



Analisis Hasil Uji Sensitivitas Bakteri pada Ulkus Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Salah Satu Rumah Sakit Yogyakarta

Fadhilah Zalfa Cahyaningrum¹, Dhiah Novalina², Monika Putri Solikah³

^{1,2,3}Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: ¹zalfacahyaningrum08@gmail.com, ²dhiah.novalina@unisayogya.ac.id

Abstract

Diabetic ulcers are a condition that occurs in individuals suffering from diabetes mellitus due to damage to the nerves and peripheral arteries, leading to wound infections and damage to the skin tissue. The focus of this research is to determine the prevalence by gender, the types of bacteria that infect diabetic ulcers, and the patterns of antibiotic sensitivity at a hospital in Yogyakarta in 2024. This research employs a descriptive analytic design using a cross-sectional approach. The sampling technique uses total sampling, selecting all members of the population who meet inclusion and exclusion criteria. The data for this study were obtained from medical records during the period from January 1st to December 31st, 2024, with a total sample size of 86 diabetic ulcer patients. Of these patients, 53 are male and 33 are female who suffer from Type 2 Diabetes Mellitus with complications of diabetic ulcers. In addition, this research found 26 types of bacteria, where gram-negative bacteria are more dominant with 51 samples, while gram-positive bacteria amount to 35 samples. The most dominant type of gram-negative bacteria detected is Escherichia coli, while the most commonly identified gram-positive bacteria is Staphylococcus aureus. The antibiotics that are sensitive to gram-negative bacteria are meropenem, cefepime, and chloramphenicol. Meanwhile, the effective antibiotics against gram-positive bacteria are linezolid, gentamicin, and ciprofloxacin.

Keywords: Type 2 Diabetes Mellitus, Diabetic Ulcer, Antibiotic, Sensitivity Testing.

Abstrak

Ulkus diabetikum adalah kondisi yang terjadi pada orang yang menderita diabetes melitus karena kerusakan pada saraf dan arteri perifer, yang menyebabkan infeksi luka serta kerusakan pada jaringan kulit. Fokus penelitian ini adalah agar dapat mengetahui prevalensi jenis kelamin, jenis bakteri yang menginfeksi ulkus diabetikum, dan pola sensitivitas antibiotik di Salah Satu Rumah Sakit Yogyakarta pada tahun 2024. Penelitian ini menggunakan desain deskriptif analitik menggunakan pendekatan *cross-sectional*. Teknik sampel menggunakan total sampling yaitu memilih seluruh anggota populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Data penelitian ini diperoleh dari rekam medis selama periode 1 Januari hingga 31 Desember 2024, dengan jumlah sampel sebanyak 86 penderita ulkus diabetikum. Dari total pasien tersebut, 53 merupakan laki-laki dan 33

perempuan yang menderita Diabetes Melitus Tipe 2 dengan komplikasi ulkus diabetikum. Selain itu pada riset ini, ditemukan 26 jenis bakteri, di mana bakteri gram negatif lebih dominan dengan 51 sampel, sedangkan bakteri gram positif berjumlah 35 sampel. Jenis bakteri gram negatif yang paling dominan terdeteksi yaitu *Escherichia coli*, sementara bakteri gram positif yang paling umum teridentifikasi yaitu *Staphylococcus aureus*. Kemudian antibiotik yang sensitive terhadap bakteri gram negatif adalah meropenem, cefepime, chloramphenicol. Sedangkan antibiotik yang efektif terhadap bakteri gram positif yaitu linezolid, gentamycin, ciprofloxacin.

Kata Kunci: Diabetes Melitus Tipe 2, Ulkus diabetikum, Antibiotik, Uji Sensitivitas.

PENDAHULUAN

Salah satu tanda Diabetes Melitus adalah peningkatan kadar gula darah dengan gangguan metabolisme karbohidrat, lipid, dan protein karena insufisiensi fungsi insulin (Nur, 2016). Menurut Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, prevalensi provinsi DIY sebesar 4,5% lebih tinggi dari 2,4% prevalensi nasional dan 4,79% di Kota Yogyakarta (Riskedas, 2018). Diabetes Melitus Tipe 2 merupakan kondisi beragam yang muncul sebagai hasil dari kombinasi berbagai faktor genetik yang terkait dengan gangguan sekresi insulin dan resistensi insulin, serta dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti obesitas, pola makan berlebihan, kurangnya aktivitas fisik, stress, dan proses penuaan (Lestari *et al.*, 2021).

Penyakit Diabetes Melitus dapat menyebabkan masalah pada pembuluh darah makro dan mikro, serta masalah pada sistem saraf yang dikenal sebagai neuropati (Adi, 2019). Menurut penelitian Ramadani *et al.* (2024) seseorang yang menderita Diabetes Melitus Tipe 2 ini akan lebih rentan terkena komplikasi ulkus diabetikum. Hal ini dikarenakan kadar kolesterol, LDL, dan trigliserida cenderung lebih tinggi. Kondisi tersebut meningkatkan resiko terjadinya aterosklerosis, yang menyebabkan ulkus diabetikum (Ramadani *et al.*, 2024). Ulkus diabetikum adalah kondisi yang disebabkan oleh abnormalitas syaraf dan gangguan arteri perifer yang terjadi pada penderita Diabetes Melitus, yang menyebabkan infeksi tukak dan kerusakan jaringan kulit (Roza, 2015).

