

SKRIPSI

KARAKTERISTIK BIOFILM BAKTERI *Staphylococcus aureus* DARI ULKUS DIABETIKUM PADA MEDIA *CONGO RED*



Oleh:
ADITYA DHARMA
NIM : 2110262097

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

SKRIPSI

KARAKTERISTIK BIOFILM BAKTERI *Staphylococcus aureus* DARI ULKUS DIABETIKUM PADA MEDIA *CONGO RED*

Skripsi ini diajukan sebagai sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
gelar Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis

Oleh:

ADITYA DHARMA

NIM : 2110262097

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



a) Tempat/Tgl Lahir: Bukittinggu, 03 April 2002; b) Nama Orang Tua (Ayah) Effendi (Ibu); Erma Tanti c) Program Studi: Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis; d) Fakultas: Ilmu Kesehatan; e) NIM : 2110262097; f) Tgl Lulus: ;g) Predikat Lulus: ; h) IPK: ; i) Lama Studi:4 Tahun; j) Alamat: Jorong Padang Parit Panjang, Taeh Baruah

**KARAKTERISTIK BIOFILM BAKTERI *Staphylococcus aureus*
DARI ULKUS DIABETIKUM PADA MEDIA *Congo Red*
SKRIPSI**

Oleh : Aditya Dharma

Pembimbing : 1. Putra Rahmadea Utami, S.Si., M.Biomed,
2. Meri Wulandari, S.S.T ,M.Biotek

Abstrak

Infeksi pada ulkus diabetikum merupakan komplikasi serius dari diabetes melitus, di mana *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri patogen yang paling sering ditemukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik biofilm yang dibentuk oleh bakteri *Staphylococcus aureus* yang diisolasi dari ulkus diabetikum menggunakan media Congo Red. Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium mikrobiologi Universitas Perintis Indonesia. Sampel diambil dari luka ulkus diabetikum menggunakan teknik swab, kemudian dilakukan isolasi dan identifikasi bakteri dengan media Mannitol Salt Agar (MSA), pewarnaan Gram, serta uji katalase dan koagulase. Pembentukan biofilm diuji menggunakan media Congo Red Agar (CRA) dengan pengamatan terhadap warna dan bentuk koloni. Bakteri yang diisolasi menunjukkan karakteristik *Staphylococcus aureus* berdasarkan hasil pewarnaan Gram (positif), uji katalase dan koagulase (positif), serta perubahan warna koloni menjadi hitam pada media CRA. Koloni menunjukkan permukaan kering, kasar, dan menonjol, mengindikasikan kemampuan membentuk biofilm. Bakteri *Staphylococcus aureus* dari ulkus diabetikum memiliki kemampuan membentuk biofilm yang kuat pada media Congo Red, ditandai dengan perubahan warna koloni menjadi hitam. Temuan ini penting sebagai dasar pemahaman untuk pengembangan terapi antibiofilm dalam pengobatan infeksi kronis pada penderita diabetes.

Kata kunci: *staphylococcus aureus*, biofilm, ulkus diabetikum, congo red agar, resistensi bakteri.

Skripsi ini telah dipertahankan di depan sidang penguji dan di nyatakan **LULUS** pada 24 Juli 2025. Abstrak ini tela disetujui oleh penguji :

Tanda tangan	1.	2.	3.
Aditya Dharma	Putra Rahmadea Utami, S.Si., M . Biomed	Meri Wulandari, S.S.T ,M.Biotek	Dr. Almurdi, DMM, M.Kes

Mengetahui,

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





a) Tempat/Tgl Lahir: Bukittinggu, 03 April 2002; b) Nama Orang Tua (Ayah) Effendi (Ibu); Erma Tanti c) Program Studi: Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis; d) Fakultas: Ilmu Kesehatan; e) NIM : 2110262097; f) Tgl Lulus: ;g) Predikat Lulus: ; h) IPK: ; i) Lama Studi:4 Tahun; j) Alamat: Jorong Padang Parit Panjang, Taeh Baruah

