



# JURNAL LABORATORIUM KHATULISTIWA

e-ISSN : 2597-9531

p-ISSN : 2597-9523



## Identifikasi Bakteri *Escherichia Coli* Pada Ulkus Diabetikum Studi di Klink Kanazawa Pontianak Menggunakan PCR gen 16S rRNA

Ariffialdi Nurhidayatulloh<sup>1✉</sup>, Natasya Intan Ramadhani<sup>1</sup>, Khoirul Rista Abidin<sup>1</sup>,  
Edy Suwandi<sup>2</sup>, Aisha Salsabila<sup>1</sup>, Kaltri Widodo<sup>1</sup>, Lulu Andriani<sup>1</sup>, Najwa Hamidah<sup>1</sup>,  
Tri Wulandari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik 'Aisyiyah Pontianak, Pontianak,  
Indonesia

<sup>2</sup> Department of Medical Laboratory Technology, Poltekkes Kemenkes Pontianak

✉email: [ariffialdi726@gmail.com](mailto:ariffialdi726@gmail.com)

**Submitted:** 29 Juni 2025; **Revised:** 03 Oktober 2025; **Accepted:** 18 November 2025;

**Published:** 30 November 2025

### ABSTRACT

*Diabetes mellitus can lead to complications such as ulcers that are highly susceptible to bacterial infection. Escherichia coli is one of the pathogenic bacteria commonly found in diabetic foot ulcers. Accurate detection of E. coli species is essential to support appropriate infection management, and one of the reliable methods is Polymerase Chain Reaction (PCR) targeting the 16S rRNA gene. This study employed a descriptive design with an accidental sampling technique. Samples were obtained from swab specimens of diabetic foot ulcer patients. The procedures included culture on Eosin Methylene Blue (EMB) agar, Gram staining, bacterial DNA isolation, PCR amplification of the 16S rRNA gene, electrophoresis for visualization of PCR products, and sequencing for species confirmation. Based on the results of the study involving 30 diabetic foot ulcer patients at Kanazawa Clinic Pontianak, culture analysis showed that 4 isolates were positive for Escherichia coli. Gram staining further confirmed the presence of E. coli by demonstrating its characteristic morphology. The PCR results visualized through electrophoresis showed that 4 samples (13.3%) were positive for Escherichia coli based on the 16S rRNA gene, indicated by the presence of DNA bands at approximately 1500 bp. Sequencing analysis further confirmed the isolates as Escherichia coli with 99% similarity.*

**Keywords:** Diabetic Mellitus Ulcer; *Escherichia coli*; Polymerase Chain Reactions; 16s rRNA Gene

## ABSTRAK

Diabetes melitus dapat menimbulkan komplikasi berupa ulkus yang rentan terinfeksi bakteri. *Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri patogen yang sering ditemukan pada luka ulkus diabetikum. Deteksi spesies *E. coli* secara akurat diperlukan untuk menunjang penanganan infeksi, salah satunya melalui metode Polymerase Chain Reaction (PCR) gen 16S rRNA.

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif dengan teknik pengambilan sampel *accidental sampling*. Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel swab luka pasien ulkus diabetikum, kultur pada media *Eosin Methylene Blue* (EMB), pewarnaan Gram, isolasi DNA bakteri, amplifikasi PCR gen 16S rRNA, serta elektroforesis dan *sequencing* untuk konfirmasi spesies.

Berdasarkan hasil penelitian pada 30 pasien penderita ulkus diabetikum di klinik Kanazawa Pontianak diperoleh hasil kultur yang menunjukkan bahwa 4 isolat sampel dinyatakan positif *Escherichia coli*, begitu juga setelah diidentifikasi dengan pewarnaan gram juga menunjukkan ciri-ciri bakteri *Escherichia coli*.

Hasil PCR yang di visualisasikan dengan Elektroforesis menunjukkan 4 (13,3%) positif *Escherichia coli* berdasarkan PCR gen 16S rRNA dengan terbentuknya pita DNA pada ukuran 1500 bp dan hasil skuensing menunjukkan bakteri *Escherichia coli* dengan persentase 99%.