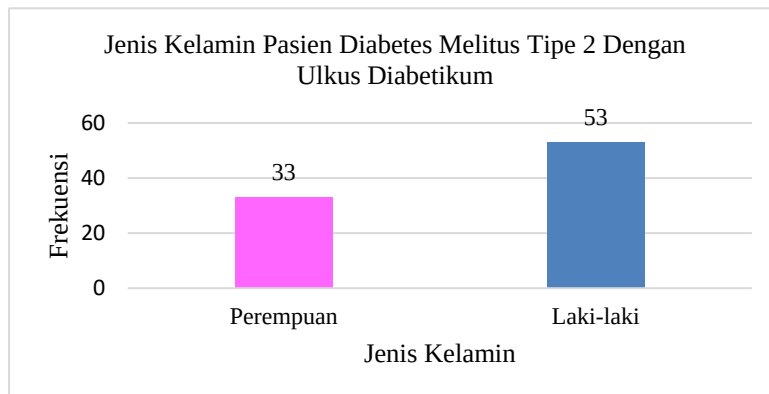
Ulkus diabetikum sering kali dipicu oleh infeksi bakteri, infeksi ini bisa menyebar ke jaringan sekitarnya dan menyebabkan komplikasi lebih lanjut (Wijaya *et al.*, 2019). Hal yang dilakukan untuk menangani infeksi ulkus diabetikum oleh bakteri dibutuhkan tindakan medis yang tepat, salah satunya menggunakan antibiotik. Untuk mendapatkan terapi antibiotik yang sesuai, maka dilakukan uji sensitivitas bakteri terlebih dahulu (Sari *et al.*, 2018). Uji sensitivitas bakteri memiliki tujuan untuk mengetahui jenis antibiotik yang paling optimal dalam mengobati infeksi pada pasien dengan ulkus diabetikum (Ramadhani & Roslina, 2020). Studi yang dilakukan oleh Septi (2015) menegaskan bahwa pemakaian antibiotik yang tidak tepat dapat mengakibatkan resistensi yang berbeda antar rumah sakit, sehingga pola sensitivitas antibiotik juga berbeda.

Oleh sebab itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang analisis hasil uji sensitivitas bakteri pada ulkus penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Salah Satu Rumah Sakit Yogyakarta. Peneliti hanya memilih pasien Diabetes Melitus Tipe 2 meskipun terdapat beberapa jenis penyakit Diabetes Melitus, hal ini dikarenakan penyakit Diabetes Melitus Tipe 2 merupakan jenis Diabetes yang paling umum dan pasien Diabetes Melitus Tipe 2 lebih rentan terkena komplikasi ulkus diabetikum. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui prevalensi jenis kelamin, jenis bakteri, dan pola sensitivitas antibiotik pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2 dengan komplikasi ulkus diabetikum di Salah Satu Rumah Sakit Yogyakarta. Sehingga dengan mengetahui profil sensitivitas bakteri, tenaga medis dapat memilih terapi antibiotik yang tepat, untuk mengurangi terjadinya resistensi antibiotik dan mencegah komplikasi lebih lanjut.

METODE

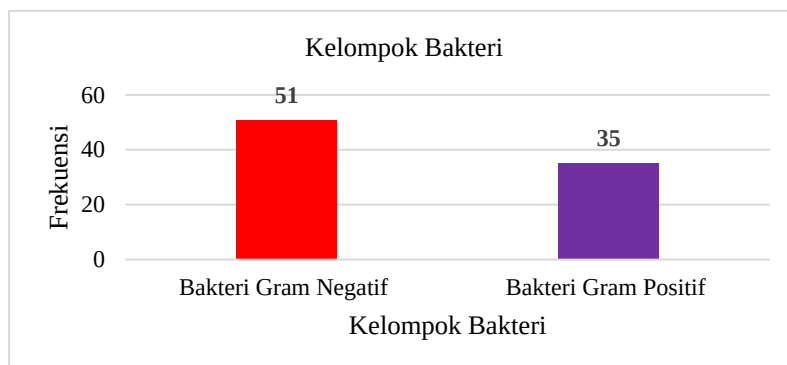
Studi ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain deskriptif analitik. Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk frekuensi untuk jenis bakteri dan kelompok bakteri, kemudian untuk pola sensitivitas antibiotik disajikan dalam bentuk presentase dan tidak ada uji kelanjutan untuk mengukur antar variabel. Kemudian pendekatan *cross sectional* diaplikasikan pada penelitian ini. Dalam penelitian ini, semua anggota populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dipilih sebagai sampel penelitian. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah penderita Diabetes Melitus Tipe 2 dengan komplikasi ulkus diabetikum dan data rekam medis Januari – Desember 2024. Sedangkan kriteria eksklusi pada penelitian ini ialah penderita Diabetes Melitus Tipe 1, penderita Diabetes Gestasional, data rekam medis yang tidak lengkap, dan data rekam medis sebelum tahun 2024. Penelitian ini berlangsung di Salah Satu Rumah Sakit Yogyakarta periode 1 Januari -31 Desember 2024. Sampel pada riset ini berjumlah 86 sampel. Studi ini telah memperoleh kelayakan etik (ethichal clearance) dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta dengan nomor: 00171/KT.7.4/V/2025.

HASIL



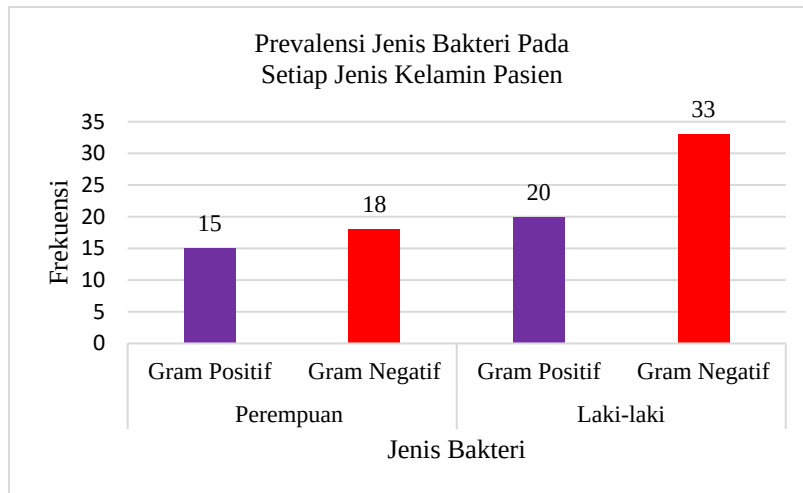
Gambar 1 Diagram prevalensi jenis kelamin

Berdasarkan Gambar 1 jenis kelamin sebagian besar pasien Diabetes Melitus Tipe 2 dengan komplikasi ulkus diabetikum, berjenis kelamin laki-laki dengan jumlah 53 pasien dan yang berjenis kelamin perempuan 33 pasien.