**KARAKTERISTIK BIOFILM BAKTERI *Staphylococcus aureus*
DARI ULKUS DIABETIKUM PADA MEDIA *Congo Red***

SKRIPSI

Oleh : Aditya Dharma

Mentor : 1. Putra Rahmadea Utami, S.Si., M.Biomed,
2. Meri Wulandari, S.S.T ,M.Biotek

Abstrak

Diabetic ulcer infection is a serious complication of diabetes mellitus, in which *Staphylococcus aureus* is one of the most frequently found pathogenic bacteria. This study aims to identify the characteristics of biofilms formed by *Staphylococcus aureus* bacteria isolated from diabetic ulcers using Congo Red media. The study was conducted experimentally in the microbiology laboratory of Universitas Perintis Indonesia. Samples were taken from diabetic ulcer wounds using a swab technique, then bacterial isolation and identification were carried out using Mannitol Salt Agar (MSA) media, Gram staining, and catalase and coagulase tests. Biofilm formation was tested using Congo Red Agar (CRA) media by observing the color and shape of the colonies. The isolated bacteria showed characteristics of *Staphylococcus aureus* based on the results of Gram staining (positive), catalase and coagulase tests (positive), and changes in colony color to black on CRA media. Colonies showed a dry, rough, and raised surface, indicating the ability to form biofilms. *Staphylococcus aureus* bacteria from diabetic ulcers have the ability to form strong biofilms on Congo Red media, indicated by a black colony color change. This finding is important as a foundation for understanding the development of antibiofilm therapies for the treatment of chronic infections in people with diabetes.

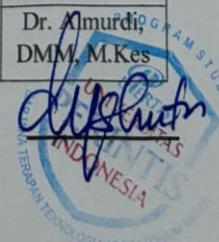
Keywords: *staphylococcus aureus*, biofilm, ulkus diabetikum, congo red agar, resistensi bakteri.

This thesis has been defended in front of the examiner and declared **PASSED** on 24 Juli 2025. This abstract has been approved by the examiner :

Tanda tangan	1.	2.	3.
Aditya dharma	Putra Rahmadea Utami S.Si., M . Biomed	Meri Wulandari, S.S.T ,M.Biotek	Dr. Almurdi, DMM, M.Kes

Knowing,

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



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Karakteristik Biofilm Bakteri *Staphylococcus aureus* Dari
Ulkus Diabetikum Pada Media *Congo Red*

Nama Mahasiswa : Aditya Dharma

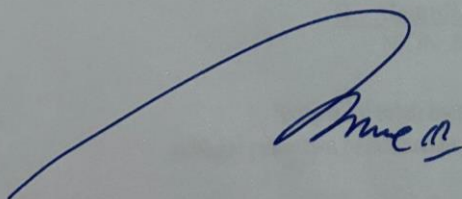
NIM : 2110262097

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan dihadapan dalam ujian skripsi, yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan di Prodi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis pada Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia.

Menyetujui Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Putra Rahmadea Utami, S.Si., M.Biomed
NIDN: 1017019001

Pembimbing II



Meri Wulandari, S.S.T., M.Biotek
NIDN: 1014099201

LEMBAR PENGESAHAN

**KARAKTERISTIK BIOFILM BAKTERI *Staphylococcus aureus*
DARI ULKUS DIABETIKUM PADA MEDIA CONGO RED**

Disusun oleh:

Aditya Dharma

NIM: 2110262097

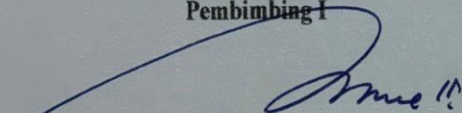
Telah di ujikan didepan penguji skripsi

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis


Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia

Pada tanggal 24, Juli 2025

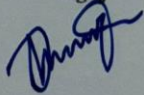
Pembimbing I


Putra Rahmadea Utami, S.Si., M.Biomed
NIDN: 1017019001

Pembimbing II


Meri Wulandari, S.S.T., M.Biotek
NIDN: 1014099201

Penguji


Dr. Almurdi, DMM., M.Kes
NIDN: 0023086209

Skripsi ini telah memenuhi persyaratan
sebagai pedoman pelaksanaan penelitian penyusunan skripsi

