

SKRIPSI

IDENTIFIKASI BAKTERI PADA PASIEN PENDERITA LUKA PUS DIABETES DI RUMAH SAKIT TENTARA WIRASAKTI KUPANG



Oleh :

Maria Anjeli Dao

NIM : 2410263597

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA
PADANG
2025**

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI BAKTERI PADA PASIEN PENDERITA LUKA PUS
DIABETES DI RUMAH SAKIT TENTARA WIRASAKTI KUPANG**

Skripsi ini Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Terapan

Oleh :

Maria Anjeli Dao

NIM : 2410263597

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA
PADANG
2025**

	No. Alumni Universitas	Maria Anjeli Dao	No. Alumni
a). Tempat/Tgl: Kupang, 11-10-2000; b). Nama Orang Tua: (Ayah) Yohanis Dao (Ibu) Erna Helena Kolo; c). Program Studi: DVI Teknologi Laboratorium Medis; d). Fakultas: Ilmu Kesehatan; e). NIM : 2410263597; f). Tgl Lulus 20 Agustus 2025; g). Predikat Lulus: Dengan memuaskan; h). IPK: 3,4; i). Lama Studi: 1 Tahun; j). Alamat: Jl. Kol Kecamatan Kota Raja, Kupang – NTT.			

IDENTIFIKASI BAKTERI PADA PASIEN PENDERITA LUKA PUS DIABETES DI RUMAH SAKIT TENTARA WIRASAKTI KUPANG

Skripsi

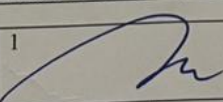
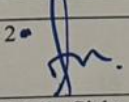
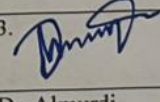
Oleh : Maria Anjeli Dao

Pembimbing; 1. Putra Ramadea Utami, M.Biomed, 2. Melly Siska Suryani, M.Hum


Abstrak

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit kronis yang ditandai dengan hiperglikemia akibat gangguan metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak. Hiperglikemia dapat menyebabkan gangguan penyembuhan luka karena memicu aterosklerosis dan membuat penderita diabetes lebih rentan terhadap infeksi. Luka pada kulit penderita diabetes sering kali menghasilkan pus akibat peradangan dan penyembuhan yang lambat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri pada luka pasien diabetes di Rumah Sakit Tentara Wirasakti Kupang. Penelitian dilakukan secara deskriptif observasional terhadap lima sampel pasien yang terindikasi diabetes. Metode analisis dalam penelitian ini yaitu analisis mikrobiologi di laboratorium dan analisis data untuk mengelolah hasil penelitian. Hasil menunjukkan bahwa sampel A dan D mengandung bakteri *Escherichia coli* yang ditandai dengan hasil gram negatif dan uji biokimia. Sampel B, C, dan E mengandung *Staphylococcus aureus*, yang dikenali melalui bentuk coccus gram positif serta hasil uji katalase dan koagulase positif. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa bakteri yang ditemukan pada luka pasien diabetes adalah *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Saran: perlu dilakukan pemeriksaan kultur bakteri secara rutin untuk memastikan diagnosis yang tepat dan mendukung pemberian antibiotik yang sesuai.

Kata Kunci : Diabetes Melitus, Pus, Bakteri.

Tanda Tangan	1 	2 	3 
Nama Terang	Putra Ramadea Utami, M.Biomed	Melly Siska Suryani, M.Hum.	Dr. Almurdi, DMM, M.Kes

Mengetahui Ketua Program Studi :

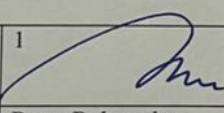
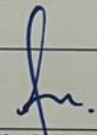


