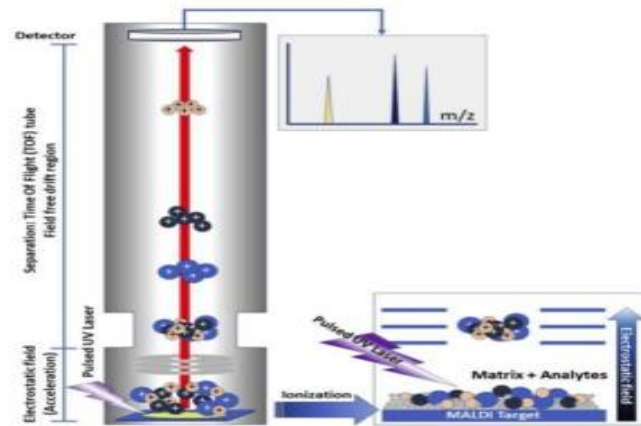


Gambar 2.5 Alat Vitek MS
(BioMerieux, 2019).

2) Prosedur Pemeriksaan Metode MALDI-TOF MS

Prinsip dasar dari Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time Of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) adalah menjadi berikut: secara umum, larutan matriks diaplikasikan pada sampel mikroba yang disimpan pada pelat target untuk melisiskan organisme vegetatif dan mengkristalkan material. Namun, beberapa mikroorganisme, seperti mikobakteri, jamur, dan beberapa bakteri gram positif, memerlukan perawatan ekstra di awal proses. Ini termasuk menggunakan asam organik yang kuat atau teknik lisis mekanis (seperti *beed-beating*) (Elbehiry *et al.*, 2022).

Setelah sampel ditempatkan dalam alat, sampel tersebut akan terionisasi menggunakan laser pendek, yang menghasilkan ion fase gas melalui proses fermentasi yang minimal. Medan listrik kemudian digunakan untuk mempercepat partikel dalam ruang hampa untuk melanjutkan proses ini. Massa dan muatan setiap partikel menentukan *time of flight* (TOF), atau berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai detektor. Setelah spektrometri massa mengidentifikasi setiap protein dalam sampel, organisme yang diteliti akan memancarkan pola spektrum yang berbeda (BioMerieux, 2019).



Gambar 2.6 Metode Kerja MALDI-TOF MS

3) Kelebihan dan Kekurangan

Kekurangan serta kelebihan dari *Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time Of Flight Mass Spectrometry* (MALDI-TOF MS) yaitu (Hou et al., 2019) :

a) Kelebihan

Mampu mengidentifikasi mikroba yang sulit dengan cepat dan akurat, seperti bakteri, dan jamur, Kemampuan identifikasi mikrobiologi yang cepat dan akurat memungkinkan hasil laporan ke para dokter lebih cepat untuk memberikan perawatan yang lebih baik, sehingga membantu menghemat waktu dan biaya dan Memberikan kemudahan bagi pengguna dalam menangani kemungkinan kesalahan dalam identifikasi mikrobiologi serta menyediakan laporan hasil yang dapat ditelusuri dengan jelas

b) Kekurangan

Biaya alat yang relatif mahal, sehingga tidak semua laboratorium dapat membelinya, Memiliki basis identifikasi mikrobiologi yang mencakup berbagai jenis mikroba, namun database yang dimiliki masih terbatas dan belum mencakup semua jenis mikroba dan Memiliki keterbatasan dalam identifikasi mikroba yang jarang ditemukan atau belum terdaftar dalam database.

E. Kerangka Konsep

7 Kadar gula darah tinggi merupakan ciri khas diabetes melitus (DM), suatu gangguan yang disebabkan oleh hiperglikemia, sekresi insulin abnormal, dan perubahan metabolisme protein, karbohidrat, dan lemak. khususnya munculnya perubahan patologis, seperti angiopati diabetik yang merupakan angiopati diabetik yang terbagi menjadi penyakit makrovaskuler dan mikroangiopati.

106 Penyakit makrovaskular terjadi ketika pembuluh darah di jantung atau di bagian lain dari tubuh mengalami penyempitan, yang dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti arteri koroner, arteri perifer, dan tukak iskemik. Gejala khas yang sering timbul adalah nyeri selama aktivitas fisik dan selama istirahat, serta penurunan fungsi yang berkembang seiring dengan bertambahnya usia. Penyempitan pembuluh darah di otak juga bisa menyebabkan stroke iskemik atau

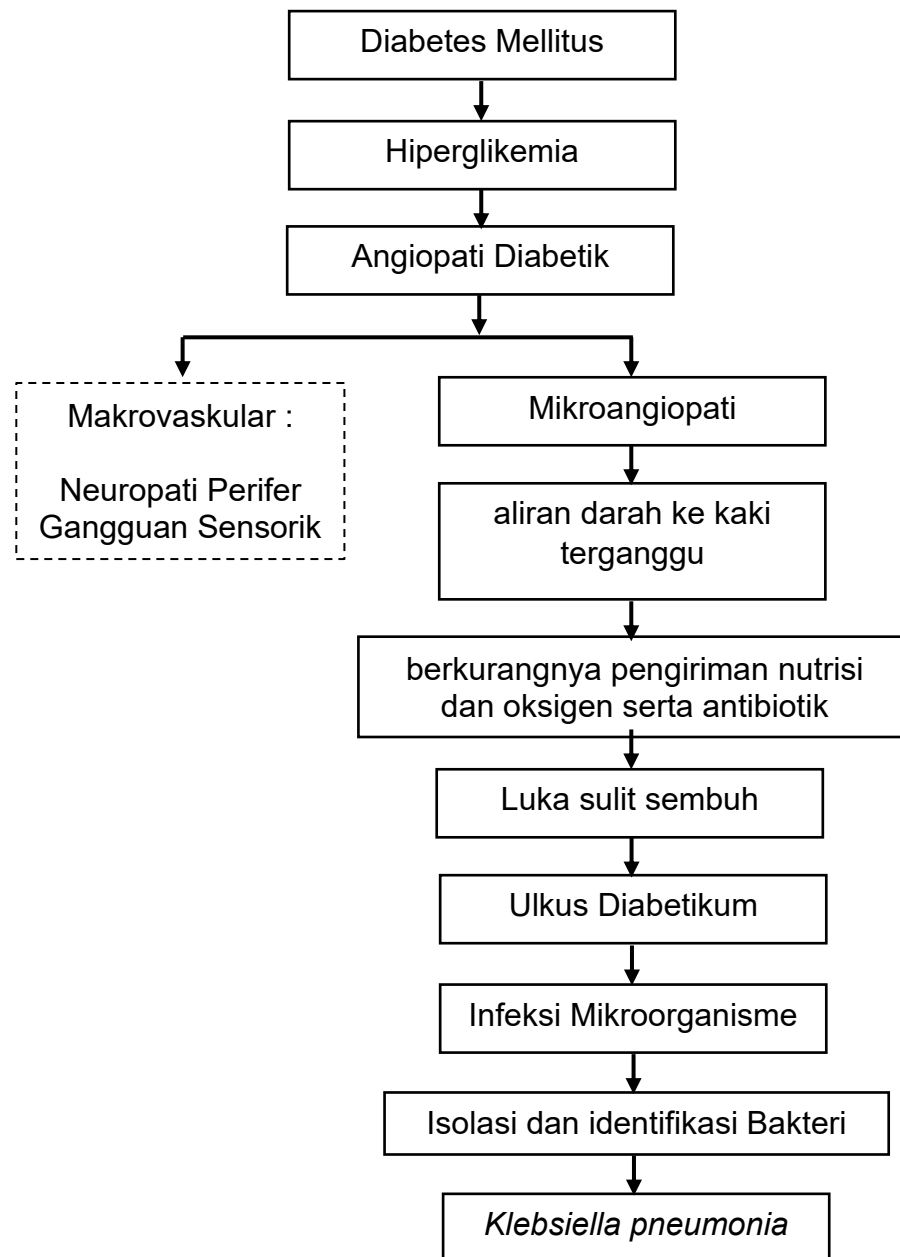
18 hemoragik. Kondisi ini merupakan hasil dari penyempitan dan penyumbatan pembuluh darah yang sering terjadi pada individu dengan diabetes.

Mikroangiopati adalah munculnya neuropati diabetic akibat gangguan fungsi vasodilatasi mikrovaskuler sehingga menyebabkan gangguan sirkulasi darah. Jika terjadi penyumbatan pada pembuluh darah besar, maka dapat mengakibatkan aliran darah ke kaki terganggu. Selain mengurangi aliran darah, terlalu banyak glukosa dapat menyebabkan kerusakan saraf di kaki sehingga menyebabkan mati rasa. Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya atau terganggunya pengiriman nutrisi dan oksigen serta pemberian antibiotik, sehingga menyulitkan penyembuhan luka pada kulit.

88 9 Jika luka tidak sembuh dengan baik dan terus memburuk seiring waktu, ini dapat mengakibatkan kematian jaringan yang akhirnya berkembang menjadi ulkus kaki diabetikum. Kaki diabetik rentan mengalami luka dan akan cepat berubah menjadi ulkus kaki diabetik jika tidak dirawat. Luka terbuka yang terbentuk di permukaan kulit akibat infeksi memungkinkan mikroorganisme untuk dengan mudah masuk ke dalam jaringan kulit, yang pada akhirnya memperlambat proses penyembuhan luka.

70 Bakteri yang paling umum diisolasi dari infeksi ulkus kaki diabetik adalah bakteri gram negatif. Luka diabetes seringkali berwarna kuning. *Klebsiella* dapat menyebabkan kerusakan jaringan disertai

abses bernanah. Jenis bakteri yang paling umum ditemukan pada ulkus diabetes adalah *Klebsiella pneumonia*. Bakteri ini tergolong patogen oportunistik Gram-negatif yang dapat menyebabkan berbagai kondisi serius, antara lain pneumonia berat, pielonefritis, dan berbagai sepsis, terutama pada individu yang mengalami gangguan sistem kekebalan tubuh.



Keterangan :

: Diteliti

: Tidak diteliti

Gambar 2.7 Kerangka Konsep

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian observasi dengan rancangan deskriptif yang bertujuan dalam mengidentifikasi bakteri *Klebsiella pneumonia* pada ulkus diabetikum pada penderita diabetes mellitus.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di Laboratorium Mikrobiologi Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar dan pengambilan sampel di beberapa lokasi, antara lain : RSUD Labuang Baji Sulawesi Selatan, Klinik Isam Cahaya Makassar dan Klinik Luka "ETN Center" Makassar.