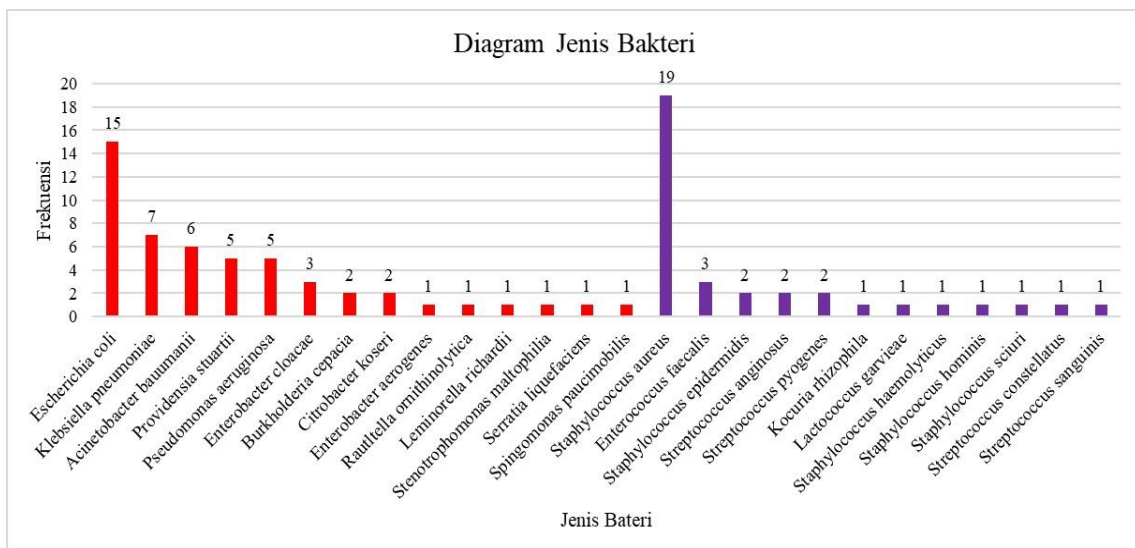
Gambar 2 Diagram kelompok bakteri

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui dari 86 sampel kultur bakteri, sebagian besar hasil kultur bakteri tergolong bakteri gram negatif, yaitu sebanyak 51 sampel, sedangkan bakteri gram positif sebanyak 35 sampel.



Gambar 3 Diagram prevalensi jenis bakteri pada setiap jenis kelamin pasien

Berdasarkan Gambar 3 prevalensi bakteri bersifat gram negatif pada jenis kelamin perempuan 18 pasien dan bakteri gram positif berjumlah 15 pasien, kemudian pada jenis kelamin laki-laki bakteri gram negatif 33 pasien dan gram positif 20 pasien.



Gambar 4 Diagram jenis bakteri

Berdasarkan Gambar 4 jenis bakteri gram negative yang ditemukan antara lain *Escherichia coli* (15 Sampel), *Klebsiella pneumoniae* (7 sampel), *Acinetobacter baumannii* (6 sampel), *Providencia stuartii* (5 sampel), *Pseudomonas aeruginosa* (5 sampel), *Enterobacter cloacae* (3 sampel), *Burkholderia cepacia* (2 sampel), *Citrobacter koseri* (2 sampel), *Enterobacter aerogenes* (1 sampel), *Raulitella ornithinolytica* (1 sampel), *Leminorella richardii* (1 sampel), *Stenotrophomonas maltophilia* (1 sampel), *Serratia liquefaciens* (1 sampel), dan *Spingomonas paucimobilis* (1 sampel). Sedangkan bakteri gram positif antara lain *Staphylococcus aureus* (19 sampel), *Enterococcus faecalis* (3 sampel), *Staphylococcus epidermidis* (2 sampel), *Streptococcus anginosus* (2 sampel), *Streptococcus pyogenes* (2 sampel), *Kocuria rhizophila* (1 sampel), *Lactococcus garvieae* (1 sampel), *Staphylococcus haemolyticus* (1 sampel), *Staphylococcus hominis* (1 sampel), *Streptococcus sciuri* (1 sampel), *Streptococcus constellatus* (1 sampel), dan *Streptococcus sanguinis* (1 sampel).

Tabel 1 Pola sensitivitas antibiotik

No	Jenis Bakteri	Jenis Antibiotik	Pola Sensitivitas	
			Sensitif (%)	Resisten (%)
1	<i>Escherichia coli</i>	Meropenem	93,3	6,7
		Cefotaxime	20,0	80,0
		Ampicilin	6,7	93,3
2	<i>Klebsiella pneumonia</i>	Amikacin	85,7	14,3
		Aztreonam	71,4	28,6
		Ceftazidime	71,4	28,6
3	<i>Enterococcus faecalis</i>	Ampicilin	66,7	33,3
		Tetracyclin	66,7	33,3
		Gentamicin		100,0
4	<i>Enterobacter cloacae</i>	Cefepime	100,0	
		Chloramphenicol	66,7	33,3
		Ampicilin		100,0
5	<i>Staphylococcus aureus</i>	Gentamicin	52,6	47,4
		Ciprofloxacin	47,4	52,6
		Penicilin G		100,0
6	<i>Acinetobacter baumannii</i>	Ampicilin	33,3	66,7
		Subactam		
		Meropenem	33,3	66,7
		Ciprofloxacin	16,7	83,3
7	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Meropenem	80,0	20,0
		Ciprofloxacin	60,0	40,0
		Levofloxacin	40,0	60,0
8	<i>Providencia stuartii</i>	Meropenem	100,0	
		Amikacin	60,0	40,0
		Chloramphenicol	20,0	80,0
9	<i>Streptococcus pyogenes</i>	Erytromycin	100,0	
		Penicilin	100,0	
		Gentamicin		100,0
10	<i>Citrobacter koseri</i>	Chloramphenicol	100,0	
		Imipenem	100,0	
		Piperacilin	100,0	
11	<i>Streptococcus anginosus</i>	Vancomycin	100,0	
		Linezolid	50,0	50,0
		Gentamycin		100,0
12	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Linezolid	100,0	
		Ampicilin	50,0	50,0
		Gentamycin		100,0
13	<i>Burkholderia cepacia</i>	Ciprofloxacin	100,0	
		Ceftazidime	50,0	50,0
		Ampicilin		100,0
14	<i>Spingomonas paucimobilis</i>	Cefepime	100,0	
		Ceftazidime	100,0	
		Ceftriaxone	100,0	
15	<i>Kocuria rhizophila</i>	Clindamycin		100,0
		Meropenem		100,0
		Tigecycline		100,0