Dr. Apt. Dewi Yudianta Shinta, M.Si

IDENTIFICATION OF BACTERIA IN PUS WOUNDS OF DIABETIC PATIENTS AT WIRASAKTI MILITARY HOSPITAL KUPANG

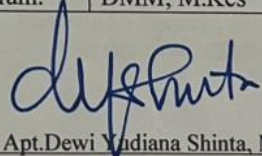
Abstract

Diabetes mellitus (DM) is a chronic disease characterized by hyperglycemia due to impaired metabolism of carbohydrates, proteins, and fats. Hyperglycemia can lead to impaired wound healing by triggering atherosclerosis and making diabetic patients more vulnerable to infections. Skin wounds in diabetic patients often produce pus due to inflammation and delayed healing. This study aimed to identify bacteria in wound infections of diabetic patients at Wirasakti Military Hospital, Kupang. The research used a descriptive observational method on five samples from patients diagnosed with diabetes. The analysis methods in this study were microbiological analysis in the laboratory and data analysis to process the research results. The results showed that samples A and D contained *Escherichia coli*, identified through gram-negative staining and biochemical tests. Meanwhile, samples B, C, and E contained *Staphylococcus aureus*, identified by their gram-positive coccus shape and positive catalase and coagulase test results. The study concluded that the bacteria found in diabetic wound infections were *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Recommendation: routine bacterial culture examinations are needed on diabetic wounds to ensure accurate diagnosis and appropriate antibiotic treatment.

Keywords : Diabetes mellitus, Pus, Bacteria

Name	1 	2 	3 
Full Name	Putra Rahmadea Utami, M.Biomed	Melly Siska Suryani, M.Hum.	Dr. Almurdi, DMM, M.Kes

Mengetahui Ketua Program Studi :


Dr. Apt. Dewi Yadiana Shinta, M.Si

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes melitus atau penyakit kencing manis merupakan penyakit menahun yang dapat diderita sepanjang hidup (Lestari, L., & Zulkarnain, Z, 2021). Diabetes melitus (DM), juga dikenal sebagai “*retinopati diabetik*,” merupakan penyakit yang disebabkan oleh hiperglikemia dan metabolisme abnormal protein, karbohidrat, dan lemak yang terkait dengan sekresi insulin (Budianto et al., 2022). Tingkat glukosa dalam darah yang dianggap normal berkisar antara 70 hingga 110 mg/dl (Saldeva et al., 2022). Dari segi klinis, terdapat empat kategori diabetes melitus yang meliputi diabetes tipe 1 (diabetes yang memerlukan insulin), diabetes tipe 2 (diabetes yang tidak memerlukan insulin/non insulin), diabetes yang terkait dengan kondisi atau sindrom lainnya, serta diabetes yang terjadi pada masa kehamilan (Puspasari & Farera, 2021).

Organisasi Federasi Diabetes Internasional (IDF) memprediksi bahwa pada tahun 2021, jumlah individu yang menderita diabetes di seluruh dunia meningkat sebesar 46%, menjadi 537 juta. Angka ini diprediksi akan melonjak menjadi 643 juta pada tahun 2030, dan meningkat lebih jauh menjadi 783 juta pada tahun 2045. Menurut informasi dari IDF, Indonesia menduduki posisi kelima dalam hal jumlah penderita diabetes terbanyak di dunia pada tahun 2021, dengan 19,5 juta orang. Jumlah ini diperkirakan akan mencapai 28,6 juta pada tahun 2045. Organisasi Kesehatan Dunia yang dikenal sebagai WHO menyatakan bahwa jumlah individu

yang menderita diabetes di Indonesia mengalami peningkatan signifikan, dari 8,4 juta orang pada tahun 2000 menjadi 21,3 juta pada tahun 2030 mendatang. Hal ini dapat terjadi di masa depan akibat kurangnya perhatian dalam menangani isu ini (Federasi Diabetes Internasional, 2021).

Pada penderita diabetes, tubuh mengalami kesulitan memproduksi atau menggunakan insulin secara efektif. Insulin merupakan suatu hormon yang berperan dalam mengontrol keseimbangan kadar glukosa dalam darah. Akibatnya, terdapat peningkatan kadar glukosa dalam aliran darah yang dikenal dengan istilah hiperglikemia (Kemenkes RI, 2014). Hiperglikemia merupakan kondisi saat kadar glukosa darah meningkat secara signifikan dari ambang batas normal, hal tersebut dapat didefinisikan dengan kadar glukosa darah sesaat ≥ 200 mg/dL dan kadar glukosa darah puasa ≥ 126 mg/dL merupakan kriteria DM.