Mengetahui

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia


Dr. Apt Dewi Yudianta Shinta, M.Si
NIDN: 016017602

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aditya Dharma

NIM : 2110262097

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang ditulis dengan judul **“Karakteristik Biofilm Bakteri *Staphylococcus aureus* dari Ulkus Diabetikum Pada Media Congo Red”** adalah kerja/karya sendiri dan bukan merupakan duplikat dari hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang sumbernya dicantumkan. Jika kemudian hari pernyataan ini tidak benar maka status kelulusan menjadi batal dengan sendirinya.

Padang 24, Juli 2025


EFD49ANX070684945
Aditya Dharma

BIODATA



Nama	: Aditya Dharma
Tempat, tanggal lahir	: Bukittinggi, 03 April 2002
Agama	: Islam
Jenis kelamin	: Laki-laki
Alamat	: Dalam Koto Taeh Baruah, Payakumbuh
Riwayat Pendidikan	: 1. SDN 01 Payakumbuh 2. SMPN 03 Payakumbuh 3. SMAN 01 Payakumbuh

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala berkah yang telah diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Karakteristik Biofilm Bakteri *Staphylococcus aureus* Dari Ulkus Diabetikum Pada Media Congo Red”**. Skripsi ini dapat diselesaikan atas bimbingan, pengarahan dan bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Yohanes,SH.,MH selaku Ketua Yayasan Universitas Perintis Indonesia
2. Ibu Dr.Yaslina, M.Kep, Ns.Sp.Kom selaku Rektor Universitas Perintis Indonesia
3. Bapak Dr. rer. nat Ikhwan Resmala Sudji, M.Si sebagai Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia yang telah memberikan dukungan.
4. Ibu Dr. Apt. DY. Shinta, M.Si sebagai Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia yang telah memberikan dukungan.
5. Bapak Putra Rahmadea Utami,S.Si.,M.Biomed selaku Pembimbing I yang telah mengarahkan, membimbing, memberi petunjuk dan saran kepada penulis.
6. Ibu Meri Wulandari,S.S.T., M.Biotek selaku pembimbing II yang telah memberi masukan dan semangat kepada penulis demi tercapainya skripsi ini.

7. Bapak Dr.Almurdi.,DMM.,M.Kes sebagai Penguji skripsi ini yang telah meluangkan waktunya.
8. Seluruh dosen dan staff pengajar Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis di Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia yang telah mendidik dan memberi ilmu hingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
9. Teristimewa kepada ayah dan ibu saya serta abang tersayang yang senantiasa memberikan dukungan moral maupun material serta doa maupun semangat kepada penulis dalam mempersiapkan dan melalui tahap-tahap penyelesaian proposal ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Mudah-mudahan skripsi ini dapat dilaksanakan penelitiannya.

Padang 24, Juli 2025

Aditya Dharma

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN PROPOSAL PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
BIODATA	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.3.1 Tujuan Umum.....	6
1.3.2 Tujuan Khusus	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Bagi Peneliti	6
1.4.2 Bagi Institusi Pendidikan	7
1.4.3 Bagi Teknisi Laboratorium.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Ulkus Diabetikum	8
2.1.1 Definisi.....	8
2.1.2 Faktor Risiko	9
2.1.3 Tanda dan Gejala.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.4 Gambaran.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.5 Klasifikasi	Error! Bookmark not defined.
2.2 <i>Staphylococcus aureus</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Definisi.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Definisi <i>Staphylococcus aureus</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Klasifikasi dan Morfologi.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Epidemiologi	Error! Bookmark not defined.