2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan bulan Maret sampai dengan bulan April 2025.

C. Populasi, Sampel, Besar Sampel, Teknik Pengambilan Sampel

1. Populasi

Populasi penelitian ini yakni semua penderita Diabetes Mellitus Tipe 1 dan Tipe 2 dengan komplikasi ulkus diabetikum menjalani perawatan yaitu 10 sampel yang masing-masing 4 sampel di RSUD Labuang Baji Sulawesi Selatan, 3 sampel di Klinik Isam Cahaya Makassar dan 3 sampel di Klinik Luka "ETN Center" Makassar.

2. Sampel

Sampel penelitian ini yakni sampel jenuh atau semua populasi yaitu seluruh penderita diabetes mellitus Tipe 1 dan Tipe 2 dengan komplikasi ulkus diabetikum menjalani perawatan di RSUD Labuang Baji Sulawesi Selatan, Klinik Isam Cahaya Makassar dan Klinik Luka "ETN Center" Makassar.

3. Besaran Sampel

Besaran sampel penelitian ini berjumlah 10 sampel ditetapkan sesuai jumlah pasien aktif di lokasi penelitian dan sesuai kebutuhan yang tersedia di lapangan dengan mempertimbangkan keterbatasan calon peneliti ditinjau dari aspek waktu maupun biaya operasional penelitian.

4. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini memakai metode *total sampling*.

D. Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini yakni bakteri *Klebsiella pneumonia* pada penderita diabetes melitus dengan komplikasi ulkus diabetikum.

E. Definisi Operasional

1. Penderita Diabetes Mellitus Tipe 1 dan Tipe 2 dengan komplikasi ulkus diabetikum adalah individu yang secara klinis telah didiagnosis menderita DM, memiliki ulkus diabetikum, menjalani perawatan di rumah sakit atau klinik perawatan luka, serta bersedia

diambil sampel klinis dengan menandatangani lembar persetujuan (*informed consent*).

2. Isolasi adalah proses pengambilan bakteri dari lingkungan asalnya yaitu pada pus ulkus lalu ditumbuhkan pada media *Mac Conkey's agar* (MC) yang berisi nutrisi agar diperoleh pembiakan murni dari bakteri tersebut.
3. *Klebsiella pneumonia* yakni bakteri Gramnegatif dimana bisa menyebabkan infeksi pada luka, termasuk ulkus diabetikum yang diinokulasi ke media pertumbuhan *Mac Conkey's agar* (MC).
4. Pemeriksaan *Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry* (MALDI-TOF MS) merupakan metode spektrometri massa untuk mengidentifikasi mikroorganisme secara cepat dan akurat, yang dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar.

F. Instrumen Penelitian

1. Alat

Alat yang dipakai yaitu, pipet mikro, erlenmeyer, gelas ukur, batang pengaduk, sendok tanduk, neraca analitik, cawan petri, ose, inkubator, hot plate, Biosafety Cabinet (BSC), lemari pendingin, autoklaf, *coolbox*, Vitek MS dan alat tulis serta lembar persetujuan (*informed consent*).

2. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu sampel pus ulkus pasien DM, media penanaman sampel (media *Mac Conkey*), alkohol 70%, NaCl

fisiologis, aquadest, kertas pH, kain kasa steril, media swab Amies Collection & Transport dan label.

G. Prosedur Penelitian

Sebelum memulai penelitian, terlebih dahulu melakukan pengajuan surat izin penelitian kepada pihak Rumah Sakit dan Klinik Perawatan Luka yang menjadi lokasi pengambilan sampel.

1. Pra Analitik

a. Sterilisasi alat

Sterilisasi peralatan yang akan digunakan terdiri dari cawan petri, ose lingkar, batang pengaduk, erlenmeyer, gelas ukur dan sendok tanduk dilakukan dengan memakai autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Langkah ini penting menghilangkan mikroorganisme diman mungkin ada pada peralatan sehingga sampel media yang dihasilkan bersih dan bebas dari kontaminasi sebelum digunakan dalam proses kultur dan pengujian mikroba.

b. Pengambilan Sampel Ulkus Diabetikum

Langkah pertama menghilangkan kotoran dan eksudat kering menggunakan kain kasa dengan NaCl fisiologis. Kemudian kapas dari media dikeluarkan dari wadahnya, kemudian diusapkan ke dalam pus tanpa menyentuh tepi luka. Setelah itu, kapas dimasukkan pada media Amies lalu ditutup dengan rapat. Kemudian pada tabung Amies diberi identitas

berupa nama, jenis kelamin, dan tanggal lahir yang kemudian dimasukkan kedalam *cool/box* dan dibawa ke laboratorium untuk diuji.

2. Analitik

a. Pembuatan Media *MacConkey*

MC merupakan media selektif dan diferensial karena media ini hanya digunakan untuk bakteri Gram negatif. Konsentrasi bubuk MC 56,0 g/liter. Dibutuhkan 200 ml untuk membuat 11 plate MCA. Maka, $56,0 \text{ gr}/1000 \text{ ml} \times 200 \text{ ml} = 11,2 \text{ gr}$. Jadi ditimbang sebanyak 11,2 gram MC kemudian dimasukkan ke erlenmeyer dan dilarutkan dalam 200 ml aquadest. Selanjutnya dipanaskan menggunakan hot plate hingga larut dan homogen kemudian disterilisasi pada autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit. Setelah media steril kemudian dituang kedalam cawan petri sebanyak 15-20 ml. Media siap pakai dapat disimpan di suhu kamar.

b. Isolasi dan Purifikasi sampel ulkus pada Media *MacConkey* (MC)

Sampel swab ulkus diabetikum diinokulasikan pada media *MacConkey* dengan cara menggores pada permukaan media agar secara zig-zag untuk membentuk quadran streak, dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Kemudian mengamati pertumbuhan koloni dan perubahan warna pada media. Koloni yang tumbuh pada media MC selanjutnya

dipurifikasi ke media MC yang baru dengan teknik yang sama seperti proses inokulasi sebelumnya untuk menghasilkan isolat murni dari pertumbuhan bakteri yang diduga *Klebsiella pneumonia* dengan waktu 24 jam.

b. Identifikasi Bakteri menggunakan Vitek MS Metode MALDI-TOF MS

Hasil isolat ulkus diabetikum yang diperoleh kemudian dilanjutkan ke pemeriksaan menggunakan Vitek MS, yaitu dengan mengambil 1 koloni murni yang diduga *Klebsiella pneumonia* pada media MC menggunakan ose lingkaran yang steril. Tempelkan koloni tersebut di spot pada plate MALDI-TOF dan ratakan secara merata. Setelah itu, tambahkan 1 µl matriks ke setiap spot yang berisi sampel lalu biarkan matriks kering pada suhu ruang selama 1-2 menit hingga mengeras. Input data identitas pasien, ke dalam perangkat lunak Vitek MS. Kemudian masukkan plate MALDI-TOF yang sudah berisi sampel ke dalam chamber Vitek MS dan jalankan perangkat lunak serta pilih mode analisis yang sesuai. Lalu mulai proses pembacaan. Proses pembacaan dimulai dan hasil identifikasi akan ditampilkan dalam bentuk grafik spektrum massa. Grafik hasil yang keluar akan dicocokkan berdasarkan grafik database yang tersimpan pada alat. (Biomérieux, 2019).

3. Pasca analitik

a. Interpretasi hasil

Interpretasi hasil yang diperoleh yaitu pengamatan bakteri *Klebsiella pneumonia* dengan melihat pertumbuhan koloni pada media *MacConkey* (MC) dan grafik hasil dari alat Vitek MS.

b. Pemusnahan mikroorganisme yang tumbuh di media

Media dimana sudah digunakan akan disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Kemudian peralatan yang telah digunakan dicuci bersih dan diangin-anginkan hingga kering.

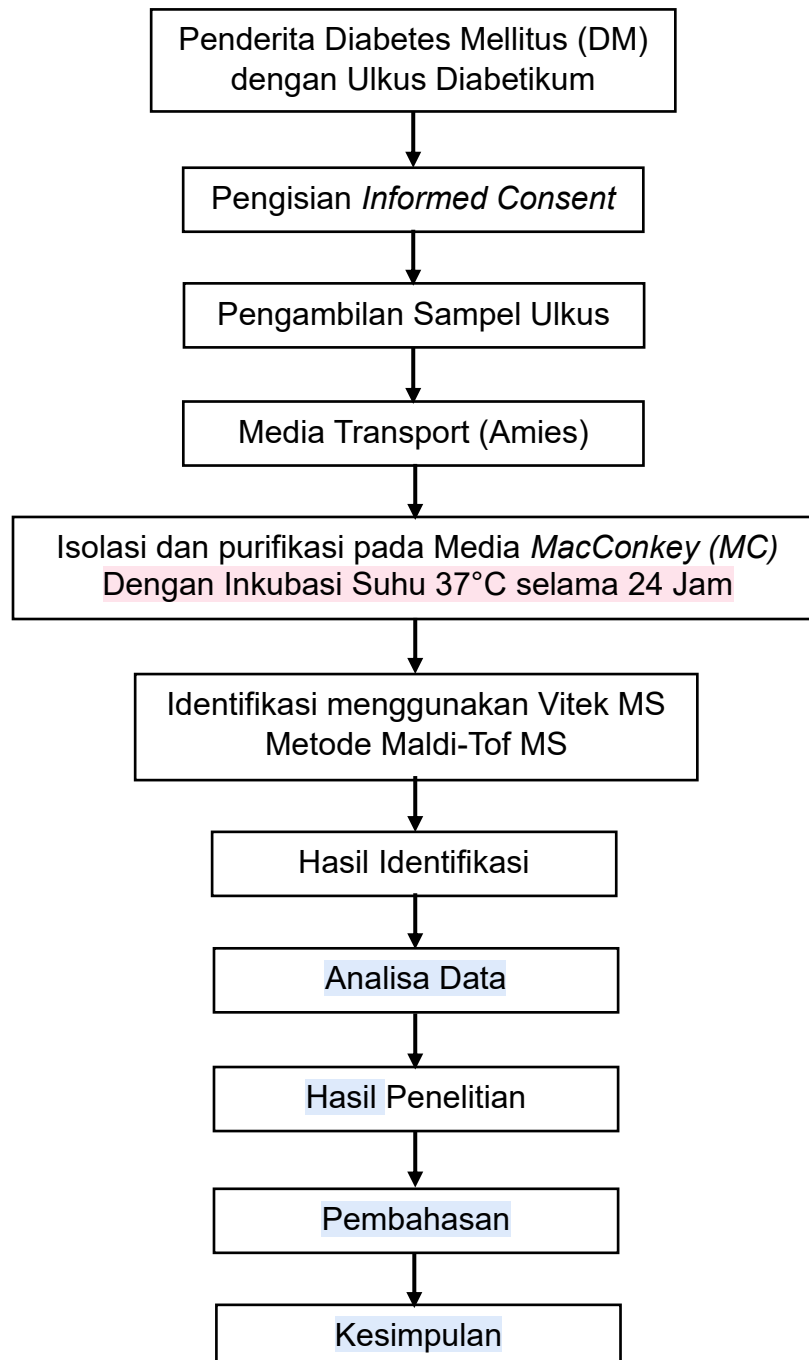
H. Pengumpulan Data

Data yang dipakai yakni data primer yang dihasilkan secara langsung dari proses isolasi sampel ulkus diabetikum, kemudian diidentifikasi sebagai bakteri *Klebsiella pneumonia*.

