

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Diabetes Melitus

Kata diabetes berasal dari bahasa Yunani yaitu *sophon* yang mempunyai arti “mengalir melalui” atau “melewati”. Sedangkan kata “Mellitus” merupakan kata yang berasal dari bahasa Latin yang mempunyai arti “madu” atau “manis”. Sehingga diabetes melitus dapat diartikan sebagai “yang mengalir melalui manis” atau “melewati manis”, yang merujuk pada peningkatan kadar glukosa (gula darah) yang merupakan sebagai karakteristik dari penyakit diabetes melitus (Rahmayunita *et al.*, 2023).

Diabetes Melitus (DM) adalah penyakit yang disebabkan oleh adanya gangguan metabolisme yang ditandai dengan tingginya kadar gula darah di dalam tubuh dan kurangnya kadar insulin yang disebabkan oleh gagalnya pankreas dalam memproduksi hormon insulin dengan kadar yang sesuai (Ramadania, 2022).

Diabetes Melitus (DM) merupakan gangguan metabolik yang serius, kronik dan kompleks yang disebabkan oleh banyak faktor yang bersifat akut dan kronis. Akibat dari kondisi peningkatan kadar gula darah dalam waktu yang lama sehingga menyebabkan gangguan pada pankreas untuk mensintesis dan mengeluarkan insulin. Pada kondisi jangka panjang, diabetes dapat menyebabkan disfungsi dan kegagalan pada beberapa organ tubuh seperti jantung, mata, pembuluh darah, ginjal dan sistem saraf bahkan sampai menyebabkan kecacatan hingga kematian (Datu *et al.*, 2023).

1.1.1. Epidemiologi dan Etiologi Diabetes Melitus

Menurut *International Diabetes Federation (IDF)*, prevalensi global penderita diabetes sebesar 9,3% (493 juta jiwa) pada tahun 2019, akan meningkat menjadi 10,2 % (528 juta jiwa) pada tahun 2030 dan angka ini diperkirakan akan terus meningkat menjadi 10,9 % (700 juta jiwa) di tahun 2045 (Saeedi *et al.*, 2019).

Jenis diabetes yang paling banyak terjadi di dunia adalah diabetes tipe dua. Menurut Petersmann *et al.*, (2018) bahwa prevalensi kasus diabetes melitus tipe dua sebanyak 85-90 %. Meningkatnya angka insiden diabetes melitus tipe dua sejalan dengan meningkatnya kejadian komplikasi pada penderita diabetes melitus tipe dua. Akibat yang dapat timbul karena komplikasi berupa kerusakan mata, kerusakan ginjal, penyakit jantung, tekanan darah tinggi, stroke bahkan sampai menyebabkan gangrene (Nina *et al.*, 2023)

Terdapat beberapa faktor risiko yang dapat menyebabkan diabetes melitus. Gen, jenis kelamin dan umur merupakan faktor risiko penyebab diabetes melitus yang tidak dapat diubah. Sedangkan Pendidikan, pola hidup tidak sehat dan kurangnya aktivitas fisik yang dilakukan merupakan faktor risiko penyebab diabetes melitus yang dapat diubah (Aniksa, 2022).

Pada kondisi jangka panjang, diabetes dapat menyebabkan disfungsi dan kegagalan pada beberapa organ tubuh seperti jantung, mata, pembuluh darah dan system saraf bahkan sampai menyebabkan kecacatan hingga kematian (Datu *et al.*, 2023).

1.1.2. Klasifikasi Diabetes Melitus

Menurut *American Diabetes Association (ADA)*, bahwa diabetes melitus dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu diabetes melitus tipe 1, diabetes melitus tipe 2, diabetes gestasional dan diabetes melitus lainnya (Johnson *et al.*, 2020).