16	<i>Streptococcus sanguinis</i>	Chloramphenicol	100,0	
		Meropenem	100,0	
		Gentamycin		100,0
17	<i>Staphylococcus hominis</i>	Tetracyclin	100,0	
		Ceftazidime	100,0	
		Cefepime	100,0	
18	<i>Raultella ornithinolytica</i>	Meropenem	100,0	
		Amikacin	100,0	
		Cefazolin		100,0
19	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	Linezolid	100,0	
		Penicilin G		100,0
		Erytromycin		100,0
20	<i>Staphylococcus sciuri</i>	Ciprofloxacin	100,0	
		Gentamycin	100,0	
		Penicillin G		100,0
21	<i>Lactococcus garvieae</i>	Ceftriaxone		100,0
		Erytromycin		100,0
		Ceftazidime		100,0
22	<i>Serratia liquefaciens</i>	Amikacin	100,0	
		Tigecycline	100,0	
		Gentamycin		100,0
23	<i>Leminorella richardii</i>	Cefepime	100,0	
		Chloramphenicol	100,0	
		Levofloxacin		100,0
24	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	Levofloxacin	100,0	
		Tetracyclin		100,0
		gentamycin		100,0
25	<i>Enterobacter aerogenes</i>	Cefepime	100,0	
		Tigecycline	100,0	
		Ampicillin		100,0
26	<i>Streptococcus constellatus</i>	Tobramycin		100,0
		Amikacin		100,0
		Chloramphenicol		100,0

PEMBAHASAN

Proses laboratorium yang disebut kultur bakteri dilakukan pada sampel usapan luka ulkus diabetikum untuk menentukan jenis bakteri yang menyebabkan infeksi pada luka ulkus diabetikum (Lipsky *et al.*, 2016). Sampel usapan luka ulkus diabetikum diambil, kemudian ditanam pada media kultur yang tepat untuk membiakkan bakteri (Gardner *et al.*, 2017). Untuk mengetahui seberapa efektif antibiotik terhadap bakteri yang menyebabkan infeksi, seseorang dapat menjalani pemeriksaan sensitivitas antibiotik (Patel *et al.*, 2017). Pemeriksaan ini mengukur kemampuan antibiotik untuk mencegah atau membunuh bakteri (Jorgensen *et al.*, 2016). Hasil uji kepekaan antibiotik dapat memandu dokter dalam menentukan antibiotik yang sesuai untuk terapi infeksi, sehingga meningkatkan efektivitas pengobatan dan menurunkan kemungkinan terjadinya resistensi antibiotik (Humphries *et al.*, 2018).

Pemeriksaan sensitivitas yang dilakukan di laboratorium mikrobiologi di Salah Satu Rumah Sakit Yogyakarta menggunakan alat BD Phoenix 50. Alat BD Phoenix 50 memanfaatkan teknologi mutakhir untuk mengamati pertumbuhan bakteri serta menilai efektivitas antibiotik, sehingga mampu menghasilkan data yang cepat dan tepat (Rhoads

et al., 2018). Carroll *et al* (2017) melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa alat BD Phoenix 50 sangat akurat dalam mengukur Tingkat efektivitas antibiotik pada bakteri gram negatif dan gram positif. Alat BD Phoenix 50 juga dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk melakukan pemeriksaan sensitivitas antibiotik sehingga proses pengobatan pasien dapat dipercepat (Humphires *et al.*, 2018).

Gambaran prevalensi jenis kelamin pasien Diabetes Tipe 2 dengan komplikasi ulkus diabetikum

Berdasarkan Gambar 1, data yang diperoleh menunjukkan bahwa prevalensi jenis kelamin laki-laki lebih besar daripada jenis kelamin perempuan. Temuan dari penelitian ini konsisten dengan studi sebelumnya yang dilakukan oleh Sugiyono (2019) jumlah laki-laki lebih banyak yaitu 15 pasien dan Perempuan 11 pasien. Selain itu, pada studi yang dilakukan oleh Febiola (2022) menjelaskan prevalensi laki-laki juga lebih banyak yaitu 10 pasien dan perempuan 8 pasien. Laki-laki memiliki prevalensi ulkus diabetikum yang lebih tinggi dibandingkan perempuan, karena mereka biasanya memiliki rentang gerak sendi yang lebih rendah dan tekanan pada kaki yang lebih besar. Kondisi ini meningkatkan risiko neuropati pada pasien Diabetes Melitus laki-laki, yang merupakan penyebab utama ulkus (Al-rubeaan *et al.*, 2015). Hal ini dikarenakan oleh kebiasaan laki-laki yang lebih aktif secara fisik di luar ruangan dengan kondisi panas dan lembab, serta kurangnya perhatian terhadap perawatan kaki jika dibandingkan perempuan (Rizqiyah *et al.*, 2020). Menurut penelitian lain, Wanita lebih cenderung mengalami ulkus diabetikum. Sari (2018) dalam penelitiannya menemukan bahwa frekuensi perempuan mencapai 17 pasien, sedangkan laki-laki 11 pasien. Anggriawan (2014) dalam penelitiannya juga menemukan frekuensi 16 perempuan dan 10 laki-laki.

Risiko terkena Diabetes Melitus Tipe 2 juga dipengaruhi oleh perbedaan hormonal dan metabolik antara laki-laki dan perempuan. Wanita mempunyai distribusi lemak tubuh yang tidak sama dan kadar lipid yang dapat memperburuk resistensi insulin. Hal ini meningkatkan kemungkinan komplikasi seperti ulkus diabetikum (Nasution *et al.*, 2021). Hardiyanti *et al.* (2021) mengatakan bahwa wanita lebih rentan terhadap diabetes tipe 2 dan komplikasinya karena faktor hormonal dan metabolisme tubuh mereka.

Gambaran bakteri pada ulkus pasien penderita Diabetes Melitus Tipe 2

Gambar 2 menunjukkan hasil pemeriksaan kultur bakteri pada 86 pasien Diabetes Melitus Tipe 2 yang mengalami komplikasi ulkus diabetikum di Salah Satu Rumah Sakit Yogyakarta pada tahun 2024. Hasil bakteri gram negatif (51 sampel) lebih banyak daripada hasil bakteri gram positif (35 sampel). Bakteri yang diidentifikasi dapat dipengaruhi oleh lokasi dan waktu penelitian yang berbeda.

