

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENYEBAB INFEKSI
PADA ULKUS DIABETIKUM**



Oleh:

FEBRINA ANGGIA PUTRI
2110262106

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

FAKULTAS ILMU KESEHATAN

UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA

PADANG

2025



a)Tempat/Tgl Lahir: Situmbuak 24 Februari 2003; b) Nama Orang Tua (Ayah) Wendrayani (Alm) Desi Anggraini (Almh); c) Program Studi: Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis; d) Fakultas: Ilmu Kesehatan; e) NIM: 2110262106; f) Tgl Lulus: 21 Juli 2025; g)Predikat Lulus: Pujian; j) IPK: 3,80; i) Lama Studi: 4 Tahun; j) Alamat:Jorong Tambuo,Tilatang Kamang,Kabupaten Agam.

IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENYEBAB INFEKSI PADA ULKUS DIABETIKUM

SKRIPSI

Oleh : Febrina Anggia Putri

Pembimbing : 1. Putra Rahmadea Utami, Amd.AK, S.Si., M.Biomed, 2. Melly Siska Suryani,S.S.,M.Hum

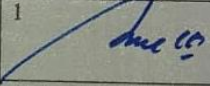
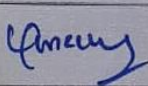
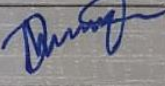
Abstrak

Ulkus diabetikum adalah komplikasi kronis diabetes melitus yang kerap menjadi penyebab amputasi ekstremitas bawah. Proses penyembuhannya sering semakin parah akibat infeksi bakteri Gram positif maupun Gram negatif. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi serta mengkarakterisasi bakteri penyebab infeksi pada ulkus diabetikum. Penelitian eksperimental dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Perintis Indonesia pada Juni 2025. Sampel diambil dengan metode swab dari permukaan luka pasien, lalu ditanam pada media BAP, MCA, dan MSA. Isolat yang tumbuh diamati secara makroskopis, diwarnai Gram, dan diuji melalui katalase, koagulase, berbagai uji biokimia (TSIA, Citrate, SIM, MR-VP), serta fermentasi gula (glukosa, laktosa, maltosa, sukrosa). Hasil menunjukkan tiga bakteri penyebab infeksi, yaitu *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Klebsiella pneumoniae*. *S. aureus* positif pada uji katalase dan koagulase, *P. aeruginosa* tidak memfermentasi gula, sedangkan *K. pneumoniae* memfermentasi semua gula yang diuji. Temuan ini menegaskan pentingnya pemeriksaan mikrobiologi untuk menentukan terapi infeksi ulkus diabetikum secara tepat.

Kata Kunci: Ulkus diabetikum, identifikasi bakteri, karakterisasi, uji biokimia, fermentasi gula.

Skripsi ini telah dipertahankan didepan sidang penguji dan dinyatakan LULUS pada 21 Juli 2025.

Abstrak telah disetujui oleh penguji

Tanda Tangan	1 	2 	3 
Febrina Anggia Putri	Putra Rahmadea Utami, Amd.Ak, S.Si.,M.Biomed	Melly Siska Suryani,S.S.,M.Hum	Dr.Almurdi, DMM., M.Kes

Mengetahui

Ketua Program Studi: Dr.Apt.Dewi Yudiana Shinta, M.Si





a) Place/Date of Birth: Situmbuak, February 24, 2003.b) Parents' Names: Father – Wendrayani, Mother – Desi Anggraini.c) Study Program: Applied Bachelor of Medical Laboratory Technology.d) Faculty: Faculty of Health Sciences.e) Student ID Number: 2110262106.f) Date of Graduation: 21 July 2025 ; .g) Graduation Predicate: Praise ; h) GPA: 3,80 ; i) Duration of Study: 4 Years.j) Address: Jorong Tambuo, Tilatang Kamang.

IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF BACTERIAL PATHOGENS CAUSING INFECTION IN DIABETIC FOOT ULCERS

THESIS

By : Febrina Anggia Putri

Advisors : 1. Putra Rahmadea Utami, S.Si., M.Biomed, 2. Melly Siska Suryani,S.S.,M.Hum

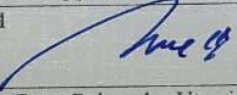
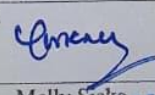
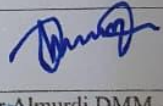
Abstract

Diabetic foot ulcer is a chronic complication of diabetes mellitus that often leads to lower-extremity amputation. Its healing process is frequently aggravated by infections caused by both Gram-positive and Gram-negative bacteria. This study aimed to identify and characterize the bacterial pathogens responsible for diabetic foot ulcer infections. An experimental study was conducted at the Microbiology Laboratory of Universitas Perintis Indonesia in June 2025. Samples were collected using the swab method from the wound surface of patients and cultured on *Blood Agar Plate (BAP)*, *MacConkey Agar (MCA)*, and *Mannitol Salt Agar (MSA)*. The isolates were observed macroscopically, Gram-stained, and tested using catalase, coagulase, various biochemical assays (TSIA, Citrate, SIM, MR-VP), and carbohydrate fermentation tests (glucose, lactose, maltose, sucrose). The results revealed three bacterial pathogens: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Klebsiella pneumoniae*. *S. aureus* showed positive catalase and coagulase reactions, *P. aeruginosa* did not ferment any tested sugars, while *K. pneumoniae* fermented all tested sugars. These findings highlight the importance of microbiological examination in guiding appropriate therapy for diabetic foot ulcer infections.

Keywords: Diabetic ulcer, bacterial identification, characterization, biochemical test, sugar fermentation.

This thesis has been defended in front of the examine and declared **PASSED** on 21 Juli 2025.

This abstract has been approved by the examiner

Tanda Tangan	1 	2 	3 
Febrina Anggia Putri	Putra Rahmadea Utami, Amd.AK, S.Si.,M.Biomed	Melly Siska Suryani,S.S.,M.Hum	Dr. Almurdi,DMM., M.Kes

Know

Head of Study Program: Dr.Apt.Dewi Yudiana Shinta, M.Si

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

American Diabetes Association (ADA) menyebut diabetes melitus (DM) sebagai kelainan metabolik yang memicu tingginya kadar gula darah akibat gangguan pada pengeluaran insulin atau ketidakmampuan tubuh merespons hormon itu. Berdasarkan data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023, prevalensi diabetes yang diidentifikasi melalui pemeriksaan glukosa darah atau diagnosis medis tercatat lebih tinggi dibandingkan pada tahun 2018 dengan proporsi diabetes tipe 2 lebih tinggi dibandingkan tipe 1. Pada kelompok usia ≥ 15 tahun, prevalensi diabetes pada tahun 2023 mencapai 11,7%, meningkat dibandingkan 10,9% pada tahun 2018. Diabetes tipe 2 pada usia muda umumnya terjadi pada dekade kedua kehidupan, dengan rata-rata usia 13,5 tahun, yang sering dikaitkan dengan puncak pubertas dan resistensi insulin fisiologis. *Study to Explore the Abnormalitas in Clinic Hyperglycemia (SEARCH) for Diabetes in Youth Population* menemukan bahwa kelompok usia 10-19 tahun memiliki proporsi penderita diabetes tipe 2 tertinggi (Maharani *et al.*, 2024).

Data *World Health Organization* (WHO) mencatat bahwa pada tahun 2014 terdapat sekitar 463 juta penderita diabetes di dunia, dan angka ini diproyeksikan meningkat menjadi 700 juta pada tahun 2045. Menurut laporan *International Diabetes*

Federation (IDF), Indonesia menempati peringkat kelima sebagai negara dengan jumlah penderita diabetes tertinggi, yaitu sekitar 19,5 juta orang pada tahun 2021, dan angka ini diprediksi melonjak menjadi 28,6 juta pada tahun 2045 (Alimurdianis *et al.*, 2024).