1. Diabetes Melitus Tipe 1

Diabetes Melitus Tipe Satu merupakan tipe diabetes yang terjadi karena kurangnya insulin yang diakibatkan sistem kekebalan tubuh menyerang dan merusak sel-sel penghasil insulin di pankreas, yang membuat pankreas gagal memproduksi insulin dengan kadar yang sesuai. DM tipe satu secara umum penderitanya lebih banyak ditemui pada anak-anak. DM tipe ini disebut juga dengan *Insulin Dependent Diabetes Mellitus (IDDM)* yang berhubungan dengan *Islet Cell Antibodies (ICA)*, *Insulin Autoantibodies (IAA)* dan *Glutamik Acid Decarboxylase Antibodies (GADA)*. Pada penderita DM tipe satu membutuhkan suntikan insulin setiap hari agar dapat mengontrol kadar gula darah di dalam tubuh (Umayya & Wardani, 2023).

2. Diabetes Melitus Tipe 2

Diabetes Melitus Tipe Dua atau yang biasa disebut dengan *Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus (NIDDM)* yang biasa banyak ditemui pada kelompok rentang umur 40 tahun keatas. DM tipe 2 ini terjadi akibat tubuh kurang efektif dalam menggunakan insulin sehingga menyebabkan tubuh resisten terhadap kinerja dari insulin (Umayya & Wardani, 2023).

3. Diabetes Melitus Gestasional

Diabetes Melitus Gestasional biasanya terjadi pada Wanita pada saat mengandung dan dapat meningkatkan risiko diabetes tipe dua di masa depan, baik pada ibu maupun

anak. DM tipe ini biasanya diketahui pada saat kehamilan memasuki usia trimester dua dan trimester tiga (Umayya & Wardani, 2023)

4. Diabetes Melitus Lainnya

DM tipe lainnya adalah semua jenis DM yang tidak termasuk ke dalam kategori DM tipe 1, DM tipe 2, dan DM tipe gestasional. DM tipe lainnya ini meliputi:

- Diabetes yang diinduksi bahan kimia (pemakaian glukokortikoid pada pengobatan HIV/AIDS atau serelah transplantasi organ)
- Sindrom diabetes monogenik (Diabetes neonatal)
- Penyakit eksorin pankreas (fibrosis kistik) (Umayya & Wardani, 2023)

1.1.3. Patofisiologi Diabetes Melitus

Kerusakan sentral yang disebabkan oleh diabetes melitus tipe 2 timbul dari interaksi faktor-faktor yang kompleks di dalam tubuh. Salah satu penyebab utamanya adalah resistensi insulin, yang mempengaruhi sel hati, sel otot, dan sel lemak. Selain itu, disfungsi sel beta pankreas semakin memperburuk situasi. Dalam keadaan sehat, sel beta pankreas menghasilkan insulin yang menempel pada reseptor di sel target. Interaksi ini memicu pergerakan transporter glukosa (dikenal sebagai GLUT-4) ke membran sel, menciptakan jalur bagi glukosa untuk memasuki sel target dari aliran darah. Ketika glukosa diambil oleh sel otot dan sel lemak, glukosa mengalami transformasi menjadi ATP, yang berfungsi sebagai sumber energi penting. Di sisi lain, sel hati menyimpan glukosa sebagai glikogen. Namun, pada individu dengan diabetes melitus (DM) tipe 2, terjadi fenomena yang disebut resistensi insulin. Kondisi ini muncul ketika reseptor pada sel target tidak berfungsi atau menjadi tidak responsif terhadap insulin seperti biasanya (Umayya & Wardani, 2023).

1.1.4. Gejala Klinis Diabetes Melitus

Beberapa gejala umum yang dapat ditimbulkan oleh penyakit diabetes melitus antara lain:

1. Pengeluaran Urine (Poliurea)

Poliurea merupakan peningkatan volume urine dari batas normal dalam waktu 24 jam. Poliurea timbul sebagai gejala DM yang disebabkan oleh tingginya kadar gula darah di dalam tubuh, sehingga tubuh tidak sanggup lagi untuk mengurainya dan tubuh berusaha mengeluarkannya melalui urine. Gejala ini biasanya terjadi pada malam hari

dan urine yang dikeluarkan merupakan urine yang mengandung glukosa (Lestari *et al.*, 2021).