I. Analisis Data

Data dihasilkan pada penelitian ini dianalisis dengan cara deskriptif serta disajikan bentuk tabel kemudian di narasikan.

J. Kerangka Operasional



Gambar 3.1 Kerangka Operasional

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Penelitian deteksi bakteri *Klebsiella pneumonia* pada ulkus diabetikum pada penderita diabetes mellitus menggunakan Metode *Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry* (MALDI-TOF MS). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan April 2025 di Laboratorium Mikrobiologi Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar dan pengambilan sampel di RSUD Labuang Baji Sulawesi Selatan, Klinik Isam Cahaya Makassar dan Klinik Luka "ETN Center" Makassar sebanyak 10 sampel. Adapun hasil penelitian yang dimaksud sebagai berikut :

Tabel 4.1 Distribusi Sampel Ulkus Diabetikum Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Frekuensi	Persentase
Laki-laki	4	40%
Perempuan	6	60%
Total	10	100%

Sumber, Data Primer, 2025

Pada Tabel 4.1 Distribusi Sampel Ulkus Diabetikum Berdasarkan Jenis Kelamin, menunjukkan prevalensi ulkus pada penderita diabetes mellitus lebih tinggi pada Perempuan sebanyak 6 orang (60%) dibandingkan laki-laki yaitu 4 orang (40%).

Tabel 4.2 Hasil Isolasi Ulkus Diabetikum pada Media *MacConkey* dan Identifikasi menggunakan Metode MALDI-TOF MS

Kode Sampel	Hasil Isolasi	Hasil identifikasi (Metode MALDI-TOF MS)
01	Tidak berwarna, kecil, mengkilat, cembung, pinggiran rata	<i>Morganella morganii</i>
02	Merah muda, sedang, cembung menyerupai kubah	<i>Klebsiella pneumonia</i>
03	Keruh, sedang, cembung, pinggiran rata	<i>Proteus mirabilis</i>
04	Keruh, sedang, cembung, pinggiran rata	<i>Proteus mirabilis</i>
05	Merah muda, sedang, cembung menyerupai kubah	<i>Klebsiella pneumonia</i>
06	Merah muda, sedang, cembung menyerupai kubah	<i>Klebsiella pneumonia</i>
07	Tidak Tumbuh	-
08	Tidak Tumbuh	-
09	Keruh, sedang, cembung, pinggiran rata	<i>Proteus mirabilis</i>
10	Keruh, sedang, cembung, pinggiran rata	<i>Proteus mirabilis</i>

Sumber : Data Primer, 2025

Tabel 4.2 menunjukkan hasil isolasi pada media *MacConkey* dengan kode sampel 01 yaitu tidak berwarna, kecil, mengkilat, cembung, pinggiran rata. Berikutnya pada kode sampel 02,05 dan 06 yaitu merah muda, sedang, cembung menyerupai kubah. Selanjutnya pada kode sampel 03, 04, 09 dan 10 yaitu keruh, sedang, cembung dan pinggiranrata. Terakhir untuk kode sampel 07 dan 08 tidak terjadi pertumbuhan koloni bakteri. Adanya pertumbuhan dengan beberapa morfologi koloni pada media *MacConkey* tidak cukup dalam

mengidentifikasi bakteri, maka perlu dilakukan identifikasi lanjutan yaitu menggunakan MALDI-TOF MS.

Hasil identifikasi isolat bakteri menggunakan MALDI-TOF MS, menunjukkan bahwa *Klebsiella pneumonia* (30%) terdapat pada sampel 02, 05 dan 06. Selain itu, *Proteus mirabilis* (40%) pada sampel 03, 04, 09 dan 10. Selanjutnya *Morganella morganii* (10) pada sampel 01 dan pada sampel 07 dan 08 tidak diidentifikasi (20%) sebab tidak terjadi pertumbuhan koloni pada Media *MacConkey*.

B. Pembahasan

Diabetes merupakan penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia, atau peningkatan kadar gula darah di atas normal (Primadani & Safitri, 2021). Masalah kesehatan seperti serangan jantung, stroke, gagal ginjal, kerusakan saraf, amputasi anggota tubuh bagian bawah, dan kebutaan dapat timbul akibat hiperglikemia yang tidak terkontrol dalam tubuh. Akibatnya, diabetes melitus menimbulkan risiko besar bagi kesehatan masyarakat (Widyastuti et al., 2023).

Salah satu komplikasi yang umum terjadi pada penderita diabetes adalah luka pada bagian ekstremitas bawah, yang dikenal sebagai ulkus diabetikum. Kondisi ini merupakan kerusakan pada kulit atau infeksi yang dapat menyebar hingga ke jaringan yang lebih dalam, seperti otot, ligamen, dan tulang. Beberapa faktor yang memicu ulkus diabetikum antara lain gangguan pada pembuluh darah perifer, kerusakan saraf (neuropati), kurangnya perawatan kaki, durasi diabetes

yang lama, serta gaya hidup yang tidak sehat (Primadani & Safitri, 2021).

Infeksi pada ulkus sering kali memperlambat proses penyembuhan. Keberadaan nanah yang terus-menerus pada luka menunjukkan aktivitas bakteri di area luka, (Idris, 2020). Infeksi kemudian dimulai ketika bakteri masuk ke dalam tubuh dan kadar gula yang tinggi menciptakan lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan bakteri. Untuk itu, identifikasi bakteri merupakan langkah penting dalam diagnosis penyakit infeksi dan pengembangan strategi pengobatan yang efektif.

Hasil penelitian pada tabel 4.1 menunjukkan hasil prevalensi ulkus diabetikum penderita diabetes mellitus lebih tinggi pada jenis kelamin perempuan sebanyak 6 orang (60%) dibandingkan laki-laki sebanyak 4 orang (40%). Hal ini menunjukkan bahwa penderita ulkus diabetikum di RSUD Labuang Baji Sulawesi Selatan, Klinik Isam Cahaya Makassar dan Klinik Luka "ETN Center" Makassar lebih banyak perempuan dibandingkan dengan laki-laki. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Herdianawati ringgu, 2023) pasien ulkus diabetik di Rumah Sakit Pendidikan Universitas Hasanuddin lebih banyak perempuan dibandingkan dengan laki-laki yaitu laki-laki sebanyak 4 orang dengan persentase 40%, dan jumlah responden perempuan sebanyak 6 orang dengan persentase 60%. Berdasarkan jurnal (Detty et al., 2020) menjelaskan bahwa setiap orang

berisiko terkena diabetes melitus, namun wanita lebih mungkin terkena diabetes melitus dengan komplikasi ulkus diabetik daripada laki-laki.

Hal ini disebabkan wanita lebih jarang bergerak, tidak menghabiskan karbohidrat atau glukosa untuk aktivitas fisik, tidak berolahraga, dan memiliki komponen insulin yang meningkat selama kehamilan (IDF, 2021). Banyaknya penderita DM perempuan yang mengalami ulkus diabetik dikarenakan adanya perubahan hormonal pada perempuan yang memasuki masa menopause dimana produksi hormon estrogen mulai menurun sehingga terjadi penurunan elastisitas pembuluh darah yang menyebabkan terjadinya aterosklerosis, hipertensi, dan secara fisik lebih muda bagi perempuan untuk meningkatkan indeks massa tubuh (Febiola, R., & Wicaksana, A. Y, 2021).

Kejadian ulkus diabetikum ada pada siapa saja yang terkena diabetes melitus, dan hal tersebut dapat meningkatkan infeksi bakteri, sehingga memerlukan metode untuk menentukan bakteri spesifik yang menjadi penyebab infeksi. Prosedur untuk mendeteksi bakteri dalam sampel ulkus diabetikum dapat dilakukan dengan isolasi bakteri pada media pertumbuhan. Dalam penelitian ini, media pertumbuhan bakteri yang digunakan adalah *MacConkey*, yang diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

Hasil isolasi ulkus diabetikum menggunakan media *MacConkey* berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan dari 10 sampel hanya terdapat 8

sampel yang mengalami pertumbuhan koloni yaitu pada sampel 01, 02, 03 04, 05, 06 09 dan 10, sedangkan 2 sampel lainnya tidak menunjukkan adanya pertumbuhan sampel 07 dan 08. Media *MacConkey* merupakan media selektif dan diferensial yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram-positif dan mampu membedakan bakteri Gram-negatif berdasarkan kemampuan fermentasi laktosa (Ryan, 2020).

Tabel 4.2 menunjukkan hasil kultur pada kode sampel 02, 05, dan 06 berdasarkan cirinya terjadi perubahan warna indikator pH menjadi merah muda yang menandakan bahwa bakteri yang tumbuh mampu memfermentasi laktosa dan berbentuk cembung serta berukuran sedang sehingga memiliki kemiripan ciri-ciri bakteri *Klebsiella pneumonia*, ciri ini sesuai dengan karakteristik khas *Klebsiella pneumoniae*, yang merupakan bakteri Gram-negatif, fermentatif, dan kapsul-positif. Kapsul polisakarida menyebabkan koloni menjadi berlendir, dan kemampuan memfermentasi laktosa menghasilkan asam yang menurunkan pH media dan mengubah warna indikator menjadi merah muda serta kapsul memberi tekanan dari dalam sehingga koloni menonjol dan berbentuk cembung (Ranjbar & Farahani, 2022). Hasil ini sesuai dengan penelitian Nofri et al., 2022 didapatkan hasil pada media *MacConkey Klebsiella pneumoniae* memiliki ciri koloni bulat, cembung dan bewarna pink (Nofri et al., 2022).