Hasil studi yang diperoleh sejalan dengan Pinem & Roslina (2020) yang menunjukkan bahwa bakteri gram negatif lebih dominan dengan presentase 72,8% dibandingkan bakteri gram positif sebesar 27,2%. Bakteri gram negatif yang paling banyak ditemukan adalah *Klebsiella* sp. sebanyak 7 isolat dan *Proteus* sp. sebanyak 6 isolat, sementara *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri yang paling sering teridentifikasi (6 isolat). Selain itu, studi oleh Febiola & Wicaksana (2022) juga melaporkan bahwa bakteri gram negatif paling banyak ditemukan adalah *Proteus mirabilis* dan *Klebsiella pneumonia*, masing-masing sebanyak 6 sampel. Sedangkan bakteri gram positif yang paling sering ditemukan yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus saprophyticus*, masing-masing sebanyak 2 sampel.

Hasil studi yang ditunjukkan pada Gambar 4 mengindikasikan bahwa *Escherichia coli* dan *Klebsiella pneumonia*, keduanya bakteri gram negatif dan merupakan jenis bakteri yang paling umum teridentifikasi. *Escherichia coli* merupakan bakteri gram

negatif yang berpotensi menyebabkan infeksi pada luka, seperti ulkus diabetikum. Kehadiran bakteri ini dapat memicu reaksi peradangan dan mengganggu proses penyembuhan luka (Nur & Marissa, 2016). *Klebsiella Pneumoniae* merupakan bakteri gram negatif yang kerap diidentifikasi sebagai penyebab utama infeksi pada ulkus diabetikum (Anggriani *et al.*, 2020). Infeksi *Klebsiella Pneumoniae* pada ulkus diabetikum dapat memperburuk kondisi luka dengan menimbulkan peradangan yang menghambat proses penyembuhan, serta meningkatkan kemungkinan terjadinya komplikasi serius seperti kerusakan saraf dan tulang, yang apabila tidak segera diatasi dengan baik berkemungkinan menyebabkan amputasi (Tang *et al.*, 2023).

Sementara itu, bakteri gram positif yang umum ditemukan sesuai dengan Gambar 4 adalah *Staphylococcus aureus* dan *Enterococcus faecalis*. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri gram positif yang membentuk koloni berwarna kuning keemasan dan memiliki beragam faktor virulensi yang mampu memperburuk infeksi serta mengganggu proses penyembuhan luka (Idris *et al.*, 2020). Ulkus diabetikum yang terinfeksi *S. aureus* meningkatkan risiko komplikasi serius, seperti peradangan berat dan kemungkinan amputasi jika tidak ditangani secara tepat. Selain itu, *S. aureus* memiliki pola resistensi antibiotik yang beragam, sehingga pemilihan antibiotik yang tepat sangat krusial untuk keberhasilan pengobatan (Zuliana *et al.*, 2023). Bakteri gram positif *Enterococcus faecalis* adalah salah satu penyebab infeksi ulkus diabetikum (Achya *et al.*, 2023). Bakteri tersebut dapat bertahan dalam kondisi lingkungan luka yang tidak menguntungkan dan mampu membentuk biofilm, yang memperburuk infeksi serta menghalangi proses penyembuhan luka (Umaroh *et al.*, 2017). Infeksi *E. faecalis* pada ulkus diabetikum kerap menunjukkan resistensi terhadap berbagai jenis antibiotik, sehingga penting untuk memilih terapi antibiotik yang sesuai berdasarkan hasil uji sensitivitas (Ratnasari., 2016).

Data dari penelitian ini mengungkapkan bahwa bakteri gram negatif adalah yang paling banyak dijumpai menginfeksi pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Salah Satu Rumah Sakit Yogyakarta dibanding bakteri gram positif. Kondisi ini disebabkan oleh lipopolisakarida (LPS) yang terdapat di membran luar bakteri gram negatif, lipopolisakarida merupakan suatu zat beracun yang melindungi bakteri dari sistem kekebalan tubuh serta menghambat penetrasi antibiotik. karena struktur ini, bakteri gram negatif cenderung lebih tahan terhadap pengobatan dan lebih agresif dalam menyebabkan infeksi pada ulkus diabetikum. Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 dengan tingginya kadar gula darah menciptakan kondisi yang mendukung pertumbuhan gram negatif. Selain itu, kadar glukosa yang tinggi juga memicu kematian jaringan, neuropati, dan terganggunya sirkulasi darah yang memperlambat penyembuhan luka, sehingga infeksi oleh bakteri gram negatif menjadi lebih dominan dan sulit diatasi (Sartika *et al.*, 2020). Dominasi jenis bakteri dapat bervariasi berdasarkan lokasi geografis dan kondisi fasilitas kesehatan. Meski demikian, secara umum bakteri gram negatif lebih sering teridentifikasi sebagai penyebab utama infeksi ulkus diabetikum dalam berbagai studi yang dilakukan di Indonesia maupun dinegara lain (Delima, 2022).

Bakteri gram negatif terbanyak yang teridentifikasi adalah *Escherichia coli*. Bakteri *Escherichia coli* yang umumnya terdapat didalam feses dapat menginfeksi ulkus diabetikum karena adanya beberapa faktor yang memudahkan bakteri ini berpindah dan menetap di luka. Pada penderita diabetes, luka yang terbuka serta lingkungan yang kaya nutrisi akibat tingginya kadar gula darah menciptakan kondisi yang memungkinkan bakteri dari saluran pencernaan atau lingkungan sekitar untuk berpindah dan berkembang biak di area ulkus tersebut (Anggriani *et al.*, 2020). Selain itu, kerusakan jaringan, gangguan sirkulasi darah, serta penurunan daya tahan tubuh pada pasien diabetes memudahkan bakteri *Escherichia coli* untuk melekat, bertahan hidup, dan menyebabkan infeksi pada ulkus diabetikum (Rahmah & Anita, 2025). Faktor lain yang berperan yaitu

kontaminasi silang dari feces ke luka, terutama jika kebersihan tidak terjaga dengan baik, sehingga *Escherichia coli* yang biasanya hidup di usus dapat masuk kedalam luka dan menyebabkan infeksi (Anggraini *et al.*, 2020).