Prevalensi hiperglikemia di Indonesia terus menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun. Angka kejadian hiperglikemia mengalami kenaikan yang signifikan di seluruh dunia dalam beberapa tahun terakhir. Menurut laporan dari World Health Organization (WHO, 2019), sekitar 642 juta pada tahun 2040 penderita hiperglikemia. Hiperglikemia persisten adalah fitur utama dari diabetes mellitus. Pada saat onset DM, sel-sel islet β terus menerus mengeluarkan insulin secara berlebihan untuk menurunkan glukosa darah, yang akhirnya menyebabkan cedera sel β islet dan memperparah hiperglikemia. Di bawah hiperglikemia persisten, toksisitas glukosa menyebabkan komplikasi kronis diabetes mellitus. Sebagai penyakit kronis dan sulit disembuhkan, hiperglikemia menyerang setiap jaringan dan organ tubuh, termasuk kulit.

Pada pasien diabetes mellitus, hiperglikemia dapat berkontribusi terhadap gangguan penutupan luka melalui aterosklerosis, gangguan fungsi berbagai sel kulit, dan neuropati perifer (Pawar et al, 2021). Hiperglikemia berkontribusi terhadap perkembangan aterosklerosis, sehingga mencegah sirkulasi nutrisi mencapai luka, sehingga mengganggu penyembuhan luka sayat. Selain itu, pada pasien diabetes mellitus, hiperglikemia ditemukan menjadi penyebab potensial disfungsi sel endotel yang sangat penting untuk penyembuhan DFU melalui vasodilatasi yang dipicu oleh tekanan (Burgess et al, 2021). Perubahan-perubahan ini disebabkan oleh kadar glukosa darah tinggi yang tidak terkontrol membuat kulit lebih rentan terhadap cedera dan infeksi, sehingga mengganggu penyembuhan luka.

Luka merupakan kerusakan jaringan atau organ yang disertai dengan rusaknya integritas sistem integumen kulit dan selaput lendir (Bjorklund-Lima et al, 2019). Berbagai pendekatan untuk klasifikasi luka (menurut etiologi, lokalisasi, jenis kerusakan, kedalaman, tingkat kerumitan, tingkat infeksi, dan yang lainnya) mencirikan dua jenis luka, yaitu luka terbuka dan luka tertutup. Salah satu luka terbuka yang paling sering terjadi pada kehidupan sehari-hari adalah luka diabetes. Luka tanpa makrofag akan menunda re-epitelisasi, mengganggu angiogenesis, mengurangi deposisi kolagen, dan mengurangi proliferasi sel (Aitcheson et al, 2021). Kulit penderita diabetes lebih banyak sel inflamasi, edema, dan pembentukan jaringan granulasi yang lebih sedikit dibandingkan kulit normal (Deng et al, 2021).

Luka pada kulit pada penderita diabetes lebih rentan terhadap infeksi, karena proses penyembuhan luka yang terganggu dan adanya peradangan yang

lebih lama. Sistem kekebalan tubuh yang kurang efektif juga menyebabkan ketidakmampuan dalam mengidentifikasi dan melawan patogen, termasuk bakteri. Kulit penderita diabetes telah terbukti memiliki kolonisasi *S. aureus* dan *S. epidermidis* yang lebih tinggi (Jagadeesh et al, 2017). Analisis terbaru terhadap pasien Jerman dengan DFU mengidentifikasi *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, dan *Enterobacteriaceae* sebagai kolonisator bakteri yang paling umum (Dörr et al, 2021). Ketika mengelompokkan DFU berdasarkan tingkat keparahan infeksi, sebuah studi terbaru mengidentifikasi *Staphylococcus* dan *Streptococcus* sebagai spesies yang paling melimpah di DFU yang terinfeksi ringan hingga sedang, sementara DFU yang terinfeksi lebih parah memiliki keragaman bakteri yang meningkat (Radzieta et al, 2021).