Sedangkan yang tidak memfermentasi laktosa, spesies bakteri Gram-negatif akan tetap membentuk koloni, tetapi koloni akan tampak berwarna putih pucat dan buram karena tidak ada perubahan pH karena tidak terjadi fermentasi laktosa. Pada kode sampel 01, 03, 04, 09, dan 10 berdasarkan ciri koloninya menunjukkan warna putih keruh hingga buram (tidak berwarna) yang menunjukkan bahwa bakteri yang tumbuh tidak memfermentasi laktosa sehingga tidak memiliki kemiripan ciri-ciri dari bakteri *Klebsiella pneumonia*.

89 Selanjutnya sampel kode 07 dan 08 menunjukkan tidak
111 terjadinya pertumbuhan bakteri, sehingga dicurigai ditumbuhi bakteri
42 Gram-positif karena bakteri Gram-positif tidak akan membentuk koloni
apa pun pada media *MacConkey* sehingga tidak menunjukkan adanya
pertumbuhan koloni bakteri pada media *MacConkey*. Hal ini sejalan
dengan teori (Al-Tamimi et al., 2021) bahwa ada beberapa faktor yang
dapat mengakibatkan tidak terjadinya pertumbuhan bakteri, antara lain :
kesalahan teknik pengambilan atau transportasi sampel, adanya faktor
penghambat pertumbuhan dalam sampel dan sampel mengandung
bakteri Gram-positif atau anaerob yang tidak tumbuh di media
MacConkey.

Adanya dugaan pertumbuhan bakteri *Klebsiella pneumonia* pada 8 sampel ulkus diabetikum dengan berbagai morfologi koloni maka tidak sepenuhnya bisa dijadikan patokan untuk mendiagnosis infeksi, perlu dilakukan identifikasi lanjutan menggunakan teknik yang

sensitivitas dan spesifitas yang tinggi yaitu metode MALDI-TOF MS dengan menggunakan alat Vitek MS.

Hasil identifikasi bakteri dari isolasi ulkus diabetikum dengan metode MALDI-TOF MS berdasarkan Tabel 4.2, pada 8 sampel ada 3 sampel teridentifikasi bakteri *Klebsiella pneumonia* (37,5%) yaitu kode sampel 02, 05 dan 06. Selanjutnya 3 sampel teridentifikasi bakteri *Proteus mirabilis* (50%) yaitu kode sampel 03, 04, 09 dan 10. Kemudian 1 sampel teridentifikasi bakteri *Morganella morganii* (12,5%) yaitu kode sampel 01.

Hal ini sesuai pada penelitian yang dilakukan oleh Qona'ah et.,al (2024) bahwa, dari 39 pasien Diabetes Mellitus (DM) yang diteliti, 29 pasien (74,4%) positif mengalami infeksi bakteri. Infeksi paling banyak bakteri Gram-negatif, 72,41% (21 dari 29 pasien), sedangkan infeksi Gram-positif 27,59% (8 dari 29 pasien). Di antara bakteri Gram-negatif, spesies yang dominan meliputi *Escherichia coli* (ESBL) 13,79% (4 dari 29 pasien), *Klebsiella pneumoniae* 10,35% (3 dari 29 pasien), dan *Proteus mirabilis* 10,35% (3 dari 29 pasien (Qona`ah et al., 2024).

Penelitian Pinem & Roslina, (2020) juga mengatakan diperoleh hasil bakteri Gram-negatif lebih banyak 72,8% daripada bakteri Gram-positif 27,2%. Bakteri Gram-negatif yang paling banyak diidentifikasi yaitu *Klebsiella sp* 43,75% (7 bakteri) dan *Proteus sp* 37,5% (6 bakteri), sedangkan bakteri Gram-positif yang paling banyak diidentifikasi yaitu *Staphylococcus aureus* 27,2% (6 bakteri).

Klebsiella pneumonia merupakan bakteri pathogen yang memiliki kemampuan untuk bertahan hidup di dalam luka dengan membentuk lapisan komunitas mikroba ekstraseluler yang melindungi diri sendiri. Ketika penderita diabetes dengan kadar gula darah meningkat disaat yang sama terjadi luka maka luka yang dibiarkan terbuka, *Klebsiella pneumonia* akan melekat pada jaringan luka menggunakan fimbriae dan adhesin kemudian terjadi edema, kemerahan, nyeri, dan eksudat luka (sering purulen) hingga terjadi ulkus diabetikum. Produksi faktor virulensi kapsul polisakarida pada *Klebsiella pneumonia* menyebabkan infeksi lebih parah dan bakteri lebih resisten terhadap antibiotik (Dendy *et al.*, 2020).

39 Sistem pencernaan, kulit, dan mulut sering menjadi tempat berkembang biaknya *Klebsiella pneumonia*. Meskipun demikian, tanah adalah tempat asalnya. Bakteri ini sering menyerang mereka yang memiliki sistem kekebalan tubuh yang lemah, termasuk penderita diabetes, pecandu alkohol, dan penderita penyakit paru-paru jangka panjang (Rahman & Prihartini, 2022).

Pada media *MacConkey* morfologi koloni *Klebsiella pneumonia* merah muda, sedang, dan cembung menyerupai kubah. Perubahan warna koloni menjadi merah muda menunjukkan bahwa bakteri ini mampu memfermentasi laktosa, maka selanjutnya dilakukan identifikasi metode MALDI-TOF MS, dengan melakukan pemilihan satu koloni murni pada media *MecConkey* yang di isolat dari sampel ulkus

diabetikum dan ternyata menunjukkan hasil bakteri *Klebsiella pneumonia* yang sesuai dengan ciri-ciri pertumbuhannya.

84 Dalam identifikasi spesies bakteri untuk melihat reaksi metabolisme dari suatu spesies, seharusnya juga dilakukan dengan serangkaian uji biokimia IMViC (Indole, Methyl Red-Voges Proskauer dan Citrate). Namun, identifikasi dengan metode konvensional seperti ini membutuhkan waktu yang cukup lama. maka proses identifikasi bakteri dilakukan dengan metode MALDI-TOF MS dengan proses pengerjaan dan preparasi sampel yang tidak membutuhkan waktu yang lama. Sehingga penerapan metode MALDI-TOF MS dalam identifikasi suatu spesies bakteri sangat dibutuhkan untuk kecepatan dan keakuratan karena alat ini mempunyai sensitivitas dan spesifitas yang tinggi.

Pemilihan koloni yang tumbuh pada media sangat berpengaruh pada keakuratan hasil identifikasi bakteri dengan teknologi MALDI-TOF MS sebab setiap spesies bakteri memiliki pola spektrum protein (fingerprint) yang khas dan hanya koloni tunggal dan morfologi khas yang menghasilkan profil protein konsisten dengan data referensi di database MALDI-TOF.

126 9 Selanjutnya berdasarkan tabel 4.2, *Proteus mirabilis* juga teridentifikasi pada sampel 03, 04, 09 dan 10. *Proteus mirabilis* termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae* yang merupakan bakteri aerob, bakteri ini termasuk bakteri patogen dan salah satu agen

infeksi yang paling banyak ditemukan pada komplikasi kronis penderita diabetes mellitus yang umumnya terjadi di ekstremitas bawah (kaki). Bakteri ini bersifat opportunistic pathogen, artinya menyerang ketika pertahanan tubuh lemah, sehingga mudah menginfeksi luka yang terbuka, memproduksi enzim seperti protease dan urease yang memperburuk jaringan, membentuk biofilm yang membuat infeksi kronis dan sulit sembuh dan menyebabkan bau tidak sedap pada luka karena produksi senyawa amonia (Mahdani Wilda., *et al*, 2024).

Pada media *MacConkey* tampak morfologi koloni cembung, sedang, pinggiran rata, dan keruh. Maka selanjutnya dilakukan identifikasi metode MALDI-TOF MS, dengan melakukan pemilihan satu koloni murni pada media *MecConkey* yang di isolat dari sampel ulkus diabetikum dan ternyata spektrum yang dihasilkan pada alat Vitek MS ini mengidentifikasi spesies *Proteus mirabilis*. Meskipun berdasarkan ciri pada media pertumbuhan tidak menunjukkan adanya perubahan warna menjadi merah muda, namun *Proteus mirabilis* ternyata mampu memfermentasi laktosa, (Sulastri , 2022).

Selain itu *Morganella morganii* juga teridentifikasi berdasarkan tabel 4.2. *Morganella morganii* merupakan bakteri opportunistik, artinya memanfaatkan kondisi luka terbuka dan sistem imun lemah untuk berkembang. Bakteri ini menginfeksi melalui luka terbuka, sering kali akibat trauma ringan atau tekanan yang dialami pada penderita diabetes mellitus dengan komplikasi ulkus diabetikum terutama pada

neuropati diabetic (kerusakan saraf), selain itu mampu membentuk biofilm, yaitu lapisan komunitas bakteri yang terbungkus matriks polisakarida pelindung sehingga membuat infeksi kronik dan sulit disembuhkan (Liu, J. *et al*, 2022).

Morfologi koloni yang tampak pada media *MecConkey* adalah tidak berwarna, kecil, mengkilat, cembung, dan pinggiran rata. Ciri ini menunjukkan bahwa bakteri yang tumbuh lemah atau lambat dalam memfermentasi laktosa meskipun terjadi fermentasi laktosa. Adanya pertumbuhan koloni pada media *MecConkey* maka dilanjutkan dengan identifikasi menggunakan MALDI-TOF MS dan ternyata menghasilkan spektrum grafik dan mengidentifikasi bakteri sebagai *Morganella morganii*. Maka Metode ini menunjukkan bahwa identifikasi menggunakan MALDI-TOF MS betul memiliki ketepatan dan keakuratan yang baik dalam penelitian ini.

Selain dari keakuratan dan ketepatan pada identifikasi bakteri metode MALDI-TOF MS, bakteri yang teridentifikasi pada responden terdapat berbagai spesies bakteri patogen pada masing-masing responden ulkus diabetikum bisa disebabkan oleh berbagai faktor, menurut Ayu *et al.*, (2022) ada beberapa faktor yaitu faktor respons imun seseorang, pola pemakaian antibiotik, dan kontaminan dari lingkungan serta adanya faktor lingkungan mikrobiologi pada kulit akibat terjadinya peningkatan konsentrasi glukosa pada keringat (Ayu., *et al.*, 2022). Adanya faktor pola pemakaian antibiotik khususnya dalam

penanganan perawatan luka ulkus diabetikum, tenaga medis hendaknya memberikan antibiotik kepada pasien berdasarkan hasil kultur bakteri dan uji sensitivitas, dengan mempertimbangkan derajat infeksi ulkus diabetikum dan perlunya pengendalian penggunaan antibiotik di rumah sakit maupun di pelayanan kesehatan lainnya.