Bakteri gram positif yang umumnya hidup sebagai flora normal dalam tubuh dapat menyebabkan infeksi ulkus diabetikum karena perubahan kondisi pada kulit dan jaringan lunak yang mengalami kerusakan memungkinkan bakteri tersebut berperan sebagai patogen (Lipsky *et al.*, 2016). Kondisi ini bisa terjadi akibat perubahan pH, tingkat kelembapan, serta ketersediaan nutrisi di area luka. Bakteri gram positif memiliki faktor virulensi yang memungkinkannya menyerang jaringan lunak dan menimbulkan kerusakan pada jaringan tersebut (Foster *et al.*, 2018). Faktor virulensi tersebut meningkatkan kemampuan bakteri dalam menyerang dan berkembang biak di jaringan lunak. Pada pasien Diabetes Melitus, sistem kekebalan tubuh yang melemah membuat mereka lebih mudah terserang infeksi oleh bakteri gram positif (Kumar *et al.*, 2018).

Bakteri gram positif yang paling umum terdeteksi pada penelitian ini ialah *Staphylococcus aureus*, meskipun merupakan komponen flora normal di kulit dan mukosa manusia mikroorganisme ini dapat menyebabkan infeksi pada ulkus diabetikum karena adanya beberapa faktor yang mendukung kemampuan kolonisasi dan virulensinya. Pada penderita diabetes, tingginya kadar glukosa darah menciptakan lingkungan yang kaya nutrisi sehingga mempermudah pertumbuhan bakteri ini di luka terbuka (Idris *et al.*, 2020). Selain itu, ulkus diabetikum yang bersifat kronis menyebabkan kerusakan jaringan dan gangguan sirkulasi darah, yang mengakibatkan penurunan fungsi sistem imun lokal dan memudahkan *Staphylococcus aureus* untuk melekat, bertahan hidup, serta berkembang biak di area luka (Mita *et al.*, 2023). Bakteri ini juga memiliki berbagai faktor virulensi, seperti produksi toksin dan kemampuan membentuk biofilm, yang meningkatkan kemampuannya dalam merusak jaringan serta menghindari respon imun dari inang (Fahdianto *et al.*, 2024).

Kategori pola sensitivitas antibiotik pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2 dengan komplikasi ulkus diabetikum

Uji sensitivitas bakteri merupakan suatu pemeriksaan laboratorium yang digunakan untuk menghentikan pertumbuhan bakteri secara *in vitro* (Information, 2024). Tujuan dari uji ini ialah untuk mengetahui seberapa efektif antibiotik dalam membunuh atau menghentikan bakteri penyebab infeksi, sehingga dapat membantu dalam menentukan terapi antibiotik yang tepat (Khusuma *et al.*, 2019). Antibiotik adalah senyawa kimia yang dihasilkan oleh mikroorganisme atau dibuat secara sintesis, yang berfungsi untuk menghentikan pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme lain, terutama bakteri (Alberts *et al.*, 2015).

Pemeriksaan sensitivitas antibiotik di Salah Satu Rumah Sakit Yogyakarta tidak semua antibiotik diujikan pada alat BD Phoenix M50, terdapat antibiotik yang di uji secara manual yaitu ceftriaxone hal tersebut dikarenakan keterbatasan panel antibiotik di alat BD Phoenix. Pemeriksaan Uji sensitivitas antibiotik secara manual di Salah Satu Rumah Sakit Yogyakarta menggunakan metode difusi cakram Kirby-Bauer yang mengacu pada standar *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) untuk melakukan pemeriksaan sensitivitas antibiotik. Sebagai bagian dari prosedur ini, setelah membuat suspensi bakteri, media Mueller-Hinton agar digunakan untuk inokulasi, cakram antibiotik ditempatkan, dan inkubasi dilakukan selama 18-24 jam pada suhu 35-37°C. Hasil pengukuran diameter zona hambat antibiotik kemudian diinterpretasikan sesuai dengan kriteria CLSI untuk menentukan kategori sensitif, intermediat, atau resisten. Hal tersebut membantu dalam menentukan terapi antibiotik yang tepat dan efektif untuk pasien ulkus diabetikum.

Antibiotik memiliki kemampuan untuk menghentikan sintesis protein bakteri dengan merusak fungsi subunit ribosom, yang menghambat produksi protein yang diperlukan bakteri (Kotra *et al.*, 2018). Jenis antibiotik yang memiliki kemampuan untuk mengikat subunit 30S ribosom dan menghentikan sintesis protein bakteri yaitu amikacin, gentamycin, tetracyclin, tigecycline, dan tobramycin. Sedangkan chloramphenicol, clindamycin, erythromycin dan linezolid mengikat subunit 50S ribosom untuk menghentikan sintesis protein bakteri.

Mekanisme antibiotik selanjutnya ialah dengan cara menghentikan sintesis peptidoglikan pada dinding sel bakteri, melemahkan struktur sel bakteri dan menyebabkan kematian sel Beta-laktam (Drawz *et al.*, 2016). Ampicilin, ampicillin-subactam, aztreonam, cefazolin, cefepime, cefotaxime, ceftazidime, ceftriaxone, imipenem, meropenem, penicillin, piperacillin, dan vancomycin merupakan antibiotik yang memiliki mekanisme tersebut.

Ciprofloxacin dan levofloxacin merupakan antibiotik yang memiliki kemampuan untuk menghentikan sintesis DNA bakteri melalui penghentian polimerisasi RNA atau pengikatan DNA gyrase dan topoisomerase IV yang menghentikan replikasi DNA bakteri (Aldred *et al.*, 2016).

Keterbatasan Penelitian

Karena penelitian ini hanya membahas satu rumah sakit di Yogyakarta, hasilnya mungkin tidak mencerminkan rumah sakit atau populasi yang lebih besar di daerah lain. Jenis dan pola bakteri serta sensitivitas terhadap antibiotik dapat dipengaruhi oleh perbedaan geografis, fasilitas Kesehatan, dan faktor lingkungan. Metode yang digunakan adalah *cross-sectional*, jadi hasilnya hanya mencakup satu periode waktu, yaitu dari 1 Januari hingga 31 Desember 2024. Studi ini tidak dapat mengevaluasi tren infeksi dan resistensi antibiotik secara jangka panjang. Penelitian ini belum mengidentifikasi faktor risiko yang berperan dalam dominasi bakteri gram negatif atau hubungan antara jenis kelamin, umur, komorbiditas, dan hasil sensitivitas antibiotik.