2. Timbul Rasa Haus (Polidipsia)

Polidipsia merupakan gejala rasa haus yang berlebihan akibat dari dehidrasi yang disebabkan karena kadar gula darah di dalam tubuh melebihi ambang batas ginjal (>180 mg/dL) sehingga tubuh akan menyerap air sebanyak mungkin ke dalam urine dan membuangnya dalam jumlah besar. Sehingga tubuh akan merespon untuk meningkatkan asupan cairan dan selalu ingin minum air terutama air dingin, dan manis (Lestari *et al.*, 2021).

3. Timbul Rasa Lapar (Polifagia)

Polifagia merupakan peningkatan nafsu makan, dan kelelahan. Penderita DM mengalami masalah insulin, yang menyebabkan penurunan pemasukan gula ke dalam sel-sel tubuh dan penurunan energi yang dibentuk. Akibatnya, penderita merasa kurang tenaga. Selain itu, sel kekurangan gula, sehingga otak mengira kekurangan energi adalah akibat dari kekurangan makan. Akibatnya, tubuh menimbulkan alarm rasa lapar untuk meningkatkan asupan makanan (Lestari *et al.*, 2021).

4. Penurunan Berat Badan

Penurunan berat badan adalah salah satu gejala diabetes melitus. Penurunan berat badan terjadi karena penderita diabetes melitus mengalami defisiensi insulin, yang mengganggu metabolisme protein dan lemak. Penurunan berat badan adalah gejala umum DM Tipe I. Penderita diabetes melitus dapat mengontrol kadar gula darah mereka dan menurunkan berat badan dengan melakukan aktivitas fisik atau olahraga. Pada awalnya, diabetes tipe 2 dapat dikendalikan dengan manajemen berat badan, diet yang sehat, dan berpartisipasi dalam olahraga (Lestari *et al.*, 2021).

1.1.5. Diagnosis Diabetes Melitus

Diagnosis DM dapat ditegakkan dengan pemeriksaan kadar glukosa dalam darah menggunakan alat ukur glukometer. Pemeriksaan kadar glukosa dalam darah yang disarankan adalah pemeriksaan glukosa secara enzimatik dengan bahan plasma darah vena (Ummaya & Wardani, 2023).

Diagnosis DM secara pasti dapat ditegakkan berdasarkan 4 jenis pemeriksaan, yaitu:

1. Pemeriksaan glukosa plasma puasa, dengan nilai glukosa plasma puasa > 7 mmol/L (126 mg/dL). Puasa dikatakan jika tidak ada asupan kalori selama 10-12 jam.
2. Pemeriksaan glukosa plasma setelah 2 jam $> 11,1$ mmol/L (200 mg/dL) atau setelah diberikannya glukosa oral atau Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) sebesar 75 g.
3. Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu dengan nilai $\geq 11,1$ mmol/L (200 mg/dL) dengan keluhan klasik.
4. Pemeriksaan HbA1c (Hemaglobin A1c) dengan nilai $> 6,5\%$ (48 mmol/mol).

Jika nilai terdeteksi lebih tinggi pada individu tanpa ada gejala, maka harus dilakukan pemeriksaan ulang dengan pemeriksaan yang sama pada hari berikutnya untuk menentukan diagnosis yang sesuai (Risky, 2023).

1.1.6. Pengobatan Diabetes Melitus

Pengobatan yang dapat dilakukan untuk penderita diabetes melitus yaitu dengan terapi insulin, mengonsumsi obat diabetes, mencoba pengobatan alternatif, menjalani operasi dan memperbaiki life style (pola hidup sehat) dengan memakan makanan yang bergizi atau sehat dan berolahraga yang teratur (Lestari *et al.*, 2021).