2.3.4 Struktur Antigen, Enzim dan Toksin	Error! Bookmark not defined.
2.4 Biofilm	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Definisi Biofilm.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 Struktur Biofilm	Error! Bookmark not defined.
2.4.3 Mekanisme Pembentukan	20
2.4.4 Uji Pembentukan	Error! Bookmark not defined.
2.4.5 Quorum Sensing	Error! Bookmark not defined.
2.4.6 Biofilm <i>Staphylococcus aerus</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5 Kerangka Teori	Error! Bookmark not defined.
2.6 Hipotesis	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Jenis Penelitian	28
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.3 Populasi dan Sampel	28
3.3.1 Populasi.....	28
3.3.2 Sampel.....	28
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	28
3.4.1 Alat Penelitian	28
3.4.2 Bahan Penelitian.....	29
3.5 Variabel Penelitian.....	29
3.5.1 Variabel Independent (Variabel Bebas)	Error! Bookmark not defined.
3.5.2 Variabel Dependent (Variabel Terikat)	29
3.6 Definisi Operasional	29
3.7 Prosedur Penelitian	30
3.7.1 Penanaman bakteri <i>Stapylococcus Aureus</i>	30
3.7.2 Pewarnaan Gram	31
3.7.3 Uji Katalase.....	32
3.7.4 Uji Koagulase	32
3.7.5 Deteksi <i>Staphylococcus aureus</i>).....	33
3.8 Analisis data	33
3.9 Kerangka Operasional.....	34
BAB IV HASIL PENELITIAN	35
4.1 Pengambilan Sampel Ulkus Diabetikum	35
4.2 Tabel Lampiran Karakterisasi Koloni Bakteri	36
4.3 Uji biofilm <i>Staphylococcus aureus</i> media <i>congo red</i>	37
BAB V PEMBAHASAN	39
5.1 Identifikasi Bakteri Penyebab Infeksi Ulkus (Tukak) Diabetikum	39
5.2 Karakteristik Koloni Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	40
5.3 Karakteristik Koloni Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	41
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	43

6.1	Kesimpulan.....	43
6.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....		44
LAMPIRAN		48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2. 1 Interpretasi Metode Tabung.....	23
2. 2 Interpretasi pembentuk biofilm metode <i>Tissue Culture Plate</i> (TCP)	24
3. 1 Definisi Operasional.....	29
4. 1 Karakteristik Biofilm Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Ulkus Diabetikum.	8
2. 2 Klasifikasi Ulkus Diabetikum.....	Error! Bookmark not defined.
2. 3 Mikroskopis <i>Staphylococcus aureus</i>	Error! Bookmark not defined.
2. 4 Struktur Pembentuk Biofilm.....	Error! Bookmark not defined.
2. 5 Plate CRA.....	Error! Bookmark not defined.
2. 6 Interpretasi Metode Tabung.....	Error! Bookmark not defined.
2. 7 Uji Biofilm dengan Metode Tissue Culture Plate (TCP)	Error! Bookmark not defined.
2. 8 Kerangka Teori	27
3. 1 Kerangka Operasional	34
4. 1 Pengambilan sampel ulkus (Tukak)	35
4. 2 Suspensi Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Izin Penelitian	49
2. Karakteristik Biofilm Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	50
3. Karakteristik Biofilm Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	51
4. Karakteristik Biofilm Bakteri <i>Staphylococcus Aureus</i>	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Staphylococcus aureus merupakan salah satu bakteri penyebab utama infeksi pada manusia. Mikroorganisme ini mampu menimbulkan beragam infeksi, mulai dari yang ringan seperti infeksi pada kulit hingga yang berat dan berpotensi mengancam nyawa, seperti sepsis dan endocarditis. Luasnya spektrum infeksi yang dapat ditimbulkan, infeksi akibat *Staphylococcus aureus*, terutama pada luka atau ulkus kronis, menjadi tantangan tersendiri dalam praktik medis. Ulkus kronis sendiri bisa dipicu oleh berbagai kondisi, seperti diabetes mellitus, gangguan sirkulasi darah, dan infeksi mikroorganisme yang memperlambat proses penyembuhan luka (Budzynska *et al.*, 2021). Diabetes mellitus adalah gangguan metabolik jangka panjang yang ditandai oleh tingginya kadar gula dalam darah secara terus-menerus.