**Kata kunci:** Diabetes Militus, Ulkus Diabetikum, *Escherichia coli*, PCR, Gen 16s rRNA.

## PENDAHULUAN

Diabetes Melitus (DM) adalah suatu keadaan meningkatnya kadar gula darah yang kronik sebagai akibat dari gangguan pada metabolisme karbohidrat, lemak dan protein karena kekurangan hormon insulin (1). DM merupakan penyakit kronik yang dapat menimbulkan berbagai komplikasi, salah satunya adalah ulkus diabetikum (2). Komplikasi ini memiliki dampak serius karena menyebabkan luka kronik yang sulit sembuh, meningkatkan risiko infeksi, gangren, amputasi, hingga kematian, sehingga berdampak besar terhadap kualitas hidup dan angka kecacatan pada penderita DM (3).

Penyakit Diabetes Mellitus merupakan urutan keenam penyebab kematian di Dunia, hal ini diungkapkan oleh dunia World Health Organization (WHO) (3). Jumlah penderita DM setiap saat akan bertambah, Data dari International Diabetes Federation (IDF) menunjukan jumlah penderita diabetes di dunia pada tahun 2021 mencapai 537 juta. Angka ini diprediksi akan terus meningkat mencapai 643 juta di tahun 2030 dan 783 juta pada tahun 2045 (4). Menurut IDF, Indonesia menduduki peringkat kelima negara dengan jumlah diabetes terbanyak dengan 19,5 juta penderita di tahun 2021 dan diprediksi akan menjadi 28,6 juta pada 2045. Pada tahun 2014 penyebab kematian tertinggi ketiga di Indonesia adalah diabetes melitus dengan komplikasi sejumlah 6,7% salah satu komplikasi yang menyebabkan kematian pada penderita diabetes melitus di Indonesia adalah penyakit ginjal kronik stadium lima (5). Prevalensi di Kota Pontianak pada tahun 2014 sejumlah 3,6 % dan tahun 2015 sejumlah 3,8% per 1000 penduduk. sampai dengan data bulan juni tahun 2016 diketahui bahwa jumlah kasus diabetes melitus di Provinsi Kalimantan Barat mencapai 2.974 kasus dengan prevalensi kasus tertinggi berdasarkan jenis kelamin adalah Wanita (6).

Diabetes dapat menyebabkan komplikasi serius, salah satunya adalah ulkus diabetik, yang dapat berujung pada kecacatan atau kematian. Penderita ulkus diabetik dapat diikuti dengan adanya invasi bakteri sehingga terjadi infeksi dan pembusukan yang dapat terjadi di setiap bagian tubuh. Salah satu hasil dari proses infeksi bakteri pada luka yaitu terjadinya pus (7). Dari hasil penelitian yang dilakukan Nugroho tahun 2024, dengan mengisolasi bakteri dari luka penderita DM ditemukan sebanyak 8 isolat bakteri, dengan bakteri yang paling banyak ditemukan yaitu

*Escherichia coli* dan *Acinetobacter baumannii* masing-masing sebanyak 4 isolat atau sebesar 24%. Sedangkan pada bakteri *Klebsiella pneumonia* sebanyak 3 isolat atau 18%. Untuk bakteri *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus pyogenes* masing-masing sebanyak 1 isolat atau 6%, serta bakteri *Enterococcus faecalis* sebanyak 2 isolat atau 12% (8).

Infeksi bakteri memegang peranan penting dalam memperburuk kondisi ulkus diabetikum. Salah satu bakteri yang sering terlibat ialah *Escherichia coli*, yang termasuk bakteri piogenik. Infeksi *E. coli* pada luka dapat memicu peradangan berat dan pembentukan pus, menimbulkan kerusakan jaringan, meningkatkan eksudat, menyebabkan bau busuk, memperbesar ukuran luka, serta memperlambat proses penyembuhan. Keberadaan *E. coli* pada ulkus diabetikum dapat memperberat progresivitas luka sehingga mempersulit penanganan klinis (9).

Identifikasi bakteri pada ulkus diabetikum umumnya dilakukan menggunakan metode kultur, misalnya pada media EMB Agar (10). Namun, metode ini membutuhkan waktu relatif lama dan memiliki sensitivitas serta spesifisitas yang kurang optimal dalam menentukan spesies bakteri. Oleh karena itu, metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dengan target gen 16S rRNA lebih direkomendasikan karena mampu mengidentifikasi bakteri secara cepat, spesifik, dan akurat hingga tingkat spesies, sehingga lebih efektif untuk mendeteksi keberadaan *E. coli* pada luka (11).