Pada penelitian ini, proses identifikasi bakteri menggunakan alat Vitek MS yang menerapkan metode MALDI-TOF MS merupakan teknik modern untuk mengidentifikasi mikroorganisme dalam sampel klinis dengan lebih cepat dan akurat. Isolat yang tumbuh pada media *MecConkey* dapat diketahui spesiesnya dengan menggunakan teknik ini karena memiliki sensitivitas dan spesifitas yang tinggi serta proses identifikasi yang membutuhkan waktu yang bervariasi tergantung dari banyaknya jumlah koloni yang diletakkan pada spot plate yang akan diidentifikasi.

Metode ini menggunakan isolat murni dari hasil kultur mikroorganisme bukan dari sampel pemeriksaan secara langsung sehingga menjadi salahsatu kekurangan dari metode ini. Kekurangan lainnya dalam penelitian ini yaitu keberadaan mikroorganisme yang tidak dapat diidentifikasi oleh sistem database Vitek MS yang digunakan dan biaya yang terkait dengan penggunaan peralatan dan reagen Vitek MS yang relatif mahal sehingga menjadi hambatan dalam penggunaan rutin alat ini di laboratorium dengan anggaran terbatas

atau dalam konteks penelitian yang memerlukan analisis dalam skala besar.

Metode identifikasi ini masih perlu dilakukan kombinasi metode lain seperti teknik molekuler yang cukup dengan menggunakan sampel pemeriksaan secara langsung, tidak dengan melakukan isolasi bakteri pada media pertumbuhan yang berpotensi meningkatkan akurasi diagnosis infeksi bakteri dengan memberikan pendekatan diagnostik yang lebih menyeluruh dan dalam identifikasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebanyak 10 sampel ulkus diabetikum pada penderita diabetes mellitus metode MALDI-TOF MS didapatkan *Klebsiella pneumoniae* (30%), *Proteus mirabilis* (40%), *Morganella morganii* (10%), dan tidak menunjukkan pertumbuhan koloni (20%).

B. Saran

1. Bagi peneliti selanjutnya perlu dilakukan penelitian dengan jumlah sampel lebih banyak, jenis bakteri lebih beragam dan dilanjutkan uji sensitivitas antibiotik agar dapat mengetahui efektifitas suatu antibiotik dalam membunuh suatu bakteri dengan mengembangkan metode identifikasi yang lebih sensitif dan spesifik dengan mengintegrasikan metode ke pemeriksaan berbasis molekuler.
2. Penggunaan metode identifikasi cepat seperti MALDI-TOF sebaiknya diterapkan secara rutin pada penderita DM yang dicurigai mengalami infeksi, agar terapi antimikroba dapat segera diberikan sebelum infeksi menyebar atau menjadi kronis
3. Laboratorium di rumah sakit maupun pelayanan kesehatan lainnya, khususnya yang menangani penderita DM komplikasi ulkus diabetikum sebaiknya melengkapi fasilitas dengan MALDI-

TOF MS guna mempercepat proses identifikasi patogen, terutama dalam kasus infeksi yang berulang atau sulit diobati.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Tamimi, M., Al-Mayah, A., & Al-Awadi, S. (2021). Factors influencing bacterial culture results in clinical microbiology: A review. *Journal of Infection and Public Health*, 14(5), 627–632.
- Anugerah Angger. 2020. Buku Ajar : Diabetes dan Komplikasinya. Guepedia. Bojonegoro.
- Ayu NMD, Supono, Rahmawati I. (2022). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Ulkus Kaki Diabetik Pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2. *J Keperawatan dan Kesehat Masy STIKES Cendekia Utama Kudus*. 2022;11(2):117–25.
- Biomerieux. (2019). *Vitek MS Software*. 63(5), 573–578.
- Damayanti, E. (2022). Isolasi Antimikroba Baru Dari Bakteri Tanah. *Braz Dent J.*, 33(1), 1–12.
- Decroli Eva. (2019). Diabetes Melitus Tipe 2 (K. Alexander, E. P. Yanne, D. Prima Garri, & R. Afdol (ed.); Edisi Pert). ©2019 Pusat Penerbitan Bagian Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.
- Dendy, D., Nasrul, E., & Alia, E. (2020). Identifikasi Bakteri Gram Negatif Dan Uji Sensitivitas Antibiotik Ulkus Kaki Diabetes Di Rsup Dr. M. Djamil Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 8(4).
- Dewa, I., Eka, A., Astutisari, C., Yulianti Darmi, A. A. A., Ayu, I., & Wulandari, P. (2022). The Correlation Between Physical Activity and Blood Sugar Level in
- Dinas Kesehatan, S. S. (2021). Profil Kesehatan 2021 Provinsi Sulawesi Selatan. *Sik*, 1–333.
- Elbehiry, A., Aldubaib, M., Abalkhail A., Marzouk, E., ALbeloushi, A., Moussa, I., Ibrahim, M., Albazie, H., Alqarni, A., Anagreyah, S., Alghamdi, S., Rawway, M. (2022). How MALDI-TOF Mass Spectrometry Technology Contributes to Microbial Infection Control in Healthcare Settings. *MDPI Vaccines*, 8;10(11):1881.
- Emam, S. M., Abdelrahman, S., Hasan, A. A., & El- Melouk, M. S. (2023). Klebsiella Hypervirulent Pneumoniae At Benha University Hospitals. *The Egyptian Journal Of Hospital Medicine*, 90(2).
- Fauzish Rezki. (2019). Identifikasi Klebsiella sp Pada Es Campur Yang Dijual Di Jalan William Iskandar Medan. KTI. Jurusan Anaslis Kesehatan. Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan. Medan.
- Fitriani, F. (2020). "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Ulkus Diabetik pada Pasien Diabetes Mellitus di RSUD Umu Rara Meha Waingapu." *Critical Medical and Surgical Nursing Journal*, 8(2), 123-

130.

Febiola, R., & Wicaksana, A. Y. (2021). *Identifikasi Bakteri Patogen Dengan Hasil Uji Kultur Pada Kasus Ulkus Diabetik Di Rsud Kota Yogyakarta*.

Harahap M, Anjelli SK, Sinaga WAM, Alward R, Manawan JFW, Husein AM. (2022). Classification of diabetic foot ulcer using convolutional neural network (CNN) in diabetic patients. *J Infotel*, 14(3):196–202

Herdianawati ringgu. (2023). Identifikasi Bakteri Pada Pasien Ulkus Diabetik Dan Uji Kepekaan Antibiotik. In *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam: Vol. VIII* (Issue I).

Hleba, L., Hlebová, M., Kováčik, A., Čuboň, J., & Medo, J. (2021). Carbapenemase producing klebsiella pneumoniae (Kpc): What is the best maldi-tof ms detection method. *Antibiotics*, 10(12).

Huo TY, Chiang-Ni C, Teng SH. (2019). "Current Status of MALDI-TOF Mass Spectrometry in Clinical Microbiology. *Journal of Food and Drug Analysis*; 27: 404-414.

Idris, I., Palisoa, Z., & Ernawati, A. (2020). Pola Resistensi Bakteri Pada Ulkus Diabetik. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Di Era Pandemi COVID-19*, 1, 140–143.

International Diabetes Federation. (2021). IDF Diabetes Atlas. In *Diabetes Research and Clinical Practice* (Vol. 102, Issue 2).

Ismail, R. (2023). *Mikrobiologi Kesehatan*. Buku Ajar Universitas Indonesia

Jaya, Herman (2023). Isolasi dan Identifikasi Jenis Bakteri Pada Ulkus Diabetikus. Skripsi. Universitas Perintis Indonesia.

Jeffcoate, W. J., et al. (2022). *Wound Healing and the Pathogenesis of Diabetic Foot Ulcers*. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 38(1), e3450.

Jeremy D. Darling, John C. McCallum, Peter A. Soden, Raul J. Guzman, Mark C. Wyers, Allen D. Hamdan, Hence J. Verhagen and MLS. (2017). Predictive Ability of the SVS Wifl Classification System following Firsttime Lower Extremity Revascularizations. (2017); Available from:

Kartika RW. (2017). Pengelolaan Gangren Kaki Diabetik. *Continuing Medical Education: Jakarta. Contin Med Educ*;44(1):18–22.

Liu, J. et al. (2022). *Pathogenic mechanisms and clinical characteristics of Morganella morganii in chronic wound infections*

Loura P, Susanti R. 2023. Kepatuhan Minum Obat Antidiabetika Oral

Pasien Ulkus Diabetikum Rawat Jalan di Klinik X Kota Pontianak Menggunakan Metode Kuantitatif. 2023(1):166–73.

Lestari, Zulkarnain & Sijid, S. A. (2021). Diabetes Melitus: Review Etiologi, Patofisiologi, Gejala, Penyebab, Cara Pemeriksaan, Cara Pengobatan dan Cara Pencegahan. UIN Alauddin Makassar 237–241 (2021).

Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., & Stahl, D. A. (2021). *Brock Biology of Microorganism*.

Mahdani Wilda., et al. (2024). *Proteus mirabilis* Dari Spesimen Luka Diabetik Di RSUD dr. Zainoel Abidin Banda Aceh. SEL Jurnal Penelitian Kesehatan Vol. 14 No.1, Juni 2024, 1-13

Majid, A., Ajizah, A., & Amintarti, S. (2020). Panduan Mikrobiologi Umum. *Mikrobiologi Umum*, 1–41.

Marbun, R., et al. (2022). "Analisis Karakteristik Luka Diabetes Mellitus pada Pasien DM Tipe 2 di RSUD dr. Pirngadi Medan." *Jurnal Kesehatan Terpadu*, 8(1), 45-52

Mita Zuliana, N., Sulianti, S., & Endarini, L. H. (2023). Identifikasi Bakteri pada Luka Ulkus Pasien Diabetes Mellitus. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 18(2), 205–211.

Monteiro-Soares M, Russell D, Boyko EJ, Jeffcoate W, Mills JL, Morbach S, et al. (2020). Guidelines on the classification of diabetic foot ulcers (IWGDF 2019). *Diabetes Metab Res Rev*. 2020;36(S1):1–8.