Secara global, sekitar 6,3% penderita diabetes mengalami ulkus kaki diabetikum. Diperkirakan bahwa 15% dari seluruh pasien diabetes akan mengembangkan kondisi ini sepanjang hidup mereka, dengan kemungkinan amputasi mencapai 30% dan tingkat kematian sekitar 32%. Menurut data dari International Diabetes Federation (IDF), jumlah pengidap diabetes diperkirakan akan meningkat hingga 643 juta orang pada tahun 2030 dan mencapai 784 juta orang pada tahun 2045. Indonesia menempati posisi kelima sebagai negara dengan jumlah kasus diabetes tertinggi pada tahun 2021, yaitu sebanyak 19,5 juta kasus,

dan jumlah tersebut diperkirakan naik menjadi 28,6 juta kasus pada tahun 2045 (Alimurdianis *et al.*, 2024).

Menurut laporan dari *International Diabetes Federation* (IDF), pada tahun 2021 tercatat sekitar 537 juta orang di seluruh dunia hidup dengan diabetes. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat menjadi 634 juta pada tahun 2030 dan mencapai 783 juta pada tahun 2045 (Grunberger *et al.*, 2021). Di sisi lain, data dari *World Health Organization* (WHO) mencatat bahwa pada tahun 2000, terdapat 8,4 juta penderita diabetes di Indonesia, dan jumlah ini diproyeksikan meningkat hingga sekitar 21,3 juta orang pada tahun 2030. Berdasarkan hasil *Riset Kesehatan Dasar* (Riskesdas) tahun 2018, prevalensi diabetes pada penduduk berusia 15 tahun ke atas yang telah mendapatkan diagnosis dari tenaga medis mencapai 2%, naik dari 1,5% pada tahun 2013. Jika dilihat dari distribusi usia, kasus diabetes paling banyak ditemukan pada kelompok usia 55–64 tahun serta 65–74 tahun (Milita *et al.*, 2021).

Mekanisme penting yang mendasari patogenesis *Staphylococcus aureus* dalam infeksi ulkus adalah kemampuannya untuk membentuk biofilm. Biofilm adalah kumpulan mikroorganisme yang terperangkap dalam matriks ekstraseluler dan melekat pada permukaan atau jaringan tubuh inang. Keberadaan biofilm pada luka dapat memperburuk proses penyembuhan dan memperpanjang durasi infeksi. Hal ini disebabkan oleh ketahanan biofilm terhadap sistem kekebalan tubuh, serta pengaruh antibiotik yang tidak dapat menembus lapisan matriks biofilm secara efektif (Mamdoh *et al.*, 2023).

Staphylococcus aureus mampu menghasilkan biofilm di berbagai macam permukaan baik itu pada implan medis maupun pada jaringan tubuh manusia yang

rusak, seperti pada ulkus. Penting untuk memahami karakteristik biofilm yang terbentuk oleh *Staphylococcus aureus* pada ulkus. Pemahaman ini dapat membantu dalam mengembangkan strategi pengobatan yang lebih efektif untuk mengatasi infeksi kronis yang melibatkan biofilm. Media Congo Red digunakan sebagai metode untuk mengevaluasi kemampuan pembentukan biofilm sebuah medium yang dikenal dapat mendeteksi pembentukan biofilm melalui perubahan warna yang terjadi (Pouget *et al.*, 2022).

Biofilm yang terbentuk oleh *Staphylococcus aureus* pada luka kronis memiliki beberapa karakteristik yang membedakannya dari bentuk bakteri planktonik yang lebih umum ditemukan dalam infeksi akut. Keadaan planktonik, bakteri hidup bebas dan lebih rentan terhadap interaksi dengan sistem imun dan pengobatan antibiotik. Ketika *Staphylococcus aureus* membentuk biofilm, bakteri akan terperangkap dalam lapisan matriks yang terdiri dari polisakarida, protein, dan asam nukleat, yang melindungi bakteri dari ancaman eksternal (Pouget *et al.*, 2022).