Identifikasi bakteri pada luka penderita DM di Klinik Kanazawa Pontianak menggunakan PCR sekuens gen 16S rRNA belum pernah dilakukan. Di klinik tersebut, identifikasi bakteri *Escherichia coli* yang dilakukan sepenuhnya dengan metode kultur manual dengan spesifisitas yang relatif rendah dalam menentukan spesies bakteri *Escherichia coli*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang bertujuan mengetahui identifikasi bakteri *Escherichia coli* pada luka penderita DM berdasarkan amplifikasi sekuens gen 16S rRNA di Klinik Kanazawa.

## METODE

Populasi dalam penelitian ini adalah pasien diabetes dengan komplikasi ulkus diabetikum di Klinik Kanazawa Pontianak yang berjumlah 47. Sampel pada penelitian ini berjumlah 30 yang merupakan Swab luka penderita DM di Klinik Kanazawa Pontianak. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *accidental sampling*. Penelitian ini sudah di setujui oleh lembaga komisi etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK), Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura Pontianak (Nomor sertifikat : 3893/UN22.9/PT.01.04 /2025). Lokasi penelitian yaitu di Klinik Kanazawa Pontianak untuk pengambilan sampel, kultur bakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Poltekkes Pontianak, amplifikasi DNA dilakukan di Laboratorium Molekuler Universitas Muhammadiyah Semarang dengan waktu penelitian selama 3 bulan mulai dari bulan Januari-Maret 2025. Primer yang digunakan yaitu primer Fim h: 42-F (5'-CTGGTCGGTAAATGCCTGGT-3') dan 690-R (3'-GAAAATCGAGTTGCCCGCAT-5'). Tahapan penelitian terdiri dari swab luka, kultur bakteri, pewarnaan bakteri, isolasi DNA, PCR, elektroforesis, sequencing dan Analisis Data.

## HASIL

Sampel swab luka berjumlah 30 pada masing-masing media *Transport Amies* diinokulasi ke media *Eosin Methylene Blue Agar (EMBA)* diinkubasi selama 24 jam di Laboratorium Terpadu Poltekkes. Dari 30 sampel di dapat 4 sampel koloni yang berwarna hijau metalik, elevasi cembung, koloni mengkilap, dan tekstur halus. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. yang artinya 4 dari 30 sampel atau (13,3 %) pasien teridentifikasi bakteri *Escherichia coli*.

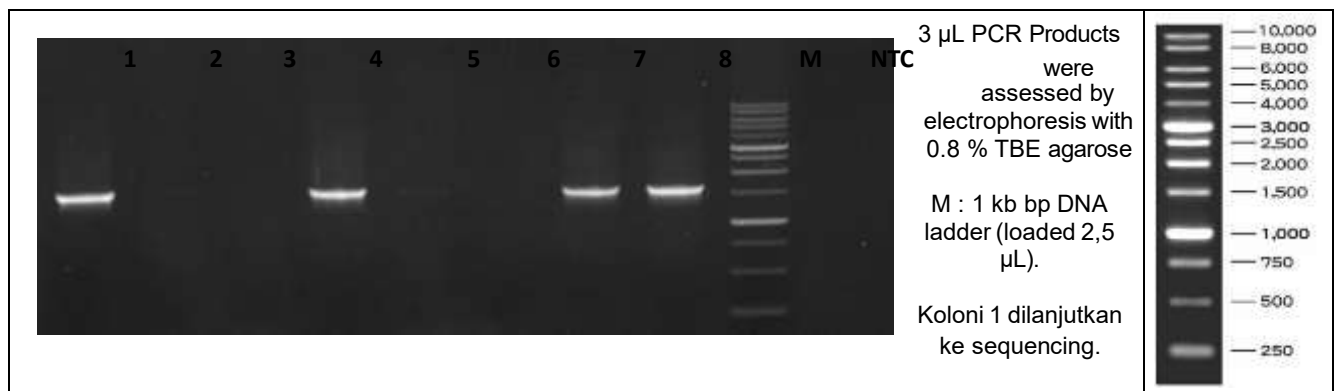
Tabel 1. Hasil Isolasi Bakteri *Escherichia coli* pada Media EMBA