Tujuan dari pengobatan diabetes melitus adalah untuk mempertahankan kadar glukosa dalam darah dan lipid tetap normal, menjaga nutrisi yang tepat dan mengendalikan gejala dan komplikasi yang mungkin terjadi. Perubahan gaya hidup seperti diet sehat, aktivitas fisik teratur dan pengelolaan berat badan yang sehat dapat membantu mengobati diabetes melitus. Selain itu, pengobatan juga dapat menggunakan obat oral atau terapi insulin. Aktivitas fisik atau olahraga dapat membantu mengontrol kadar gula darah dan penurunan berat badan pada penderita diabetes tipe 2. Penting sekali bagi pasien untuk mendapatkan pengetahuan yang diperlukan untuk mengelola penyakit diabetes melitus (Kementerian Kesehatan RI, 2022).

1.1.7. Komplikasi Diabetes Melitus

Diabetes melitus memiliki berbagai macam komplikasi kronik seperti penyakit jantung, penyakit mata, stroke, kerusakan pada syaraf, tekanan darah tinggi, kerusakan pada ginjal dan yang paling sering ditemui adalah ulkus diabetikum (Nina *et al.*, 2023).

Komplikasi diabetes melitus yang parah dapat menyebabkan ulkus diabetikum atau gangrene. Ulkus diabetikum atau gangrene adalah kondisi dimana matinya jaringan tubuh karena kurangnya pasokan darah sehingga menyebabkan luka terbuka pada lapisan kulit

sampai ke dalam dermis yang biasanya terjadi pada telapak kaki, menyebabkan kaki menjadi mati rasa, dingin, dan berubah warna menjadi kebiruan atau hitam (Prabawati *et al.*, 2021).

1.2. Ulkus Diabetikum

Ulkus diabetikum adalah luka yang timbul dan berkembang karena terjadinya gangguan syaraf tepi, rusaknya unsur tulang, penyempitan pembuluh darah yang sering terjadi pada penderita diabetes melitus. Ulkus diabetikum juga dikenal sebagai penyakit hiperglikemia kronik yang disertai berbagai kelainan metabolik akibat gangguan hormonal yang menyebabkan berbagai penyakit komplikasi pada mata, ginjal, syaraf, jantung dan pembuluh darah. Ulkus diabetikum muncul karena yang diakibatkan oleh sirkulasi darah yang memburuk sehingga membuat darah tidak mengalir dengan lancar dan kadar gula darah yang tinggi yang dapat menyebabkan mati rasa akibat adanya kerusakan syaraf pada jaringannya (Setiawan & Musta'in, 2021).

Ulkus diabetikum merupakan salah satu komplikasi dari diabetes melitus yang berlangsung lama. Luka terbuka pada permukaan kulit yang melibatkan jaringan subkutan atau bahkan ke tingkat otot atau tulang dan dapat disertai dengan matinya jaringan setempat. Dalam pengklasifikasian ulkus diabetikum, instrument Wagner-Meggitt merupakan instrument yang paling cocok dan sering digunakan dalam pengklasifikasian ulkus diabetikum. Wagner-Meggitt digunakan untuk mengukur derajat ulkus diabetikum dalam bentuk lembar observasi yang digunakan untuk menilai keadaan ulkus pada pasien (Yulisetyaningrum *et al.*, 2022).

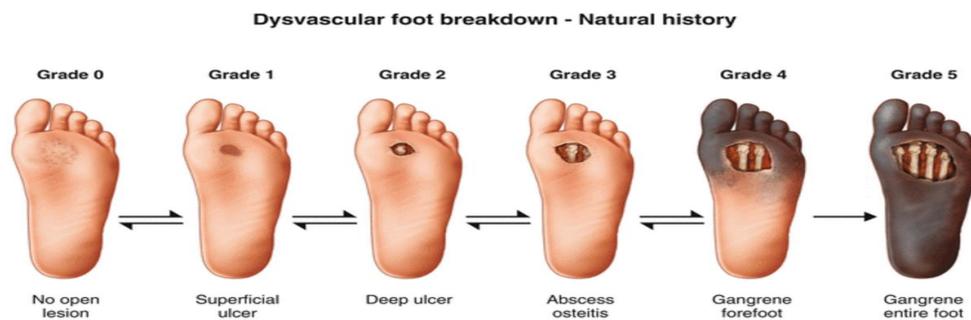
1.2.1. Klasifikasi Ulkus Diabetikum

Adanya ulkus diabetikum yang terjadi akan menyebabkan gangguan psikologis pada penderitanya yang dapat mempengaruhi kualitas hidupnya. Penilaian dan klasifikasi ulkus diabetikum sangatlah penting untuk perawatan dan membantu perencanaan terapi yang tepat serta pemahaman yang lebih tentang ulkus diabetikum (Nisak, 2021).