Karakteristik biofilm ini memberikan keuntungan bagi *Staphylococcus aureus*, karena dapat bertahan lebih lama pada lingkungan yang kurang mendukung dan lebih sulit untuk dibasmi oleh antibiotik atau respon imun tubuh. Proses pembentukan biofilm juga berhubungan dengan faktor-faktor virulensi tertentu, seperti adhesi bakteri pada permukaan jaringan luka dan penghasilan matriks ekstraseluler. Penting untuk mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan biofilm oleh *Staphylococcus aureus* pada luka, serta cara-cara untuk menghambat atau mengurangi pembentukan biofilm tersebut (Nasser *et al.*, 2021).

Media *Congo Red* adalah salah satu alat yang digunakan secara luas dalam penelitian untuk mengidentifikasi pembentukan biofilm oleh bakteri. *Congo Red* merupakan pewarna yang berinteraksi dengan polisakarida yang dihasilkan oleh bakteri selama pembentukan biofilm. Pada media *Congo Red*, bakteri yang menghasilkan biofilm akan menunjukkan perubahan warna pada koloni yang terbentuk. *Staphylococcus aureus*, sebagai salah satu mikroorganisme yang dapat membentuk biofilm, memberikan respons yang khas pada media ini, seperti perubahan warna koloni dari merah menjadi gelap atau hitam (Torlak *et al.*, 2017).

Perubahan warna ini terjadi karena interaksi antara *Congo Red* dengan matriks polisakarida yang terkandung dalam biofilm. Menggunakan media *Congo Red*, peneliti dapat dengan mudah mengidentifikasi apakah suatu isolat *Staphylococcus aureus* membentuk biofilm, serta mengukur tingkat pembentukan biofilm berdasarkan intensitas perubahan warna. Media *Congo Red* sangat bermanfaat dalam penelitian ini untuk menggambarkan karakteristik biofilm yang terbentuk pada *Staphylococcus aureus* yang diisolasi dari ulkus (Knott *et al.*, 2021).

Salah satu sifat penting dari biofilm adalah ketahanannya terhadap pengobatan antibiotik. Bakteri yang membentuk biofilm memiliki kemampuan untuk bertahan terhadap konsentrasi antibiotik yang biasanya cukup untuk membunuh bentuk planktonik bakteri. Terjadi karena lapisan matriks biofilm berfungsi sebagai penghalang yang mengurangi penetrasi antibiotik ke dalam struktur biofilm. Dalam biofilm terdapat juga fenomena yang dikenal sebagai heterogenitas bakteri, di mana beberapa bakteri dalam biofilm mungkin berada dalam keadaan dorman atau tidak aktif, sehingga kurang responsif terhadap

antibiotik yang biasanya hanya efektif pada bakteri yang aktif membelah (Ciofu *et al.*, 2017).

Sebagai akibat dari ketahanan biofilm terhadap antibiotik, infeksi yang disebabkan oleh bakteri dalam bentuk biofilm sering kali lebih sulit diobati dan dapat berulang meskipun terapi antibiotik telah diberikan. Penelitian mengenai biofilm *Staphylococcus aureus* pada ulkus dapat memberikan informasi penting mengenai ketahanan biofilm terhadap berbagai jenis antibiotik yang umum digunakan, serta memberikan wawasan tentang strategi pengobatan yang lebih efektif (Domenico *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Majid *et al.*, 2019) metode standar untuk mengidentifikasi biofilm adalah melalui pemeriksaan mikroskopis terhadap biopsi jaringan luka. Keberadaan biofilm diketahui berperan signifikan dalam menghambat proses penyembuhan luka. Penelitian (Sahli, 2018) Penelitian ini berhasil mengkarakterisasi protein Biofilm dari *Staphylococcus aureus* dan menunjukkan potensi antibodi poliklonal yang dihasilkan sebagai respons terhadap antigen tersebut.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, peneliti berminat untuk mengkaji karakteristik biofilm bakteri *Staphylococcus aureus* yang diisolasi dari ulkus, dengan menggunakan media Congo Red Agar (CRA). Penelitian ini diberi judul: “Karakteristik Biofilm Bakteri *Staphylococcus aureus* Dari Ulkus Pada Media Congo Red.”