Najmah, Ridwan, A., Idayanti, T., Emelda, Setianingtyas, N. M. S. D. D., Putra, S. P., Krihariyani, D., Aini, & Parisihni, K. (2024). Pengantar Mikrobiologi. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.

Nofri Eka Yuliandi, Apriani, & Ariska Verri Marantika. (2022). Identifikasi Cemaran Bakteri Escherichia Coli Pada Ayam Broiler Di Pasar Pos Duri Jakarta Barat. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan Indonesia*, 2(2).

Novelni, R. (2019). Identifikasi dan Uji Resistensi Bakteri pada Pasien Ulkus Diabetikum di Bangsal Interne RSUP Dr. M. Djamil Padang. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 8(2), 67–74.

Nuari, N. (2017). *Strategi Manajemen Edukasi Pasien Diabetes Mellitus* (1st ed.). CV Budi Utama.

Pinem, D. R. A., & Roslina, A. (2020). Pola Bakteri Pada Ulkus Penderita Diabetes Melitus dan Uji Kepekaan Terhadap Antibiotik Ceftriaxone dan Cotrimoxazole di Rumah Sakit Murni Teguh Medan. 4(4), 138–141.

- Perkeni. 2019. *Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia*, PERKENI, Jakarta:13.
- Permana, I. D., & Adi, M. S. (2022). *"Patofisiologi dan Penatalaksanaan Ulkus Diabetikum di Fasilitas Kesehatan Primer."* *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 14(1), 55-64
- Pertiwi K, M., Wulandari, K. K., Rodja, H. A., Urjiyah, U. G., Fibriani, E., & Putri, F. A. (2021). Teknik Diagnostik Konvensional Dan Lanjutan Untuk Infeksi Bakteri Dan Resistensi Antibakteri Di Indonesia. *Jurnal Widya Biologi*, 12(02), 98–116.
- Prasetya, S. N. A. A. O. Y. A. (2024). Deteksi Gen Nuc Pada Bakteri *Staphylococcus aureus* Dari Pasien Ulkus Diabetikum dan Pola Sensitivitasnya. 2024, VOL 3(Dm).
- Primadani, A. F., & Safitri, D. N. P. (2021). Proses Penyembuhan Luka Kaki Diabetik Dengan Perawatan Luka Metode Moist Wound Healing. *Ners Muda*, 2(1), 9.
- Priyanto, D. (2022). *Dasar-Dasar Mikrobiologi dan Molekuler*. Yogyakarta.
- Qona`ah, I., Sundari, A. S., Wahyuni, R., & Indriati, D. W. (2024). Bacterial Profile and Antibiotic Susceptibility Test Among Diabetes Mellitus Patients With Gangrene in Surabaya. *Journal of Vocational Health Studies*, 7(3), 151–160.
- Rahman, I. W., & Prihartini, A. (2022). Uji Antibiotik Pertumbuhan Pneumonia Penderita Sensitivitas Terhadap *Klebsiella* Dari Infeksi Sputum Saluran Pernapasan Bawah. *J-Hest Journal Of Health Education Economics Science Technology, And* 3(2).
- Ranjbar, R., & Farahani, A. (2022). *Klebsiella pneumoniae*: Molecular characteristics, virulence factors, and antimicrobial resistance. *Infectious Disorders - Drug Targets*, 22(1), 36–45.
- Reddy, S., Durai Singh, C., Kumar, S., & Muthusamy, R. (2024). Prevalence and Antibiotic Resistance of *Klebsiella pneumoniae* in Diabetic Foot Ulcer. *Cureus*, 16(8).
- Ryan, K. J., & Ray, C. G. (2020). *Sherris Medical Microbiology* (7th ed.). New York: McGraw-Hill Education
- Saputra MKF, Masdarwati M, Lala NN, Tondok SB, Pannyiwi R. 2023. Analysis of the Occurrence of Diabetic Wounds in People with Diabetes Mellitus. *JlIm Kesehat Sandi Husada*. 2023;12(1):143–9.
- Schaper, C., van Netten, J. J., Apelqvist, J., Bus, S. A., Fitridge, R., Game, F., & Monteiro-Soares, M. (2023). *AUTHORS Nicolaas IWGDF Practical Guidelines IWGDF Guidelines IWGDF Practical Guidelines IWGDF Guidelines*.

- Shah P, Inturi R, Anne D, Jadhav D, Viswambharan V, Khadilkar R. (2022). Wagner's Classification as a Tool for Treating Diabetic Foot Ulcers: Our Observations at a Suburban Teaching Hospital. *Cureus*;14(1):1–11
- Soelistijo, S.A., & dkk. (2021). Pedoman Pengolahan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021. In Global Initiative fir Ashma. PB. Perkeni.
- Tony I. Oliver MM. 2022. Ulkus kaki diabetik. 2022;
- Wang X, Yuan C-X, Xu B, Yu Z. 2022. Diabetic foot ulcers: Classification, risk factors and management. *World J Diabetes*
- Wyres, K. L., & Holt, K. E. (2022). *Klebsiella pneumoniae* as a key trafficker of drug resistance genes from environmental to clinically important bacteria. *Current Opinion in Microbiology*, 65, 104–113. [DOI: 10.1016/j.mib.2021.10.001]
- Widyastuti, Wa Ode Sri Asnaniar, & Ernasari. (2023). Tingkat Pengetahuan Pasien Diabetes Melitus pada Pencegahan Luka Kaki Diabetes. *Window of Nursing Journal*, 4(1), 1–8.
- Wiley, J. M., Sherwood, L., & Woolverton, C. J. (2022). *Microbiology*.
- Wulandari, D., & Asih, I. J. (2019). Uji Aktivitas Ekstrak (Peperomia Daun Antibakteri Suruhan Pellucida L. Kunth) Terhadap Klebsiella Pneumoniae. *Jurnal Farmasi Indonesia*,15(1).
- Yulyastuti, Dyah Ayu; Maretnawati E dkk. (2021). Pencegahan dan Perawatan Ulkus Diabetikum. Strada Press.

LAMPIRAN

Lampiran 1 *Informed Consent*

LEMBAR PERSETUJUAN (INFORMED CONSENT)

Judul Penelitian : Deteksi Bakteri *Klebsiella pneumonia* pada Ulkus Diabetikum pada Penderita Diabetes Melitus Metode MALDI-TOF

Peneliti : Ramlah

Tujuan Penelitian : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bakteri *Klebsiella pneumoniae* pada sampel ulkus diabetikum pada penderita diabetes mellitus memakai metode Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS).

Risiko : Risiko potensial yang melibatkan rasa ketidaknyamanan saat proses pengambilan sampel

Kerahasiaan dan Keamanan Data:

Informasi pribadi akan disimpan secara rahasia. Data akan diidentifikasi dengan kode, dan hanya peneliti yang akan memiliki akses ke data.

Cara Pengambilan Sampel:

Kain kasa dengan NaCl fisiologis digunakan untuk membersihkan kotoran dan eksudat kering pada ulkus. Kemudian kapas dari media dikeluarkan dari wadahnya, lalu diusapkan ke area pus tanpa menyentuh tepi luka. Setelah itu, kapas dimasukkan pada media *Amies* lalu ditutup dengan rapat, kemudian diberi identitas berupa nama, jenis kelamin, dan tanggal lahir selanjutnya dimasukkan kedalam coolbox untuk dibawa ke laboratorium untuk diuji.

Keuntungan:

Responden dapat memperoleh hasil pemeriksaan secara gratis.

Partisipasi Sukarela:

Partisipasi yang sepenuhnya sukarela dan bebas menolak berpartisipasi dari penelitian kapan saja tanpa konsekuensi negatif.

Pemahaman dan Pernyataan:

Saya telah membaca formulir ini dan memahami tujuan penelitian. Saya telah diberikan kesempatan untuk bertanya, dan semua pertanyaan saya telah dijawab.

Tanda Persetujuan:

Dengan memberikan tanda tangan dibawah ini, saya menyatakan setuju untuk ikut berpartisipasi dalam penelitian ini.

Makassar, 06 - Maret - 2025

Partisipan,


(..... Hanok.....)

Lampiran 22 Sertifikat Kode Etik Penelitian



KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN

POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES MAKASSAR

Jalan Wijaya Kusuma Raya No. 46, Rappoccini, Makassar

E-mail: kepkipolkesmas@poltekkes-mks.ac.id



KETERANGAN LAYAK ETIK DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION "ETHICAL EXEMPTION" No.: 0201/M/KEPK-PTKMS/II/2025

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
The research protocol proposed by

Peneliti Utama : **Ramlah**
Principal in Investigator

Nama Institusi : **Prodi DIV Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar**
Name of the Institution

Dengan Judul:
Title

"Deteksi bakteri klebsiella pneumonia pada ulkus diabetikum pada penderita diabetes mellitus metode MALDI-TOF"

"Detection of klebsiella pneumonia bacteria in diabetic ulcers in diabetes mellitus sufferers MALDI-TOF method"

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

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

Pernyataan Layak Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 21 Februari 2025 sampai dengan tanggal 21 Februari 2026.

Declaration of ethics applies during the period February 21, 2025 until February 21, 2026.