| No | Banyak Sampel | Hasil          |           |           |         | Ket          |
|----|---------------|----------------|-----------|-----------|---------|--------------|
|    |               | Warna          | Koloni    | Tekstur   | Elevasi |              |
| 1  | 13            | Tidak berwarna | Keruh     | Halus     | Rata    | -            |
| 2  | 3             | Putih          | Keruh     | Berlendir | Cembung | -            |
| 3  | 1             | Merah Muda     | Keruh     | Berlendir | Cembung | -            |
| 4  | 4             | Hijau Metalik  | Mengkilap | Halus     | Cembung | Gram Negatif |
| 5  | 2             | Oren           | Keruh     | Halus     | Cembung | -            |
| 6  | 3             | Ungu           | Keruh     | Berlendir | Cembung | -            |
| 7  | 2             | Coklat         | Keruh     | Berlendir | Cembung | -            |
| 8  | 1             | Abu Abu        | Keruh     | Berlendir | Cembung | -            |
| 9  | 1             | Tidak Tumbuh   | -         | -         | -       | -            |

Uji pewarnaan Gram yaitu menggunakan empat reagen yang ditetesi secara berurutan. Sebanyak 4 sampel dicurigai positif bakteri *Escherichia coli*. Hasil dari pewarnaan Gram jika positif terdapat bakteri *Escherichia coli*, maka ketika dilihat dibawah mikroskop tampak sel bakteri berwarna merah dan bentuk selnya batang (basil) (12).

Tabel 2. Hasil Mikroskopis Pewarnaan Gram

| No | Kode Sampel | Bentuk | Warna | Susunan     | Sifat        |
|----|-------------|--------|-------|-------------|--------------|
| 1  | Sampel 9    | Basil  | Merah | Diplo Basil | Gram Negatif |
| 2  | Sampel 23   | Basil  | Merah | Diplo Basil | Gram Negatif |
| 3  | Sampel 25   | Basil  | Merah | Diplo Basil | Gram Negatif |
| 4  | Sampel 28   | Basil  | Merah | Diplo Basil | Gram Negatif |

Gambar 1. Hasil Visualisasi Elektroforesis Gen 16S rRNA *Escherichia coli*

Berdasarkan gambar diatas hasil elektroforesis pada sampel DNA dengan no 1, 4, 7 dan 8 dari keempat sampel bakteri menunjukan pita DNA berada pada 1505-1514bp. Elektroforesis dilakukan menggunakan gel agarose 2% selama 1 jam. Pita DNA yang terbentuk pada posisi 1500 bp mengindikasikan bahwa fragmen DNA target memiliki ukuran molekul sebesar 1500 pasang basa yang sesuai dengan target amplifikasi yang diharapkan. Penggunaan gel agarose 2% merupakan pilihan yang tepat untuk separasi fragmen DNA berukuran 1500 bp karena memberikan resolusi yang baik untuk fragmen DNA dalam rentang tersebut.