Implikasi Penelitian

Penelitian ini memberikan kesempatan untuk studi lebih lanjut yang lebih luas tentang faktor risiko infeksi bakteri tertentu pada ulkus diabetikum, tingkat keberhasilan penggunaan antibiotik yang direkomendasikan dalam praktik klinis, dan pengawasan hasil jangka panjang terapi. Temuan tentang dominasi bakteri gram negatif dan pola sensitivitas mendukung bahwa kebijakan penggunaan antibiotik di rumah sakit harus dioptimalkan untuk mengurangi perkembangan resistensi, seperti menerapkan program antibiotic stewardship.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar pasien Diabetes Melitus Tipe 2 dengan komplikasi ulkus diabetikum di Salah Satu Rumah Sakit Yogyakarta adalah laki-laki sebanyak 53 pasien (62%) dan 33 pasien perempuan (38%). Dari 86 sampel kultur bakteri yang diperiksa, bakteri gram negatif lebih dominan ditemukan yaitu sebanyak 51 sampel, dibandingkan dengan bakteri gram positif sebanyak 35 sampel. Jenis bakteri gram negatif yang paling banyak ditemukan yaitu *Escherichia coli* dan *Klebsiella pneumoniae*. Sedangkan bakteri gram positif terbanyak adalah *Staphylococcus aureus* dan *Enterococcus faecalis*. Kemudian jenis antibiotik yang sensitif terhadap bakteri gram negatif yaitu meropenem, cefepime, dan chloramphenicol. Sedangkan jenis antibiotik yang sensitif terhadap bakteri gram positif adalah linezolid, gentamycin, dan ciprofloxacin.

Menurut penelitian, peneliti menyarankan rumah sakit untuk meningkatkan program edukasi bagi pasien Diabetes Melitus Tipe 2 mengenai tata cara perawatan luka ulkus diabetikum yang tepat dan pentingnya pengendalian gula darah guna mencegah terjadinya infeksi lebih lanjut. Kemudian, saran bagi peneliti selanjutnya yaitu melakukan studi yang lebih komprehensif untuk mengidentifikasi faktor-faktor resiko yang berperan dalam dominasi bakteri gram negatif pada ulkus diabetikum. Selain itu, menilai secara mendalam efektivitas penggunaan antibiotik yang direkomendasikan (meropenem, cefepime, chloramphenicol untuk bakteri gram negatif; linezolid, gentamycin, ciprofloxacin untuk bakteri gram positif) dalam praktik klinis dengan pemantauan hasil jangka panjang. Saran bagi ahli teknologi laboratorium medis yaitu dapat membuat penelitian lanjutan tentang ada atau tidaknya korelasi antara jenis kelamin dengan frekuensi ulkus diabetikum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan rasa terima kasihnya kepada semua karyawan dan pihak manajemen di Salah Satu Rumah Sakit Yogyakarta yang sudah memberi kesempatan dan dukungan penuh kepada peneliti selama penelitian berlangsung. Bantuan, fasilitas, dan kerja sama yang diberikan sangat membantu penelitian ini berjalan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Achya, V. A., Eliana, F., & Kunci, K. (2023). *Gambaran Pola Bakteri pada Ulkus Diabetik di RSPAD Gatot Soebroto dan RSUP Fatmawati Overview of Bacterial Patterns in Diabetic Ulcer Patients at Gatot Soebroto Army Hospital and Fatmawati General Hospital*. 2(2), 179–184.
- Adi, S. (2019). *Pengelolaan Dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia*. PB Perkeni, 133.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2015). *Molecular biology of the cell* (6th ed.). New York, NY: Garland Science.
- Aldred, K. J., Kerns, R. J., & Osheroff, N. (2016). Mechanism of quinolone action and resistance. *Biochemistry*, 55(8), 1279-1294. <https://doi.org/10.1021/acs.biochem.5b01343>
- Al-rubeaan, K., Derwish, M. Al, Ouizi, S., & Youssef, A. M. (2015). Diabetic Foot Complications and Their Risk Factors from a Large Retrospective Cohort Study. 53(Cvd), 1–17.
- Anggraini, D., Yovi, I., Yefri, R., Christianto, E., & Syahputri, E. Z. (2020). Pola Bakteri dan Antibiogram Penyebab Ulkus Diabetikum di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau Periode 2015–2018. *Biomedika*, 12(1), 27-35.
- Carroll, K. C., Glanz, B. L., Borek, A., & Thompson, R. (2017). Evaluation of the BD Phoenix system for identification and antimicrobial susceptibility testing of Gram-positive cocci. *Journal of Clinical Microbiology*, 55(9), 2533–2541. <https://doi.org/10.1128/JCM.00570-17>
- Delima, A. A. (2022). Pola Bakteri Pada Ulkus Diabetikum Grade Tiga di Klinik Luka Diabetes Kota Makassar. *KOLONI*, 1(2), 691-695.

- Drawz, S. M., Bonomo, R. A., & Leonard, D. A. (2016). Structure-activity relationship among the beta-lactam antibiotics. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 24(20), 4763–4773. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2016.08.048>
- Fahdianto, A. N., Astriani, N. A., Pratama, V. Y., Hamzah, H., & Yudhawan, I. (2024). Penelusuran aktivitas antibiofilm dan formulasi spons *Petrosia sp.* sebagai nanogel penyembuh luka ulkus diabetikum akibat infeksi biofilm *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 9(2), 292–302. ISSN: 2502-647X; e-ISSN: 2503-1902.
- Foster, T. J., Geoghegan, J. A., Ganesh, V. K., & Höök, M. (2018). *Staphylococcus aureus*: A versatile pathogen. *Trends in Microbiology*, 26(12), 1003–1015. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2018.07.001>
- Gardner, S. E., Frantz, R. A., & Doebbeling, B. N. (2017). Wound sampling and culturing: A review of the literature. *Journal of Wound, Ostomy, and Continence Nursing*, 44(4), 347–354. .
- Humphries, R. M., Ambler, J., Mitchell, S. L., Castanheira, M., Dingle, T., Hindler, J. A., Koeth, L., & Sei, K. (2018). Antimicrobial susceptibility testing: A review of the literature. *Journal of Clinical Microbiology*, 56(5), e01917-17. <https://doi.org/10.1128/JCM.01917-17>
- Idris, I., Palisoa, Z., & Ernawati, A. (2020, September). Pola resistensi bakteri pada ulkus diabetik. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* 6(1): 140-143).
- Jorgensen, J. H., Carroll, K. C., Funke, G., Pfaller, M. A., Landry, M. L., Richter, S. S., & Warnock, D. W. (2016). Antimicrobial susceptibility testing: general considerations. In J. H. Jorgensen, M. A. Pfaller, K. C. Carroll, et al. (Eds.), *Manual of Clinical Microbiology* (11th ed., pp. 1254–1273). ASM Press.
- Khusuma, A., Safitri, Y., Yuniarni, A., & Rizki, K. (2019). Uji Teknik Difusi Menggunakan Kertas Saring Media Tampung Antibiotik dengan *Escherichia Coli* Sebagai Bakteri Uji. *Jurnal Kesehatan Prima*, 13(2), 151. <https://doi.org/10.32807/jkp.v13i2.257>
- Kotra, L. P., Haddad, J., & Mobashery, S. (2018). Aminoglycosides: A review of their mechanism of action and clinical use. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 73(5), 1154–1163. <https://doi.org/10.1093/jac/dkx518>
- Kumar, P. (2018). Diabetic foot infections: A review of the current status. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 12(9), OE01- OE05. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2018/36361.12101>
- Lestari, Zulkarnain, & Sijid, S. A. (2021). Diabetes Melitus: Review Etiologi, Patofisiologi, Gejala, Penyebab, Cara Pemeriksaan, Cara Pengobatan dan Cara Pencegahan. UIN Alauddin Makassar, November, 237–241. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb>
- Lipsky, B. A., Berendt, A. R., Deery, H. G., Embil, J. M., Joseph, W. S., Karchmer, A. W., ... & Tan, J. S. (2016). Diagnosis and treatment of diabetic foot infections. *Plastic and reconstructive surgery*, 117(7S), 212S-238S.