February 21, 2025
Professor and Chairperson,

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



Lampiran 3 Surat Izin Penelitian



Kementerian Kesehatan
Direktorat Jenderal
Sumber Daya Manusia Kesehatan
Politeknik Kesehatan Makassar
Jalan Wijaya Kusuma Raya No. 46 Banta-Bantaeng
Makassar, Sulawesi Selatan 90222
(021) 84978693
<https://portal.poltekkes-mks.ac.id>

5 Maret 2025

Nomor : PP.08.02/F.XII.11.6/ 136 /2025
Lampiran : -
Perihal : Surat Izin Penelitian

Kepada Yth
Kepala Dinas Penanaman Modal dan PTSP Prov Sulsel
Di,-
Makassar

Sehubungan dengan penyelesaian semester akhir untuk Penyusunan Skripsi, maka Mahasiswi kami ingin melakukan Penelitian sebagai salah satu persyaratan dalam mengikuti Ujian Akhir Program Prodi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Makassar, maka mohon kesediaan Bapak/Ibu kiranya Mahasiswi kami di bawah ini :

Nama : Ramlah
NIM : PO.71.4.203.23.2.035
Alamat : Komp. Delta Bumi Sudiang C22
Judul Penelitian : "Deteksi Bakteri Klebsiella pneumonia pada Ulkus Diabetikum pada Penderita Diabetes Mellitus Metode MALDI-TOF"

Agar kiranya dapat diberikan izin untuk melakukan RSUD Labuang Baji Makassar di Pengambilan Sampel. Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih


Ketua Jurusan,

Y. Ratumanan S.Si., M.Si
NIP. 19641231 198603 1 032

Tembusan :
Kepada Yth.
1. Yang Bersangkutan
2. Arsip



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 : **5307/S.01/PTSP/2025** Kepada Yth.
Lampiran : - Direktur RSUD Labuang Baji
Perihal : Izin penelitian Makassar

di-
Tempat

Berdasarkan surat Ketua Jur. Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Makassar Nomor : PP.08.02/F.XII.11.6/136/2025 tanggal 05 Maret 2025 perihal tersebut diatas, mahasiswa/peneliti dibawah ini:

N a m a : **RAMLAH**
Nomor Pokok : **PO714203232035**
Program Studi : **Teknologi Laboratorium Medis**
Pekerjaan/Lembaga : **Mahasiswa (D4)**
Alamat : **Jl. Wijaya Kusuma Raya No. 46 Banta-Bantaeng, Makassar**
PROVINSI SULAWESI SELATAN

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

" DETEKSI BAKTERI Klebsiella pneumonia PADA ULKUS DIABETIKUM PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS METODE MALDI-TOF "

Yang akan dilaksanakan dari : Tgl. **06 Maret s/d 06 April 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 06 Maret 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. Ketua Jur. Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Makassar di Makassar;
2. *Pertinggal.*

**Kementerian Kesehatan
Poltekkes Makassar**

Jalan Wijaya Kusuma Raya No. 46 Banta-Bantaeng
Makassar, Sulawesi Selatan, 90222
☎ 08115566606
🌐 <https://portal.poltekkes-mks.ac.id/>

5 Maret 2025

Nomor : PP.08.02/F.XX.11.6/ 130 /2025
Lampiran : -
Perihal : Surat Izin Penelitian

Kepada Yth
Direktur Rumah Perawatan ETN CENTRE Indonesia
Di,-
Makassar

Sehubungan dengan penyelesaian semester akhir untuk Penyusunan Skripsi, maka Mahasiswi kami ingin melakukan Penelitian sebagai salah satu persyaratan dalam mengikuti Ujian Akhir Program Prodi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Makassar, maka mohon kesediaan Bapak/Ibu kiranya Mahasiswi kami di bawah ini :

Nama : Ramlah
NIM : PO.71.4.203.23.2.035
Alamat : Komp. Delta Bumi Sudiang C22
Judul Penelitian : "Deteksi Bakteri Klebsiella pneumoniae pada Ulkus Diabetikum pada Penderita Diabetes Mellitus Metode MALDI-TOF"

Agar kiranya dapat diberikan izin untuk melakukan Pengambilan Sampel di Rumah Perawatan ETN CENTRE Indonesia. Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih

Ketua Jurusan,

Rahman S.Si.,M.Si
NIP. 19641231 198603 1 032

Tembusan :
Kepada Yth.
1. Yang Bersangkutan
2. Arsip

**Kementerian Kesehatan
Poltekkes Makassar**

Jalan Wijaya Kusuma Raya No. 46 Banta-Bantaeng
Makassar, Sulawesi Selatan, 90222
08115566606
<https://portal.poltekkes-mks.ac.id/>

5 Maret 2025

Nomor : PP.08.02/F.XX.11.6/ 130 /2025
Lampiran : -
Perihal : Surat Izin Penelitian

**Kepada Yth
Direktur Klinik Isam Cahaya Makassar
Di,-
Makassar**

Sehubungan dengan penyelesaian semester akhir untuk Penyusunan Skripsi, maka Mahasiswi kami ingin melakukan Penelitian sebagai salah satu persyaratan dalam mengikuti Ujian Akhir Program Prodi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Makassar, maka mohon kesediaan Bapak/Ibu kiranya Mahasiswi kami di bawah ini :

Nama : Ramlah
NIM : PO.71.4.203.23.2.035
Alamat : Komp. Delta Bumi Sudiang C22
Judul Penelitian : "Deteksi Bakteri Klebsiella pneumonia pada Ulkus Diabetikum pada Penderita Diabetes Mellitus Metode MALDI-TOF"

Agar kiranya dapat diberikan izin untuk melakukan Pengambilan Sampel di Klinik Isam Cahaya Makassar. Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih

Ketua Jurusan,

Rahman S.Si.,M.Si
NIP. 19641231 198603 1 032

Tembusan :

Kepada Yth.

1. Yang Bersangkutan
2. Arsip

Lampiran 4 Hasil Penelitian



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

LAPORAN HASIL UJI

No.25005864,5865,5916,5915,6809,6810,7040,7041,7075,7076/ LHIU/ BBLK-MKS /IV/ 2025

Nama/NIM : Ramlah/ PO714203232035
 Instansi/Prodi : POLTEKKES Makassar, DIV Teknologi Lab. Medis
 Judul Penelitian : Deteksi bakteri *Klebsiella pneumoniae* pada ulkus diabetikum
 Pada penderita diabetes mellitus metode Maldi-tof
 Tanggal Penelitian : 3 Maret s/d 21 April 2025
 Jumlah Sampel : 10
 Pemeriksaan : Isolasi dan Identifikasi Mikroorganisme
 Sampel : Ulkus Diabetikum (Swab)

HASIL UJI MIKROBIOLOGI

No. Lab	Ciri Koloni (Media Blood Agar)	Ciri Koloni (Media Mac conkey)	Hasil Identifikasi (Metode Maldi-tof)
25005864	Putih susu, sedang, cembung, pinggir rata	Tidak berwarna, kecil, mengkilat, cembung, pinggir rata	<i>Morganella morganii</i>
25005865	Putih keabuan, sedang, cembung menyerupai kubah, agak berlendir, pinggir rata	Merah muda, sedang, cembung menyerupai kubah	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
25005916	Keabuan, permukaan datar, tidak beraturan, besar menyerupai awan	Keruh, sedang, cembung, pinggir rata.	<i>Proteus mirabilis</i>
25005915	Keabuan, permukaan datar, tidak beraturan, besar menyerupai awan	Keruh, sedang, cembung, pinggir rata	<i>Proteus mirabilis</i>
25006809	Putih keabuan, sedang, cembung menyerupai kubah, agak berlendir, pinggir rata	Merah muda, sedang, cembung menyerupai kubah	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
25006810	Putih keabuan, sedang, cembung menyerupai kubah, agak berlendir, pinggir rata	Merah muda, sedang, cembung menyerupai kubah	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
25007040	Putih susu, sedang, cembung, β -lysis	Tidak tumbuh	<i>Staphylococcus aureus</i>
25007041	Putih susu, sedang, cembung, β -lysis	Tidak tumbuh	<i>Staphylococcus aureus</i>
25007075	Keabuan, permukaan datar, tidak beraturan, besar menyerupai awan	Keruh, sedang, cembung, pinggir rata	<i>Proteus mirabilis</i>
25007076	Keabuan, permukaan datar, tidak beraturan, besar menyerupai awan	Keruh, sedang, cembung, pinggir rata	<i>Proteus mirabilis</i>

Catatan :
 1. Hasil uji hanya berlaku untuk sampel yang di uji
 2. Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman
 3. Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan
 Keaslian secara lengkap dan seizin tertulis laboratorium penguji
 Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar

Makassar, 3 April 2025
 Dokter Penanggung Jawab

(Dr. H. Irmawaty Haeruddin, MKM)
 NIP. 19830228201012001

084/BBLK-MKS, Rev 4, 07 Januari 2025



Lampiran 5 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian



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

SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN

Nomor SR.04.01/X.6.4/2473/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar dengan ini menerangkan bahwa Mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Makassar yaitu :

Nama : Ramlah
NIM : PO7142030323035
Judul Penelitian : Deteksi Bakteri Klebsiella pneumonia Pada Ulkus Diabetikum Pada Penderita Diabetes Mellitus Metode Maldi - Tof

Telah Melakukan Penelitian Pada Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar pada tanggal 03 Maret s.d 21 April 2025

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 28 Mei 2025

An Kepala
Ketua Tim Kerja Mutu. Penguatan SDM &
Kemitraan

Joharsan S.Farm
NIP. 196802061988031002

Kementerian Kesehatan tidak menerima suap dan/atau gratifikasi dalam bentuk apapun. Jika terdapat potensi suap atau gratifikasi silahkan laporkan melalui HALO KEMENKES 1500567 dan <https://wbs.kemkes.go.id>. Untuk verifikasi keaslian tanda tangan elektronik, silahkan unggah dokumen pada laman <https://tte.kominfo.go.id/verifyPDF>



ISAM CAHAYA HOLISTIC CARE
Jl. Keindahan Raya Blok AA No. 30 Perumnas BTP Makassar
HP. 082291496700 email : infoisamcahaya@gmail.com
Web : www.holisticcare.co.id

Surat Keterangan Selesai Penelitian

No. 009/B/SKP-ISAM/IV/2025

Dengan Ini Menyatakan Bahwa :

NAMA	NIM	JUDUL
RAMLAH	PO714203232035	DETEKSI BAKTERI KLEBSIELLA PNEUMONIA PADA ULKUS DIABETIKUM PADA PENDERITA DIABETES MELITUS METODE MALDI - TOF

Bahwa nama tersebut diatas benar telah melakukan penelitian dalam rangka penulisan skripsinya dengan judul "Deteksi Bakteri Klebsiella Pneumonia Pada Ulkus Diabetikum Pada Penderita Diabetes Melitus Metode Maldi - TOF" di KLINIK ISAM CAHAYA. Demikianlah surat keterangan ini kami buat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan di : Makassar
Pada tanggal : 21 April 2025
Direktur Klinik Isam Cahaya


Ns. Mardani, S.Kep., CWCC
HOME CARE SERVICE



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS KESEHATAN
UPT RUMAH SAKIT UMUM DAERAH LABUANG BAJI

Jl. Dr. Ratulangi No. 81 Telp. 873482 Makassar

E-mail: rsudlabuangbaji.sulsel@gmail.com

SURAT KETERANGAN

Nomor : 800.2/231/LB-01.3/V/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Syamsir, SKM., M.M**
NIP. : 19701231 199003 1 017
Pangkat/Golongan : Pembina/IV.a
Jabatan : Plh. Ka.Bidang Pendidikan, Penelitiandan Inovasi

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Ramlah
NIM : PO714203232035
Program Studi : D-IV Teknologi Laboratorium Medis
Pekerjaan/Institusi : Mahasiswa/Poltekkes Kemenkes Makassar
Alamat : Komp. Delta Bumi Sudiang C22. Makassar