Tabel 3. Hasil Skuensing DNA Pengkode 16s rRNA

| NO | Hasil Skuensing                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Keterangan       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1. | AGAGTTTGATCCTGGCTCAGATTGAACGCTGGCGGCAGGCCTAA<br>CACATGCAAGTCGAACGGTAACAGGAAGAAGCTTGCTTCTTTGC<br>TGACGAGTGGCGGACGGGTGAGTAATGTCTGGGAAACTGCCTGA<br>TGGAGGGGGATAACTACTGGAACGGTAGCTAATACCGCATAACG<br>TCGCAAGACCAAAGAGGGGGACCTTCGGGCCTCTTGCCATCGGA<br>TGTGCCCAGATGGGATTAGCTAGTAGGTGGGGTAACGGCTCACCT<br>AGGCGACGATCCCTAGCTGGTCTGAGAGGATGACCAGCCACACTG<br>GAACTGAGACACGGTCCAGATTCTACGGGAGGCAGCAGTGGGG<br>AATATTGCACAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCCATGCCGCGTGT<br>ATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTACTTTCAGCGGGGAGGA<br>AGGGAGTAAAGTTAATACCTTTGCTCATTGACGTTACCCGCAGAA<br>GAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGAG<br>GGTGCAAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGCACGCAG<br>GCGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGG<br>AACTGCATCTGATACTGGCAAGCTTGAGTCTCGTAGAGGGGGGT<br>AGAATTCCAGGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGAGGAA<br>TACCGGTGGCGAAGGCGGCCCCCTGGACGAAGACTGACGCTCA<br>GGTGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAG<br>TCCACGCCGTAAACGATGTCGACTTGGAGGTTGTGCCCTTGAGG<br>CGTGGCTTCCGGAGCTAACGCGTTAAGTCGACCGCCTGGGGAGT<br>ACGGCCGCAAGGTTAAACTCAAATGAATTGACGGGGGCCCCGA<br>CAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGATGCAACGCGAAGAAC<br>CTTACCTGGTCTTGACATCCACGGAAGTTTTTCAGAGATGAGAATG<br>TGCCTTCGGGAACCGTGAGACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAG<br>CTCGTGTGTGAAATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAAC<br>CCTTATCCTTTGTTGCCAGCGGTCCGGCCGGGAACCTCAAAGGAG<br>ACTGCCAGTGATAAACTGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGT<br>CATCATGGCCCTTACGACCAGGGCTACACACGTGCTACAATGGCG<br>CATACAAAGAGAAGCGACCTCGCGAGAGCAAGCGGACCTCATAA<br>AGTGCGTCGTAGTCCGGATTGGAGTCTGCAACTCGACTCCATGAA<br>GTCGGAATCGCTAGTAATCGTGGATCAGAATGCCACGGTGAATAC<br>GTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCGTCACACCATGGGAGTGGG<br>TTGCAAAAGAAGTAGGTAGCTTAACCTTCGGGAGGGCGCTTACCA<br>CTTTGTGATTGACTGGGGTGAAGTCGTAACAAGGTAACC | Escherichia coli |

Berdasarkan hasil tabel diatas didapatkan hasil skuensing seperti pada tabel 3 selanjutnya hasil dicocokkan pada data di *gene bank Basic Local Aligment Search Tool (BLAST)* pada *National Center for Biotechnology Information, National Institute for Health, USA* pada website <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/> yang akan menunjukkan kekerabatan spesies tersebut secara genetic. Hasil BLAST menunjukan kesamaan spesies DNA tersebut dengan bakteri bakteri *Escherichia coli* dengan persentase 99%.

## PEMBAHASAN

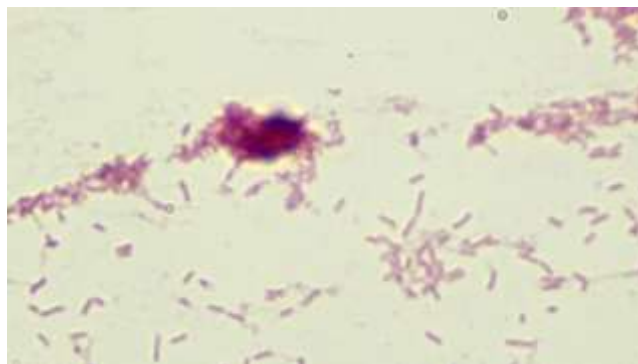
Pada bagian ini akan dibahas hasil pengamatan terhadap morfologi koloni bakteri *Escherichia coli* yang diperoleh dari penelitian ini dapat dilihat pada media EMB. Ada 4 koloni yang berwarna hijau metalik, elevasi cembung, koloni mengkilap dan tekstur halus yaitu sampel dengan kode 9, 23, 25, dan 28. Dari keempat isolat bakteri yang tumbuh dapat dipastikan memiliki ciri ciri yang sama setelah dimurnikan seperti ciri-ciri pada bakteri *Escherichia coli* di media EMB.



**Gambar 2. Hasil Kultur bakteri *Escherichia coli* pada media EMB**

Terbentuknya warna hijau metalik tersebut menunjukkan bahwa bakteri *Escherichia coli* memfermentasi laktosa dengan kuat dan menghasilkan asam dalam jumlah banyak, yang memicu perubahan warna khas pada media. Hasil isolasi di dapat kan positif *Escherichia coli* sebanyak yaitu 4 (13,3%) koloni. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian sebelum nya yaitu oleh Mita Zuliana *et al.*, (2023), Mengenai identifikasi bakteri pada luka ulkus 40 pasien penderita dm dan di dapat hasil sebanyak 12,5% sampel positif *Escherichia coli* (13). Penelitian lainnya oleh Kesuma *et al.*, (2023) Mengenai Profil bakteri patogen dan antibiotik pada gangren diabetes melitus di RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda didapatkan hasil sebanyak 7% sampel positif *Escherichia coli* dari 29 sampel yang digunakan (14).