Klasifikasi derajat ulkus dapat dibagi menjadi 6 (enam) tingkatan menurut sistem Wagner berdasarkan dalamnya luka, derajat infeksi dan derajat gangrene (Alzamani *et al.*, 2022).

Tabel 2.2.1. Klasifikasi Derajat Ulkus Menurut Sistem Wagner

Derajat	Keterangan
0	Belum ada luka terbuka, kulit masih utuh dengan kemungkinan terjadi kelainan bentuk pada kaki.
1	Ulkus superfisial yang terbatas pada kulit dan belum mengenai jaringan.
2	Ulkus meluas sampai ligament, tendon, kapsul dan sendi yang lebih dalam tanpa abses atau osteomielitis.
3	Ulkus dalam dengan abses, osteomielitis atau infeksi sendi.
4	Gangrene yang terbatas pada daerah tumit kaki dan jari-jari kaki.
5	Gangrene yang meluas pada daerah seluruh kaki.



Gambar 2.2.1. Klasifikasi Derajat Ulkus Menurut Sistem Wagner

(Sumber: <https://mungfali.com/explore/Diabetic-Foot-Ulcer-Classification>)

1.2.2. Epidemiologi dan Etiologi Ulkus Diabetikum

Ulkus diabetikum menjadi faktor utama terjadinya amputasi yang dilihat dari kondisi medis yang serius yang tidak dapat diatasi dengan perawatan lainnya pada kaki penderita diabetes melitus. Prevalensi ulkus diabetikum sebesar 6,3% secara global, dengan prevalensi tertinggi di Belgia sebesar 16,6% ; Kanada sebesar 14,8% ; USA sebesar 13% ; Afrika sebesar 7,2% ; Asia sebesar 5,5% ; Eropa sebesar 5,1% ; Oceania sebesar 3% dan yang terendah di Australia sebesar 1,5% dan Indonesia memiliki prevalensi penderita DM dengan ulkus diabetikum sebesar 12% (Hidayatillah *et al.*, 2020).

Ulkus diabetikum dapat disebabkan oleh banyak faktor, tetapi penyebab umum ulkus diabetikum adalah ketidakmampuan tubuh untuk mengontrol kadar glikemik, perawatan luka yang tidak tepat, alas kaki yang tidak pas, neuropati perifer, sirkulasi darah yang buruk, kulit kering, dll. Sekitar 60% penderita diabetes mengalami neuropati yang

akhirnya menyebabkan ulkus kaki. Ini karena orang dengan kaki tipe rata mengalami stres yang tidak proporsional di seluruh kaki mereka, yang menyebabkan peradangan jaringan di area yang berisiko tinggi (Alzamani *et al.*, 2022).

1.2.3. Patofisiologi Ulkus Diabetikum

Diabetes sering menyebabkan kerusakan syaraf perifer atau neuropati diabetik terutama pada kaki. Hilangnya sensasi yang dapat menyebabkan ketidakmampuan mendeteksi luka atau tekanan yang dapat berkembang menjadi ulkus. Hal ini terjadi karena individu tidak merasakan ketidaknyamanan yang seharusnya mencegah tekanan berlebih atau gesekan. Akibat penurunan sensasi dan fungsi kekebalan tubuh yang terpengaruh oleh diabetes, luka kecil dapat dengan mudah terinfeksi dan berkembang menjadi ulkus diabetikum. Diabetes juga dapat menyebabkan kerusakan pembuluh darah yang menyebabkan penyempitan sehingga sirkulasi darah tidak berjalan dengan lancar yang membuat kurangnya suplai darah yang dapat meningkatkan risiko infeksi dan memperlambat penyembuhan (Alzamani *et al.*, 2022).