1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana Karakteristik Biofilm Bakteri *Staphylococcus aureus* Dari Ulkus Pada Media *Congo Red*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Karakteristik Biofilm Bakteri *Staphylococcus aureus* Dari Ulkus Pada Media *Congo Red*.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini, yaitu :

1. Untuk mengidentifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* dari isolat ulkus
2. Untuk mengetahui karakteristik bakteri pembentuk biofilm *Staphylococcus aureus* pada media *Congo Red*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Penelitian ini bermanfaat untuk memperluas pengetahuan yang telah diperoleh selama perkuliahan, khususnya dalam mata kuliah Mikrobiologi, terkait dengan identifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* pembentuk biofilm pada media *Congo Red*.

1.4.2 Bagi Institusi Pendidikan

Bagi institusi pendidikan, penelitian ini bermanfaat sebagai acuan atau informasi pendukung dalam bidang mikrobiologi, khususnya untuk institusi pendidikan kesehatan seperti Universitas Perintis Indonesia.

1.4.3 Bagi Teknisi Laboratorium

Bagi teknisi laboratorium, hasil ini dapat menjadi sumber informasi dan referensi terbaru dalam proses identifikasi *Staphylococcus aureus* pembentuk biofilm menggunakan media Congo Red.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Identifikasi Bakteri Penyebab Infeksi Ulkus (Tukak) Diabetikum

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis bakteri penyebab infeksi pada luka ulkus diabetikum. Proses identifikasi berlangsung selama empat hari menggunakan metode kultur bakteri dari sampel luka, dengan media selektif dan diferensial Mannitol Salt Agar (MSA). Identifikasi dilakukan melalui pengamatan bentuk koloni pada media, pewarnaan Gram, serta uji katalase dan koagulase.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdapat bakteri yang berhasil tumbuh dan diisolasi, yaitu *Staphylococcus aureus*. Koloni yang tumbuh pada media Mannitol Salt Agar (MSA). Koloni *Staphylococcus aureus* yang bulat, halus, cembung, serta permukaan yang mengkilap sesuai dengan karakteristik MSA, yaitu fermentasi mannitol yang menyebabkan warna koloni kuning di media selektif tersebut. Hasil uji katalase serta koagulase menunjukkan reaksi positif, sehingga koloni tersebut diidentifikasi sebagai *Staphylococcus aureus*. Berdasarkan penelitian Nur *et al* (2023) yang mengidentifikasi 40 sampel luka ulkus pada penderita diabetes mellitus, ditemukan prevalensi berbagai jenis bakteri, baik Gram-positif maupun Gram-negatif. Terdapat bakteri Gram-positif, *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis* masing-masing terdeteksi pada 22,5% sampel, Pada sisi Gram-negatif, jenis yang diidentifikasi meliputi *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%).

Dalam kasus ulkus kaki diabetik, *Proteus mirabilis* sebagai bakteri Gram-negatif sering terdeteksi. Bakteri ini dikenal sebagai salah satu penyebab infeksi pada saluran kemih (UTI), khususnya pada pasien dengan kateter jangka panjang. Sebaliknya, pada ulkus kaki diabetik juga sering dijumpai *Staphylococcus aureus*, sebuah bakteri Gram-positif. Sebagai bagian dari flora normal kulit dan permukaan luka, *Staphylococcus aureus* memiliki potensi besar menyebabkan infeksi saat kondisi menjadi memungkinkan (Zuliana *et al.*, 2023).