Selain pengamatan makroskopis, identifikasi *Escherichia coli* juga diperkuat melalui uji mikroskopis yang memberikan gambaran lebih rinci mengenai morfologi dan karakter pewarnaan sel bakteri. Bakteri *Escherichia coli* termasuk ke dalam kelompok basil (batang) Ketika dilakukan pewarnaan Gram, *Escherichia coli* memberikan hasil yang ditandai dengan warna merah muda atau merah di bawah mikroskop. Hal ini disebabkan oleh struktur dinding selnya yang tipis dan tidak mampu mempertahankan pewarna kristal violet, tetapi menyerap pewarna safranin sebagai pewarna kontras, maka dari itu bakteri *Escherichia coli* termasuk ke dalam bakteri yang bersifat Gram Negatif. Secara morfologis, sel *Escherichia coli* biasanya tampak tersusun tunggal, meskipun kadang-kadang dapat terlihat berpasangan atau dalam rantai pendek (15).



**Gambar 3. Hasil Mikroskopis *Escherichia coli* pada pewarnaan gram**

Hasil dari pewarnaan gram yaitu di dapat bakteri berbentuk batang, susunan nya diplo basil dan berwarna merah muda pada sampel 9, 20,23, dan 25 maka dari itu bakteri ini bersifat gram negatif. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian sebelum nya yaitu oleh Cahyaningtyas *et al.*, (2024) bahwa bakteri *Escherichia coli* memiliki ciri-ciri berwarna merah muda, penampilan berbentuk batang kecil, tersusun sel tunggal. Warna merah pada bakteri dikarenakan bakteri Gram negatif tidak menyerap kristal violet yang disebabkan tipisnya peptidoglikan yang dimiliki bakteri

tersebut. Hal ini mengakibatkan pada saat pencucian dengan alkohol, kristal violet tersebut luntur dan tidak dapat diserap, sehingga terwarnai kembali oleh zat warna dari safranin yang menyebabkan bakteri Gram negatif berwarna merah (16).

Hasil elektroforesis pada sampel DNA dari keempat sampel bakteri menunjukkan pita DNA berada pada 1505-1514bp. Elektroforesis dilakukan menggunakan gel agarose 2% selama 1 jam. Pita DNA yang terbentuk pada posisi 1500 bp mengindikasikan bahwa fragmen DNA target memiliki ukuran molekul sebesar 1500 pasang basa yang sesuai dengan target amplifikasi yang diharapkan. Penggunaan gel agarose 2% merupakan pilihan yang tepat untuk separasi fragmen DNA berukuran 1500 bp karena memberikan resolusi yang baik untuk fragmen DNA dalam rentang tersebut. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Noer dkk (2021) yang menyatakan bahwa panjang urutan gen *16S rRNA* adalah sekitar 1.550 bp (17).

Hasil skuensing seperti pada tabel 3 selanjutnya hasil dicocokkan pada data di *gene bank Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST) pada *National Center for Biotechnology Information, National Institute for Health, USA* pada website <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/> yang akan menunjukkan kekerabatan spesies tersebut secara genetic. Hasil BLAST menunjukkan kesamaan spesies DNA tersebut dengan bakteri *Escherichia coli* dengan persentase 99%. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fatimawali dkk (2011) yang menyatakan Hasil sequencing DNA dianalisis menggunakan metode BLAST melalui media Online NCBI, untuk mencari kesamaan urutan nukleotida gen *16S rRNA* dalam menentukan spesies bakteri (18).

## PENUTUP

Deteksi gen 16S rRNA mengonfirmasi keberadaan *E. coli* pada 13,3% sampel ulkus diabetikum, menandakan metode ini lebih spesifik daripada kultur konvensional.

Disarankan penelitian lanjutan perlu dilakukan analisis multigen dan pengujian sensitivitas antibiotik untuk memahami potensi patogenitas isolat.