Bakteri seperti *Staphylococcus* dan *Streptococcus* mengekspresikan faktor proteolitik yang mengganggu penghalang kulit. Secara khusus, baru-baru ini telah ditunjukkan bahwa SpeB dari *Streptococcus* membelah desmoglein 1 dan 3, yang merusak penghalang epidermis dan mendorong infeksi kulit. Meningkatnya prevalensi kolonisasi *S. aureus* pada kulit utuh penderita diabetes dan DFU berkontribusi terhadap tingginya tingkat infeksi ulkus kaki diabetik dan penyebaran infeksi selanjutnya ke tulang dan aliran darah (Burgess et al, 2021).

Berdasarkan penelitian oleh Erlia Narulita (2019), baik bakteri anaerobik maupun aerobik bisa berkembang menjadi patogen yang menyebabkan ulkus pada penderita diabetes. Diantara bakteri patogen aerobik yang sering menjadi penyebab kontaminasi adalah *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Streptococcus sp.* Bakteri Gram negatif meliputi *Enterobacter sp.*, *Citrobacter*

sp., *Klebsiella sp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, dan *Proteus mirabilis*.

Penelitian oleh Zuliana et al. (2023), yang meneliti 40 sampel ulkus pada penderita diabetes melitus mengungkapkan prevalensi berbagai jenis bakteri, termasuk bakteri Gram positif dan Gram negatif. Terdapat bakteri Gram positif, termasuk *Staphylococcus aureus* (22,5%) dan *Staphylococcus epidermidis* (22,5%). *Proteus mirabilis* (7,5%), *Pseudomonas aeruginosa* (7,5%), *Klebsiella pneumoniae* (15%), *Enterobacter agglomerans* (2,5%), *Enterobacter aerogenes* (5%), *Escherichia coli* (12%), dan *Citrobacter freundii* (5%) merupakan bakteri Gram negatif.

Penelitian oleh Labunda et al. (2024), mengemukakan dari 28 sampel usap luka DM yang dilakukan di klinik pengobatan diabetes Kota Pontianak, 20 sampel positif mengandung *Klebsiella pneumoniae* (71,42%) dan 8 sampel negatif mengandung *Klebsiella pneumoniae* (28,57%). Keterbatasan dalam penelitian terdahulu masih ditemukan sehingga menjadi celah atau gap dalam penelitian ini. Objek penelitian ini adalah RS. Wirasakti Kupang sebagai kebaruan dalam penelitian. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “*Identifikasi Bakteri pada Pasien Penderita Luka Pus Diabetes di Rumah Sakit Tentara Wirasakti Kupang*”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana identifikasi bakteri pada pasien penderita luka pus diabetes di Rumah Sakit Tentara Wirasakti Kupang?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dalam penelitian ini adalah untuk identifikasi bakteri pada pasien penderita luka pus diabetes di Rumah Sakit Tentara Wirasakti Kupang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari dilakukannya penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Manfaat Praktis

a. Bagi Penulis

Untuk menambah pengetahuan teoritis dan memperluas wawasan untuk mempelajari secara langsung dan mengidentifikasi bakteri pada pasien penderita luka pus diabetes di Rumah Sakit Tentara Wirasakti Kupang

b. Bagi Akademisi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam ilmu pendidikan, kesehatan, dan psikologi dalam kaitannya pada identifikasi bakteri pada pasien penderita luka pus diabetes di Rumah Sakit Tentara Wirasakti Kupang.

2. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk dijadikan sebagai sumber informasi dalam menjawab permasalahan-permasalahan yang

terjadi terkait identifikasi bakteri pada pasien penderita luka pus diabetes di Rumah Sakit Tentara Wirasakti Kupang.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Pembahasan

5.1.1 Karakteristik sampel penelitian

Pengambilan sampel pus dilakukan dengan cara dibersihkan terlebih dahulu lokasi pengambilan agar meminimalisir kontaminasi pada pus. Pemberian NaCl pada kain kassa steril diletakkan pada luka dan dibersihkan. Kegiatan ini dilakukan sebanyak dua kali atau sampai keadaan dari lokasi pengambilan sampel sudah bersih. Pembersihan luka ini dilakukan secara rutin pada proses perawatan luka pasien diabetes melitus. Luka yang telah dibersihkan, diambil bagian pus menggunakan swab steril yang sudah dilengkapi dengan media transpor berupa gel. Fungsi gel pada media transpor pus untuk memastikan kapas yang terdapat sampel tetap dalam keadaan stabil, tetap lembab serta menjaga kelangsungan hidup mikroorganisme penyebab infeksi pada sampel. Selain itu juga fungsi gel ini untuk membantu mencegah kontaminasi silang dan memfasilitasi proses pengenceran dan inokulasi pada media pertumbuhan.

Lokasi pengambilan kelima sampel pus terletak di beberapa tempat yaitu sampel A dan D pada bagian bokong tepatnya *gluteus*. Sampel B terdapat pada punggung bagian belakang sebelah kanan atau punggung kanan *posterior*. Untuk sampel C dan E lokasi pengambilan sampel pus pada bagian kaki tepatnya untuk sampel C terdapat pada telapak kaki atau *dorsal pedis* dan E pada tumit kaki bagian atas atau tulang *calcaneus*. Sampel berbentuk cairan kental berwarna kuning pucat,

sampel di ambil menggunakan swab steril dioleskan sebanyak dua kali lalu di masukkan pada media transpor. Media yang telah diisi sampel diberikan identitas pasien untuk membedakan sampel satu dengan sampel yang lain atau meminimalisir terjadinya sampel tertukar. Sampel kemudian dibawa ke RSUD Yohanes Kupang untuk dilakukan kultur bakteri pada media pembiakan.

5.1.2 Hasil Kultur sampel pus penderita diabetes melitus

Staphylococcus sp dan *Escherichia coli* adalah jenis bakteri yang sering ditemukan di dalam pus. *Staphylococcus sp* tumbuh dengan baik dalam kondisi aerob pada medium darah, sedangkan *Escherichia coli* mampu menghasilkan enzim hemolisin. Karena kemampuan ini, medium darah sering digunakan untuk mengidentifikasi *Escherichia coli* berdasarkan kemampuannya menghasilkan enzim tersebut. Bakteri *Escherichia coli* yang tidak menghasilkan enzim hemolisin akan membentuk koloni berwarna merah muda (Erin, 2014). Bakteri yang dikulturkan pada media BAP dengan metode cawan gores kuadran dari sampel A dan D menunjukkan pertumbuhan koloni berwarna merah muda, sedikit mengilap, ukuran sedang, bentuk cembung, dan tampak sedikit basah. Tidak ada zona transparan atau kehijauan di sekitar koloni, yang merupakan sifat dari bakteri *Escherichia coli*. Pada sampel B, C, dan E, koloni bakteri yang tumbuh berwarna kuning hampir krem, berukuran sedang, berbentuk bulat, dan permukaannya halus.

Analisis pada media MCA sampel A dan D dengan deskripsi koloni pink, sedikit lembab menunjukkan bahwa bakteri tumbuh pada media ini mampu mengfermentasikan laktosa. Hasil ini konsisten karena *E.coli* adalah bakteri gram

negatif dan merupakan fermentor laktosa yang kuat. Pada sampel B, C dan E tidak terlihat pertumbuhan bakteri, hal ini disebabkan *Staphylococcus aureus* adalah bakteri Gram positif sehingga pertumbuhannya dihambat secara efektif oleh media MCA. Hasil pengujian untuk sampel A dan D secara konsisten mengarahkan pada identifikasi sebagai *Escherichia coli*. Analisis ini didasarkan pada beberapa poin utama yaitu morfologi dan pewarnaan Gram. Hasil mikroskopis menunjukn bakteri berbentuk *bacil* (batang) dengan reaksi Gram negatif. Karakteristik ini adalah ciri utama *E.coli*, yang merupakan famili *Enterobacteriaceae*. Konfirmasi diperkuat oleh hasil kultur pada media selektif dan diferensial. Pada MCA kedua sampel menunjukkan pertumbuhan koloni berwarna pink yang mengidentifikasi bahwa bakteri tersebut merupakan Gram negatif dan mampu memfermentasikan laktosa. Hasil ini sesuai dengan sifat *E.coli*.