Telah melakukan Penelitian di Rumah Sakit Umum Daerah Labuang Baji dalam rangka penyusunan Karya Tulis Ilmiah/Skripsi/Tesis pada tanggal 18 Maret s.d. 28 Mei 2025 Dengan Judul ***"DETEKSI BAKTERI KLEBSIELLA PNEUMONIA PADA ULKUS DIABETIKUM PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS"***

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 28 Mei 2025

Plh. Kepala Bidang
Pendidikan, Penelitian dan Inovasi



Syamsir, SKM., M.M
NIP. 19701231 199003 1 017



RUMAH PERAWATAN ETN CENTRE
Pusat Perawatan Luka, Stoma dan Inkontinesia

Sekretariat: Jl. Perintis Kemerdekaan KM.11 No.10 Makassar
Telp. 085397304544, email: etn_centre@yahoo.com

Nomor : 004/SP-BPP/ETN/V/2025
Lampiran : -
Perihal : Keterangan Selesai Meneliti

Yang bertanda tangan dibawah ini, Direktur Rumah Perawatan ETN Centre Indonesia, menerangkan bahwa :

Nama : Ramlah

Asal Institusi : Poltekkes Kemenkes Makassar

Judul Penelitian :

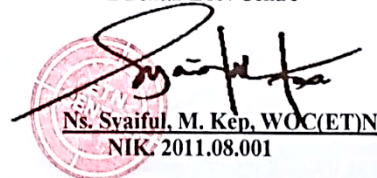
"Deteksi Bakteri Klebsiella Pneumonia pada Ulkus Diabetikum pada Penderita Diabetes Mellitus Metode MALDI-TOF"

Bahwa nama tersebut diatas telah selesai melaksanakan penelitian di Rumah Perawatan ETN Centre Indonesia tertanggal 25 April – 15 Mei 2025.

Demikian penyampaian kami, atas perhatiannya dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Makassar, 23 Mei 2025

Mengetahui,
Direktur ETN Centre


Ns. Syaiful, M. Kep, WOC(ETN)
NIK. 2011.08.001

Lampiran 6 Perhitungan Persentase Hasil Penelitian

a. Rumus Persentase

$$\text{Persentase} = \left(\frac{\text{Jumlah kategori tertentu}}{\text{Jumlah total sampel}} \right) \times 100\%$$

b. Perhitungan Persentase hasil identifikasi bakteri

1. *Klebsiella pneumoniae*

$$\frac{3}{10} \times 100\% = 30\%$$

2. *Proteus mirabilis*

$$\frac{4}{10} \times 100\% = 40\%$$

3. *Morganella morganii*

$$\frac{1}{10} \times 100\% = 10\%$$

4. Tidak ada pertumbuhan

$$\frac{2}{10} \times 100\% = 20\%$$

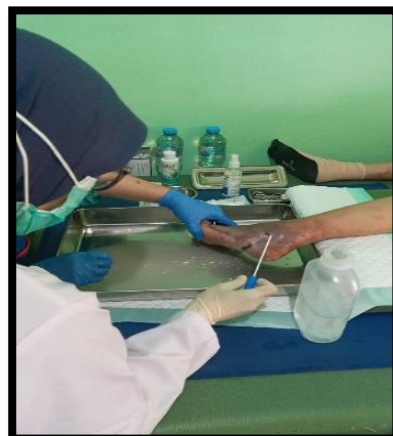
No	Hasil Identifikasi	Jumlah Sampel	Persentase (%)
1	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3	30%
2	<i>Proteus mirabilis</i>	4	40%
3	<i>Morganella morganii</i>	1	10%
4	Tidak ada pertumbuhan	2	20%
	Total	10	100%

Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian

c. Persiapan dan Pengambilan Sampel

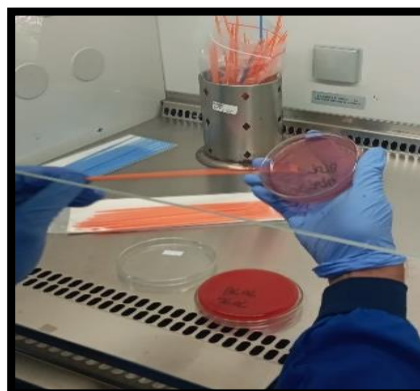


Pengisian *Informed Consent*

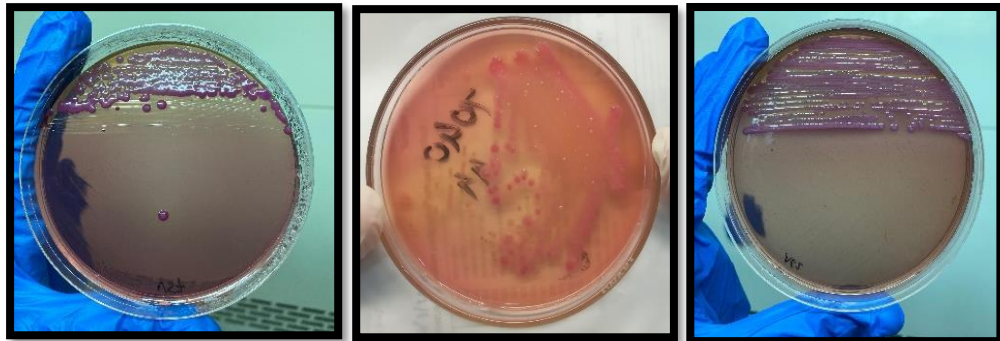


Pengambilan Sampel Swab Ulkus Diabetikum

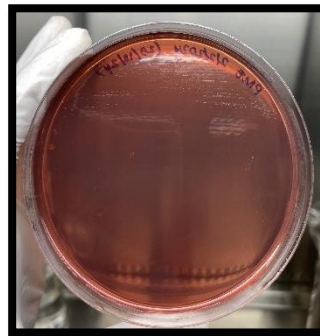
d. Isolasi Sampel Ulkus Diabetikum



Penggoresan Sampel pada Media *MacConkey*

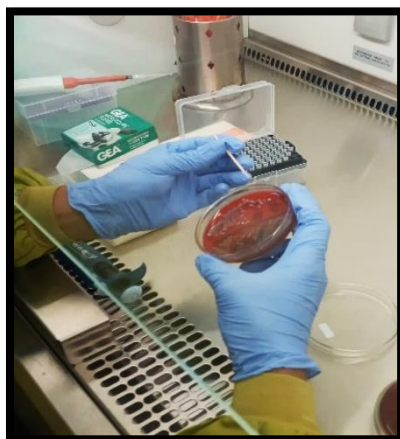


Hasil Isolasi Bakteri pada Media *MacConkey* yang ditumbuhi Bakteri



Hasil Isolasi Bakteri pada Media *MacConkey* yang tidak ditumbuhi Bakteri

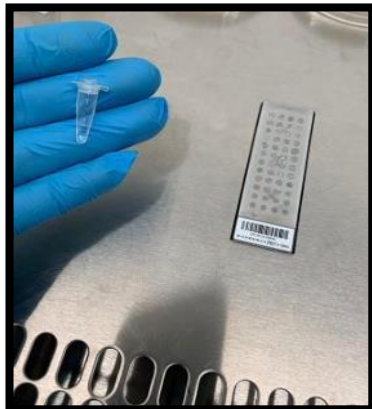
e. Identifikasi Bakteri pada Alat Vitek MS Metode MALDI-TOF MS



Pemilihan Koloni Bakteri



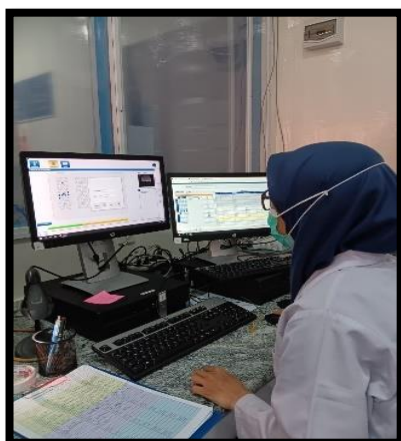
Memasukkan Koloni Ke Spot Plate



Penambahan Matrix Vitek MS Sebanyak 1 μ l pada Setiap Spot dengan Menggunakan Mikropipet



Catridge Dibiarkan Kering Beberapa Saat



Penginputan identitas sampel pada *software* MALDI-TOF MS



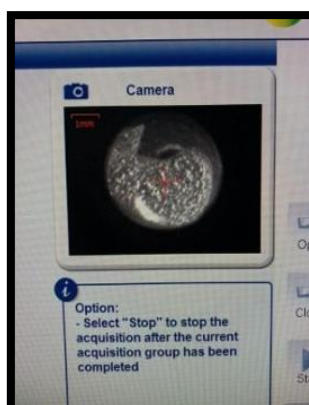
Catridge dimasukkan ke dalam rak



Rak sampel dimasukkan kedalam alat Vitek MS



Alat Vitek MS



Results to Review

Accession ID	Rak ID	Organisme Hasil	Confidence Level	Confidence Value
20180301	20180301001	Staphylococcus aureus	High	99.9
20180301	20180301002	Staphylococcus aureus	High	99.9
20180301	20180301003	Staphylococcus aureus	High	99.9
20180301	20180301004	Staphylococcus aureus	High	99.9
20180301	20180301005	Staphylococcus aureus	High	99.9

Hasil keluar ± 30 Menit

Lampiran 8 Biodata Penulis



Nama Lengkap : Ramlah
 NIM : PO.71.4.203.23.2.035
 Tempat, Tanggal Lahir : Palopo, 13 Februari 1996
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Agama : Islam
 No. Telp/Hp : 0813 3498 5171
 Email : ramlahsandu@gmail.com
 Judul Skripsi (Indonesia) : Deteksi Bakteri *Klebsiella pneumonia* pada Ulkus Diabetikum pada Penderita Diabetes Melitus Metode MALDI-TOF
 Judul Skripsi (Inggris) : Detection of *Klebsiella pneumoniae* Bacteria in Diabetic Ulcers in Diabetes Mellitus Patients Using the MALDI-TOF Method
 Pembimbing Skripsi : 1. Rafika, S.Si.,M.Kes
 2. Herdiana, S.ST.,M.Kes
 Penguji : Mawar, S.Si.,M.Kes
 Nama Ayah : Ardis
 Pekerjaan : Petani
 Nama Ibu : Liyana
 Pekerja : Ibu Rumah Tangga