Jumlah kasus diabetes di Indonesia terus bertambah, terbukti pada 2020 mencapai sekitar 18 juta orang dengan prevalensi 6,2%, naik dari 11 juta kasus pada 2019. Berdasarkan Riskesdas 2018, prevalensi penyakit ini tercatat 1,5% pada populasi umum dan 2% pada kelompok usia ≥ 15 tahun menurut diagnosis dokter. Data ini memperlihatkan adanya kecenderungan peningkatan dibandingkan hasil survei Riskesdas 2018 pada kelompok usia serupa. Jumlah kasus diabetes di Indonesia terus bertambah, terbukti pada 2020 mencapai sekitar 18 juta orang dengan prevalensi 6,2%, naik dari 11 juta kasus pada 2019. Berdasarkan Riskesdas 2018, prevalensi penyakit ini tercatat 1,5% pada populasi umum dan 2% pada kelompok usia ≥ 15 tahun menurut diagnosis dokter. Data ini memperlihatkan adanya kecenderungan peningkatan dibandingkan hasil survei Riskesdas 2018 pada kelompok usia serupa (Putri *et al.*, 2024).

Menurut data Riskesdas 2013, diabetes berada pada posisi keempat sebagai penyakit kronis terbanyak di Indonesia. Catatan RSUP Dr. M. Djamil Padang memperlihatkan bahwa pada 2017 terdapat 934 pasien diabetes yang dirawat. Ulkus diabetikum menjadi salah satu komplikasi yang sering dijumpai, ditandai oleh luka kulit yang mudah terinfeksi. Kadar gula darah yang tinggi memberikan kondisi

optimal bagi perkembangan bakteri, yang biasanya terdiri atas campuran bakteri aerob maupun anaerob (Novelni, 2019).

Salah satu komplikasi yang dapat terjadi pada penderita diabetes melitus adalah ulkus diabetikum, yaitu luka terbuka yang dapat menembus lapisan kulit mulai dari epidermis hingga hipodermis. Luka ini berpotensi menimbulkan nekrosis jaringan serta menjadi tempat ideal untuk berkembangnya bakteri, dengan *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae* sebagai spesies yang paling sering ditemukan (Wahyuni *et al.*, 2024).

Penyebab kondisi ini dapat berupa penurunan respons sel tubuh terhadap insulin atau produksi insulin yang tidak mencukupi. Kelebihan berat badan berperan besar, karena semakin banyak jaringan lemak, semakin besar pula resistensi jaringan dan otot terhadap kerja insulin. Tekanan berulang pada bagian tubuh tertentu yang disertai pembentukan keratin yang mengeras juga meningkatkan kemungkinan munculnya ulkus diabetikum. Oleh sebab itu, pengendalian diabetes yang efektif sangat diperlukan guna menekan risiko komplikasi (Husen *et al.*, 2021).

Identifikasi dan karakterisasi bakteri penyebab infeksi pada ulkus diabetikum merupakan langkah krusial dalam pengelolaan infeksi pada pasien diabetes mellitus. Ulkus diabetikum sering menjadi pintu masuk bagi berbagai jenis bakteri, yang dapat memperburuk kondisi pasien jika tidak ditangani dengan tepat. Penelitian oleh Herdianawati Ringgu (2023) menunjukkan bahwa bakteri Gram negatif, seperti *Klebsiella pneumoniae* dan *Pseudomonas aeruginosa*, paling sering ditemukan pada

ulkus diabetikum. Identifikasi yang akurat memungkinkan pemilihan terapi antibiotik yang sesuai, sehingga meningkatkan efektivitas pengobatan dan mengurangi risiko resistensi antibiotik.