- Mita Zuliana, N., Suliati, S., & Endarini, L. H. (2023). Identifikasi Bakteri pada Luka Ulkus Pasien Diabetes Mellitus. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 18(2), 205–211. <https://doi.org/10.36086/jpp.v18i2.1835>
- Nasution, F., Andilala, A., & Siregar, A. A. (2021). Faktor risiko kejadian diabetes mellitus. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 9(2), 94-102.
- Nur, A. dan Marissa, N. (2016). Gambaran Bakteri Ulkus Diabetikum di Rumah Sakit Zainal Abidin dan Meuraxa Tahun 2015. *Buletin Penelitian Kesehatan*. Volume 44 No. 3. Hal. 187–196.
- Patel, J. B. (Ed.). (2017). *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing*. Amerika Serikat : Clinical and laboratory standards institute.
- Rahmah, H. A. N., & Anita, D. C. (2025, March). Gangguan integritas jaringan pada ulkus diabetikum. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas' Aisyiyah Yogyakarta* (Vol. 3, pp. 847-855).
- Ramadani, A. P., Ekayanti, A. K., Putra, F. M., Pendidikan, S., Dokter, P., & Kedokteran, F. (2024). Karakteristik Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 dengan Ulkus Diabetik dan Non Ulkus Diabetik di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar Tahun 2019 - 2021. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8, 10901.
- Ramadhani, K., & Roslina, A. (2020). Perbandingan Sensitivitas Amoxicillin Dan Eritromicin Terhadap *Streptococcus B Hemolyticus* pada Perokok. *Jurnal Pandu Husada*, 1(2), 117.
- Ratnasari, P. (2016). *Studi penggunaan antibiotik pada pasien diabetik foot ulcer (Penelitian di IRJ Poli Bedah RSUD Dr. Soetomo Surabaya)* (Disertasi). Universitas Airlangga.
- Riskesdas. (2018). Prevalensi Diabetes Melitus Berdasarkan Diagnosis Dokter.
- Rizqiyah, H., Soleha, T. U., Hanriko, R., & Apriliana, E. (2020). Pola Bakteri Ulkus Diabetikum Pada Penderita Diabetes Melitus Bacteriological Profile of Diabetic Foot Ulcer in RSUD Dr. H. Abdul Moeloek. *Majority*, 9, 128– 135.
- Rhoads, D. D., Wolcott, R. D., Sun, Y., Dowd, S. E., & Wolcott, B. M. (2018). Evaluation of the BD Phoenix automated microbiology system for identification and antimicrobial susceptibility testing of Gram-negative bacteria. *Journal of Clinical Microbiology*, 56(5), e01917-17. <https://doi.org/10.1128/JCM.01917-17>
- Roza, R. L., Afriant, R., & Edward, Z. (2015). Faktor risiko terjadinya ulkus diabetikum pada pasien diabetes mellitus yang dirawat jalan dan inap di RSUP Dr. M. Djamil dan RSI Ibnu Sina Padang. *Andalas Journal of Health*, 4(1).
- Sari YO, Almasdy D, Fatimah A.(2018). Evaluasi Penggunaan Antibiotik Pada Pasien Ulkus Diabetikum di Instalasi Rawat Inap (IRNA) Penyakit dalam RSUP Dr. M. Djamil Padang. *J Sains Farm Klin*.5:102.
- Sartika, D., Sari, T. M., & Hardiansyah, I. (2020). Pola kepekaan Bakteri Penyebab Ulkus Diabetikum Terhadap Antibiotika Di RSUP Dr. M. Djamil Padang Periode 2018 dan Periode 2019. *JAFP (Jurnal Akademi Farmasi Prayoga)*, 5(2), 23-33.

- Tang, L., Wang, H., Cao, K., Li, Y., Li, T., Huang, Y., & Xu, Y. (2023). Epidemiological features and impact of high glucose level on virulence gene expression and serum resistance of *Klebsiella pneumoniae* causing liver abscess in diabetic patients. *Infection and Drug Resistance*, 1221-1230.
- Umaroh, N., Sari, I. P., & Nuryastuti, T. (2017). *Evaluasi pembentukan biofilm pada bakteri penyebab ulkus diabetik di RSUP Dr. Sardjito* [Skripsi, Universitas Gadjah Mada]. UGM Repository. <https://repository.ugm.ac.id>
- Wijaya, L., Budiyanto, A., Astuti, I., & Mustofa, . (2019). Pathogenesis, evaluation, and recent management of diabetic foot ulcer. *Journal of the Medical Sciences (Berkala Ilmu Kedokteran)*, 51(1):82–97. <https://doi.org/10.19106/jmedsci005101201910>.
- Zuliana, N. M., Suliati, S., & Endarini, L. H. (2023). Identifikasi Bakteri pada Luka Ulkus Pasien Diabetes Mellitus. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 18(2), 205-211.