1.2.4. Gejala Klinis Ulkus Diabetikum

Tanda gejala klinis ulkus diabetikum menurut *American Diabetes Association (ADA)* tahun 2010 adalah sebagai berikut:

1. Sering kesemutan
2. Nyeri kaki saat istirahat
3. Sensasi rasa berkurang
4. Kerusakan jaringan (nekrosis)
5. Penurunan denyut arteri dorsalis pedis, tibialis dan poplitea.
6. Kaki menjadi atrofi, dingin dan kuku menebal
7. Kulit kering
8. Didapatkan luka akibat trauma sehingga menyebabkan luka yang mampu menghasilkan gas gangrene berakibat terjadinya osteomyelitis. Gangrene kaki merupakan penyebab utama dilakukan amputasi pada kaki nontraumatik (Alzamani *et al.*, 2022).

1.2.5. Pencegahan Ulkus Diabetikum

Pengobatan infeksi pada ulkus diabetikum merupakan hal yang sulit dan memakan biaya yang tidak murah. Diperkirakan biasanya dalam masa hidup pasien DM mengalami

ulkus diabetikum sebesar 15-25%. Tindakan yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya ulkus diabetikum dengan memeriksa kaki secara teratur setiap hari. Ini perlu dilakukan karena pasien diabetes sering mengalami infeksi jamur dibagian sela-sela jari kaki, mengubah gaya hidup, mengontrol tekanan darah, mengontrol lipid, mengontrol glikemik, berhenti merokok, perawatan kuku dan kulit. Untuk menghindari trauma sebaiknya menggunakan alas kaki baik di dalam maupun di luar ruangan. Saat pasien berjalan, disarankan untuk memakai sepatu yang tepat dengan ukuran yang tepat, menggunakan alas kaki dengan bagian depan secara tertutup untuk mencegah trauma kecil pada kaki depan, memeriksa bagian dalam sepatu secara teratur setiap hari, menggunakan pelembab yang mengandung urea atau salisilat untuk mencegah kulit kering dan hiperkeratosis, dan memakai kaus kaki bersih setiap hari (Faswita *et al.*, 2023).

1.2.6. Gambaran Bakteri Ulkus Diabetikum

Banyak penelitian yang sudah dilakukan untuk melihat jenis-jenis bakteri yang mampu menginfeksi pada luka ulkus diabetikum. Beberapa jenis bakteri yang dominan dijumpai pada pus (nanah) penderita ulkus diabetikum adalah *Staphylococcus sp.*, *Klebsiella sp.*, *Proteus sp.*, *Shigella sp.*, *Escherichia coli*. Dan *Pseudomonas sp.* (Cahyaningtyas & Werdiningsih, 2022).

1.3. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri patogen oportunistik berbentuk batang gram negatif yang dapat menyebabkan penyakit infeksi nosokomial pada pasien yang di rawat di rumah sakit. *Pseudomonas aeruginosa* telah menjadi salah satu bakteri paling serius penyebab penyakit infeksi nosokomial, terutama pada paru-paru, ulkus dan saluran kemih (Ezeador *et al.*, 2020).

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan satu-satunya jenis bakteri dari *Pseudomonas sp.* yang mampu menjadi patogen. Bakteri ini dikenal sebagai bakteri aerob obligat dan mempunyai flagel yang berfungsi sebagai organel motilitas. *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri patogen utama dalam kelompoknya yang mampu menginfeksi manusia pada saat melemahnya sistem imun. Bakteri ini tidak menghasilkan spora dan tidak memfermentasi karbohidrat (Fadila, 2022).

1.3.1. Klasifikasi

Menurut Siegrist, (2010) klasifikasi bakteri *Pseudomonas aeruginosa* :

Kingdom : Bakteria
Filum : Proteobacteria
Kelas : Gamma Proteobacteria
Ordo : Pseudomonadales
Family : Pseudomonadaceae
Genus : *Pseudomonas*
Spesies : *Pseudomonas aeruginosa* (Yunita, 2021).