Ulkus kaki diabetikum merupakan komplikasi serius dari diabetes melitus yang secara signifikan meningkatkan risiko gangren dan amputasi ekstremitas bawah. Kondisi ini muncul akibat neuropati perifer, gangguan aliran darah (iskemia), dan penurunan system imun, sehingga luka ringan mudah berkembang menjadi infeksi kronis yang sulit sembuh. Menurut Utami Cahyaningtyas & Rini Werdiningsih (2022) faktor-faktor seperti lama menderita diabetes, kontrol glikemik yang buruk, serta adanya penyakit perifer sangat memengaruhi lama penyembuhan ulkus. Selain itu, Detty *et al.*, (2020) melaporkan prevalensi ulkus pada pasien diabetes hingga 7,5%, sedangkan sekitar 14–24% penderita memerlukan amputasi, dan angka kekambuhan mencapai 50% dalam tiga tahun pertama.

Dalam penelitian yang dilakukan Patil *et al.*, (2018), bakteri penyebab infeksi ulkus diabetikum sebagian besar termasuk Gram negatif, mencapai 79,6%, sedangkan Gram positif hanya 20,4%. Spesies Gram negatif yang teridentifikasi antara lain *Pseudomonas aeruginosa* (19,75%), *Klebsiella pneumoniae* (17,9%), *Acinetobacter* sp. (16,7%), *Escherichia coli* (14,8%), *Proteus* sp. (4,9%), *Citrobacter* sp. (4,3%), dan *Enterobacter* sp. (1,2%). Adapun kelompok Gram positif yang ditemukan mencakup *Staphylococcus aureus* (13,6%), *Staphylococcus* koagulase-negatif/CONS (3,7%), serta *Enterococcus* sp. (3,1%) (Novelni, 2019).

Menindaklanjuti penjelasan pada bagian latar belakang, penelitian ini difokuskan pada proses identifikasi dan karakterisasi bakteri yang berperan sebagai penyebab infeksi pada ulkus diabetikum.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah pada penelitian ini adalah ”Apa saja jenis bakteri yang ditemukan pada ulkus diabetikum pada pasien diabetes mellitus dan bagaimana karakterisasi bakteri penyebab infeksi ulkus diabetikum?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengidentifikasi dan mengarakterisasi bakteri penyebab infeksi pada ulkus diabetikum untuk memperoleh informasi yang akurat mengenai jenis bakteri yang terlibat serta karakteristik biokimianya, sehingga dapat mendukung upaya penanganan infeksi secara lebih efektif.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Melakukan identifikasi terhadap spesies bakteri yang terisolasi dari ulkus diabetikum pada pasien diabetes melitus.
2. Menentukan spesies bakteri yang dominan ditemukan pada luka ulkus diabetikum pada pasien diabetes melitus.

1.4.1 Bagi Peneliti

Sebagai sarana memperdalam ilmu yang telah dipelajari selama masa studi, terutama mata kuliah mikrobiologi, sekaligus menambah wawasan peneliti mengenai ragam dan karakteristik bakteri penyebab infeksi ulkus diabetikum.

1.4.2 Bagi Institusi Pendidikan

Sebagai acuan dan menambah referensi akademik bagi institusi pendidikan terkait identifikasi bakteri pada ulkus diabetikum dan pengembangan terapi berbasis bahan alami.

1.4.3 Bagi Tenaga Laboratorium

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan kepada tenaga laboratorium tentang identifikasi dan karakteristik bakteri pada infeksi ulkus diabetikum.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Identifikasi Bakteri Penyebab Infeksi Ulkus Diabetikum