Uji biokimia lebih lanjut memberikan konfirmasi definitif dengan profil IMVIC (+,+, -,-) dengan hasil positif pada uji Indol dan Methyl red serta hasil negatif pada uji Voges-Proskauer dan Simon Citrat merupakan ciri dari *E.coli*. Selain itu, uji konfirmasi menunjukkan hasil positif pada uji katalase dan negatif pada uji koagulase. Hasil negatif pada uji koagulase ini sangat penting karena secara efektif menegaskan identifikasi kedua sampel ini merupakan *E.coli*.

Sampel B, C dan E secara konsisten menunjukan hasil ke arah *Staphylococcus aureus*. Bukti pertama terlihat dari pengamatan mikroskopis yang menunjukkan bakteri berbentuk *coccus* (bulat) dan bereaksi Gram positif. Karakteristik ini sangat dengan jelas mengarah pada genus *Staphylococcus*. Hasil media kultur semakin menguatkan hasil ini. Pada MCA agar, tidak ada pertumbuhan bakteri

yang teramati. Ini adalah bukti kuat bahwa bakteri pada ketiga sampel ini adalah Gram positif karena MCA mengandung penghambat pertumbuhan untuk bakteri jenis ini.

Pada BAP koloni menunjukkan karakteristik seperti bentuk bulat, licin dan berwarna kuning krem. Uji biokimia juga mendukung identifikasi ini. Meskipun hasil uji Indol dan Methyl red hampir mirip *E.coli*, hasil positif pada uji Voges-Proskauer menjadi pembeda utama, menunjukkan jalur fermentasi yang berbeda. Penegakan dari semua pengujian ini adalah uji konfirmasi. Hasil positif pada uji Katalase adalah ciri umum genus *Staphylococcus* namun hasil positif pada uji koagulase adalah penanda diagnostik paling penting. Enzim koagulase adalah faktor virulensi utama *Staphylococcus aureus* dan keberadaannya secara definitif membedakan spesies ini dari *Staphylococcus* non-patogen lainnya. Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Andi Ernawati (2019), yang melaporkan adanya *Proteus mirabilis* dan *Bacillus sp.* pada luka pasien diabetes. Perbedaan tersebut mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kondisi kebersihan luka, sistem kekebalan tubuh pasien, serta lingkungan sekitar pasien. Temuan ini menunjukkan bahwa penderita diabetes lebih rentan terhadap infeksi dari berbagai jenis bakteri, baik yang Gram negatif maupun yang Gram positif. (Lipsky et al.,2012 : Wu et al.,2020).

Hasil dari seluruh rangkaian uji ini saling melengkapi dan menguatkan. Setiap uji, mulai dari pengamatan koloni hingga reaksi biokimia spesifik, memberikan potongan – potongan informasi yang secara kolektif membentuk gambaran yang utuh tentang identitas bakteri. Keterkaitan hasil ini menunjukkan

validitas dan reliabilitas metode yang digunakan. Penemuan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada luka pasien diabetes melitus memiliki implikasi klinik yang signifikan. *Staphylococcus aureus* dikenal sebagai patogen utama yang menyebabkan infeksi kulit dan jaringan lunak, termasuk infeksi luka diabetes yang berpotensi serius. Bakteri *Escherichia coli* sering ditemukan pada infeksi saluran keme tetapi juga dapat menyebabkan infeksi luka, terutama jika terkontaminasi berasal dari lingkungan usus. Identifikasi yang akurat dan tepat waktu dari kedua patogen ini sangat penting untuk memungkinkan dokter memilih terapi antibiotik yang paling efektif, sehingga dapat mencegah komplikasi serius seperti sepsi atau amputasi.