## DAFTAR RUJUKAN

1. Umiyati. Analisis Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Hiperglikemia Pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 Di Poliklinik Penyakit Dalam RSUD Dr. Dradjat Prawiranegara Serang. *J Ilm Keperawatan* Vol 2 No 3 Desember 2021. 2021;4(1):6.
2. Rivki M, Bachtiar AM, Informatika T, Teknik F, Indonesia UK. Faktor Risiko Kejadian Diabetes Mellitus. 2021;9(112):94–102.
3. Widiyari KR, Wijaya IMK, Suputra PA. Diabetes Mellitus Tipe 2: Faktor Risiko, Diagnosis, Dan Tatalaksana. *Ganesha Med*. 2021;1(2):114.
4. Lestari I. Hubungan Antara Aktivitas Fisik Dengan Kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2 Di Kota. 2021;8–12.
5. IDF. *IDF Diabetes Atlas*, 9th edn. 2019.
6. Pratama YK, Yuswar MA, Nugraha F. Gambaran Kualitas Hidup Pasien Diabetes Mellitus Menggunakan Instrumen DQLCTQ Studi Kasus : Puskesmas X Kota Pontianak. *Indones J Pharm Educ*. 2023;3(3):2775–3670.
7. Sepia Putri Regina Prayoga, Annisa Andriyani. Penerapan Perawatan Luka Ulkus Diabetik dengan NaCl 0.9% pada Pasien Diabetes Mellitus di RS PKU Muhammadiyah Karanganyar. *Protein J Ilmu Keperawatan dan Kebidanan* . 2024;2(4):179–87.
8. Nugroho RB, Wibawa DAA, Prasetyanto ME, Mojosongo S, Mojosongo S, Tengah J, et al. Profil Sensitivitas Antibiotik Terhadap Isolat Bakteri Swab Luka Penderita Diabetes Mellitus. 2024;16:23–33.
9. Wulandari E. Perbaikan Kerusakan Mikroskopis Luka Sayat Mencit (*Mus Muskulus.L*) Hiperglikemia Terinfeksi *Escherichia coli* Setelah Pemberian Salep Ekstak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura L.*). *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*

- Universitas Lampung. (TESIS); 2024.
10. Tania POA, Listyawati AF, Soekanto A, Simamora D, Purbowati R. Studi Invitro dan Insilico Efektivitas Antibakteri Kunyit Putih Terhadap Hambatan Pertumbuhan Escherichia Coli. *Indones J Infect Dis*. 2024;10(1):47–67.
  11. Muna F, Khairi. Efektivitas Identifikasi Bakteri Sumber Infeksi dengan Metode Polymerase Chain Reaction (PCR) Multipleks. *Semin Nas Biol Inov dan Pembelajaran Biol V*. 2020;(Ip2b Iv):164–5.
  12. Wardani TS, Tanikolan RA. Analisis Cemaran Bakteri Escherichia Coli, Salmonella pada Depot Amiu Kelurahan Cemani Kabupaten Sukoharjo. *Semin Inf Kesehat Nasional*. 2021;148–57.
  13. Mita Zuliana N, Suliati S, Endarini LH. Identifikasi Bakteri pada Luka Ulkus Pasien Diabetes Mellitus. *JPP (Jurnal Kesehat Poltekkes Palembang)*. 2023;18(2):205–11.
  14. Kesuma S, Wahyuni D, Azahra S, Studi P, Laboratorium DT, Kemenkes P, et al. DIABETES MELITUS DI RSUD ABDUL WAHAB SJAHRANIE SAMARINDA. 2023;12(1):159–70.
  15. Lubis ST, Erina, Hasan M, Abrar M, Rahmi E, Darniati, et al. Isolasi Eschericia coli Patogen Pada Hamster (*Mesocricetus auratus*) Isolation of Pathogenic Eschericia coli in Hamster (*Mesocricetus auratus*). *J Ilm Mhs Vet*. 2024;8(2):74–82.
  16. Cahyaningtyas DE, Gaina CD, Tangkonda E. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Escherichia coli, Klebsiella sp., Dan Staphylococcus aureus Pada Ambing dan Susu Kambing Peranakan Etawa. *J Vet Nusantara*. 2024;7(1):41–52.
  17. Noer S. Identifikasi Bakteri secara Molekular Menggunakan 16S rRNA. *EduBiologia Biol Sci Educ J*. 2021;1(1):1.
  18. Fatimawali F, Badaruddin F, Yusuf I. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Resistensi Merkuri Dari Muara Sungai Sario Yang Dapat Digunakan Untuk Detoksifikasi Limbah Merkuri. *J Ilm Sains*. 2011;15(1):282.