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis bakteri yang menginfeksi luka ulkus diabetikum. Proses identifikasi dilakukan selama empat hari melalui metode kultur bakteri dari sampel luka menggunakan media selektif dan diferensial, yaitu *Blood Agar Plate (BAP)*, *MacConkey Agar (MCA)*, dan *Mannitol Salt Agar (MSA)*. Identifikasi dilakukan berdasarkan pengamatan morfologi koloni pada masing-masing media, hasil pewarnaan Gram, serta uji enzim katalase dan koagulase.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdapat tiga jenis bakteri yang berhasil tumbuh dan diisolasi, yaitu *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Staphylococcus aureus*. Koloni yang tumbuh pada media BAP menunjukkan morfologi menyebar, licin, dan sedikit hemolitik. Hasil pewarnaan Gram menunjukkan bentuk basil Gram negatif, sehingga koloni ini diidentifikasi sebagai *Pseudomonas aeruginosa*. Koloni yang tumbuh pada media MCA tampak bulat, licin, mukoid, dan berwarna pink keunguan. Hasil Gram menunjukkan basil pendek Gram negatif. Berdasarkan karakteristik tersebut, koloni ini diidentifikasi sebagai *Klebsiella pneumoniae*. Sementara itu, koloni yang tumbuh pada media MSA tampak berwarna kuning terang, disertai perubahan warna media dari merah muda menjadi kuning, yang menunjukkan fermentasi manitol. Gram menunjukkan kokus Gram positif

berkelompok, dan hasil uji katalase serta koagulase menunjukkan reaksi positif, sehingga koloni tersebut diidentifikasi sebagai *Staphylococcus aureus*.

5.2 Karakterisasi Koloni Bakteri

Karakterisasi koloni dalam penelitian ini mencakup pengamatan makroskopis terhadap koloni yang tumbuh di media selektif, pewarnaan Gram, serta uji enzim katalase dan koagulase. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa *Pseudomonas aeruginosa* tumbuh pada media BAP dengan bentuk koloni yang menyebar, berlendir, memiliki permukaan halus dan tepi tidak beraturan. Warna koloni cenderung keputihan dan agak transparan. Hasil pewarnaan Gram menunjukkan bakteri berbentuk basil dengan karakteristik Gram negatif.

Sementara itu, *Klebsiella pneumoniae* tumbuh pada media MCA dengan koloni tampak mukoid, bulat, halus, dan berwarna pink keunguan. Hasil pewarnaan Gram menunjukkan basil pendek Gram negatif. Di sisi lain, *Staphylococcus aureus* yang tumbuh pada media MSA membentuk koloni bulat, cembung, berwarna kuning cerah, serta menyebabkan perubahan warna media dari merah muda menjadi kuning akibat fermentasi manitol. Bakteri ini teridentifikasi sebagai kokus Gram positif berkelompok. Uji katalase memberikan reaksi positif berupa munculnya gelembung setelah penambahan H_2O_2 , dan uji koagulase juga menunjukkan hasil positif dengan terbentuknya endapan fibrin di dasar tabung setelah inkubasi. Karakterisasi ini merupakan tahap penting dalam penyaringan awal bakteri berdasarkan genus, serta menjadi dasar yang mendukung proses identifikasi lanjutan melalui uji biokimia dan fermentasi gula.

5.3 Karakterisasi Fisiologis melalui Uji Biokimia dan Fermentasi Gula

Karakterisasi fisiologis bertujuan untuk memperjelas sifat metabolik dari isolat bakteri yang ditemukan dalam infeksi ulkus diabetikum. Pada penelitian ini, uji biokimia dan fermentasi gula dilakukan terhadap dua isolat bakteri, yaitu *Pseudomonas aeruginosa* dan *Klebsiella pneumoniae*. Isolat *Staphylococcus aureus* tidak dilakukan uji lanjutan karena telah teridentifikasi kuat melalui pertumbuhan pada media MSA, pewarnaan Gram positif, serta hasil positif pada uji katalase dan koagulase.