Infeksi oleh *Staphylococcus aureus* ditandai secara klinis oleh peradangan lokal, pembusukan jaringan (kerusakan sel secara progresif hingga kematian), serta pembentukan abses bernanah. Luka terbuka seperti ulkus yang terinfeksi dapat berkembang menjadi infeksi sistemik dan menyebabkan kerusakan jaringan kulit yang lebih luas (Zuliana *et al.*, 2023)

5.2 Karakteristik Koloni Bakteri *Staphylococcus aureus*

Karakterisasi koloni dalam penelitian meliputi pemeriksaan makroskopis terhadap pertumbuhan bakteri pada media selektif, diikuti oleh pewarnaan Gram serta pengujian enzim katalase dan koagulase. Hasilnya mengonfirmasi bahwa *Staphylococcus aureus*, ketika dibiakkan pada media MSA, membentuk koloni berbentuk bundar, cembung, dan berwarna kuning cerah. Koloni ini juga memicu perubahan warna media dari merah muda menjadi kuning, yang menandakan fermentasi manitol oleh bakteri. Analisis pewarnaan menunjukkan bahwa bakteri tersebut adalah kokus Gram positif yang tersusun dalam kelompok. Uji katalase menunjukkan hasil positif berupa pembentukan gelembung setelah penambahan H₂O₂, dan uji koagulase juga positif dengan terbentuknya endapan fibrin di dasar

tabung pasca inkubasi menegaskan identifikasi bakteri tersebut. Karakterisasi ini merupakan tahap penting dalam menentukan jenis bakteri yang tumbuh.

Menurut Forbes *et al.* (2016), *Staphylococcus aureus* dapat diidentifikasi melalui pertumbuhan koloni yang berwarna kuning cerah pada media manitol salt agar (MSA), yang menunjukkan kemampuan fermentasi manitol. Pewarnaan Gram mengungkapkan bahwa bakteri ini adalah kokus Gram positif yang tersusun dalam kelompok, sedangkan uji katalase dan koagulase memberikan hasil positif, yang merupakan ciri khas identifikasi *Staphylococcus aureus*.

5.3 Karakteristik Koloni Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Media Congo Red

Staphylococcus aureus merupakan salah satu bakteri patogen oportunistik yang mampu membentuk biofilm. Biofilm adalah komunitas mikroorganisme yang melekat pada permukaan dan dilindungi oleh matriks ekstraseluler, terutama terdiri dari polisakarida, protein, dan DNA. Pembentukan biofilm ini berperan penting dalam meningkatkan resistensi terhadap antibiotik dan sistem imun inang.

Untuk mendeteksi kemampuan bakteri membentuk biofilm, salah satu metode yang umum digunakan adalah media Congo Red Agar (CRA). Media ini memungkinkan identifikasi kemampuan produksi polisakarida intraseluler, khususnya polisakarida interseluler adhesif (PIA) yang berperan dalam struktur biofilm. Untuk mendeteksi pembentukan biofilm, sejumlah kultur *Staphylococcus aureus* diambil dengan jarum ose dan disebar pada media Congo Red Agar (CRA). Media ini kemudian diinkubasi selama 24 jam. Koloni yang muncul berwarna hitam dengan konsistensi khas, menunjukkan hasil positif pembentukan biofilm (Din Uno *et al.*, 2024).

Berdasarkan penelitian Wirnangsi *et al* (2024) Biofilm memiliki peranan yang signifikan dalam terjadinya infeksi bakteri yang bersifat kronis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi isolat bakteri pembentuk biofilm yang berasal dari luka pasien diabetes. Pendekatan yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, yang mencakup tahap pembuatan dan sterilisasi media serta peralatan, preparasi dan pengenceran sampel, isolasi bakteri, dan karakterisasi lanjutan. Karakterisasi dilakukan berdasarkan struktur morfologi dan kemampuan isolat dalam memproduksi biofilm. Hasil dari penelitian, diperoleh 9 isolat yang berhasil diisolasi dari luka pasien diabetes, masing-masing dengan ciri morfologi yang berbeda. Kesembilan isolat tersebut, satu isolat menunjukkan kemampuan membentuk biofilm, yang ditandai dengan koloni berwarna kuning, berbentuk bulat, gram positif berbentuk kokus, serta menunjukkan pertumbuhan berupa kristal hitam saat diuji pada media Congo Red Agar (CRA).