Berdasarkan hasil uji, *Pseudomonas aeruginosa* menunjukkan reaksi TSIA dengan hasil K/K yang menandakan bahwa bakteri ini tidak memfermentasi glukosa maupun laktosa, serta tidak menghasilkan gas maupun H₂S. Pada uji citrate, hasilnya positif ditandai dengan perubahan warna media menjadi biru, menandakan bakteri mampu menggunakan sitrat sebagai sumber karbon. Uji MR dan VP keduanya menunjukkan hasil negatif, serta uji SIM menunjukkan motilitas positif dengan pertumbuhan menyebar dalam media, sedangkan uji indol negatif karena tidak terbentuk lapisan merah setelah penambahan reagen Kovac. Pada uji fermentasi gula, *Pseudomonas aeruginosa* tidak satupun memfermentasi glukosa, laktosa, sukrosa, dan maltosa semuanya negatif.

Sementara itu, *Klebsiella pneumoniae* menunjukkan reaksi TSIA A/A dengan pembentukan gas dan tanpa produksi H₂S. Uji citrate menunjukkan hasil positif dengan perubahan warna menjadi biru, uji MR negatif, dan VP positif yang ditandai dengan terbentuknya cincin merah di permukaan media. Pada uji SIM, hasil motilitas

negatif ditunjukkan oleh pertumbuhan yang hanya sepanjang tusukan, dan hasil indol negatif karena tidak terbentuknya lapisan merah setelah penambahan Kovac. Hasil fermentasi gula menunjukkan bahwa semua media glukosa, laktosa, sukrosa, dan maltosa berubah warna menjadi kuning, menandakan fermentasi positif. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri non-fermentatif dan bersifat aerob obligat, sedangkan *Klebsiella pneumoniae* termasuk bakteri enterik fermentatif yang memiliki kemampuan memecah berbagai jenis gula.

1.4 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa infeksi ulkus diabetikum disebabkan oleh *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Staphylococcus aureus*. Ketiga jenis bakteri tersebut juga banyak ditemukan dalam penelitian-penelitian sebelumnya, khususnya pada pasien dengan luka kronis akibat komplikasi diabetes mellitus.

Penelitian oleh Herdianawati *et al*, (2021) melaporkan bahwa bakteri dominan pada ulkus diabetikum adalah *Staphylococcus aureus* (33,3%), *Pseudomonas aeruginosa* (26,7%), dan *Klebsiella pneumoniae* (20%). Ketiga bakteri ini memiliki karakteristik morfologi koloni dan hasil pewarnaan Gram yang sejalan dengan hasil penelitian ini. *Staphylococcus aureus* menunjukkan sifat Gram positif dan koagulase positif, sedangkan *Pseudomonas* dan *Klebsiella* termasuk Gram negatif, dengan koloni menyebar (*Pseudomonas*) dan mukoid (*Klebsiella*).

Dari aspek fisiologis, hasil uji biokimia dan fermentasi gula pada penelitian ini juga sesuai dengan temuan Mita Zuliana *et al.*, (2023). Dalam penelitian tersebut, *Pseudomonas aeruginosa* menunjukkan profil TSIA K/K (glukosa negatif secara fermentatif), citrate positif, MR dan VP negatif, serta fermentasi negatif terhadap glukosa, laktosa, sukrosa, maltosa. Sementara itu, *Klebsiella pneumoniae* memperlihatkan TSIA A/A dengan produksi gas, citrate positif, MR negatif, VP positif, dan fermentasi positif terhadap glukosa, laktosa, sukrosa, dan maltosa. Pola metabolisme ini sangat konsisten dengan hasil uji fermentasi gula yang diperoleh dalam penelitian ini.

Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung dan memperkuat hasil penelitian sebelumnya. Identifikasi dan karakterisasi yang dilakukan telah menunjukkan bahwa bakteri penyebab infeksi ulkus diabetikum memang didominasi oleh *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Klebsiella pneumoniae*, yang secara morfologis dan biokimiawi menunjukkan karakteristik yang khas. Oleh karena itu, metode identifikasi berlapis yang digunakan dalam penelitian ini terbukti akurat dan valid dalam mendeteksi patogen utama pada kasus infeksi ulkus diabetikum.