1.3.2. Morfologi

Pseudomonas aeruginosa merupakan bakteri berbentuk batang dengan gram negatif berukuran $0,6 \times 2 \mu\text{m}$ yang bersifat motil dan tidak mempunyai spora. Mempunyai sisi yang sejajar dengan ujung membulat yang tersusun secara tunggal atau seperti susunan rantai kecil (Ezeador *et al.*, 2020).



Gambar 2.3. *Pseudomonas aeruginosa*

(Sumber: <https://www.microbiologyinpictures.com/bacteria-photos/pseudomonas-aeruginosa-photos/pseudomonas-aeruginosa-micrograph.html>)

Karakteristik morfologi utama pada media laboratorium adalah produksi pigmen. Ada empat jenis pigmen yang dihasilkan oleh *Pseudomonas sp.* diantaranya adalah pyosianin, pyoverdine, pyorubin dan pyomelanin. Jenis pigmen yang paling umum dihasilkan oleh *Pseudomonas aeruginosa* adalah phenazine berwarna biru-kehijauan yang disebut dengan pyosianin yang berdifusi ke media sekitarnya (Ezeador *et al.*, 2020).

1.3.3. Sifat Pertumbuhan

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dapat tumbuh baik pada suhu 37°C - 42°C , pada suhu 42°C itulah yang membedakannya dari spesies *Pseudomonas* lainnya yang jarang bersifat patogen. Pada kultur, mikroorganisme ini memiliki bau yang khas seperti bau

anggur atau jagung. Identifikasi bakteri ini biasanya dilihat dari koloni, sifat oksidase-positif dan dari pigmennya yang khas (Ezeador *et al.*, 2020).

1.3.4. Manifestasi Klinis dan Pengobatan

Pseudomonas aeruginosa menyebabkan infeksi pada luka dan luka bakar yang menyebabkan pus (nanah) berwarna hijau-kebiruan, meningitis bila masuk lewat punksi lumbal, dan infeksi saluran kemih bila masuk bersama kateter dan instrument lain. Keterlibatan saluran pernapasan, terutama dari respirator yang terkontaminasi, mengakibatkan pneumonia yang disertai nekrosis. Infeksi telinga paling serius yang disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas aeruginosa* adalah otitis eksterna maligna dan nekrosis otitis eksterna. Otitis eksterna ringan sering terjadi pada perenang sedangkan otitis eksterna invasif maligna pada penderita diabetes. Infeksi mata akibat *Pseudomonas aeruginosa* terjadi terutama sebagai akibat dari inokulasi langsung ke jaringan setelah terjadi trauma atau kerusakan kornea oleh karena lensa kontak (Yunita, 2021).

Pada sebagian besar infeksi, gejala dan tanda-tandanya tidak spesifik dan berkaitan dengan organ yang terlibat. Terkadang, verdoglobin (suatu produk pemecahan hemoglobin) atau pigmen yang berfluoresen dapat dideteksi pada luka, luka bakar, atau urin dengan penyinaran fluoresen ultraviolet. Nekrosis hemoragik pada kulit sering terjadi pada sepsis akibat *Pseudomonas aeruginosa*. Lesi yang disebut ektima gangrenosum ini dikelilingi oleh eritema, warna luka yang awalnya berwarna merah muda berubah menjadi ungu kemudian nekrosis (Yunita, 2021).

Pengobatan untuk bakteri *Pseudomonas aeruginosa* memang sulit, dilihat bahwa mikroorganisme ini mempunyai mekanisme yang resisten terhadap beberapa antibiotik dan disinfektan. Ada beberapa antibiotik yang diasumsikan jika dikombinasikan mempunyai efek sinergisme terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* yang resisten terhadap karbapenem seperti meropenem, colistin dan tigecycline. Kombinasi dari antibiotik tersebut diduga dapat meningkatkan angka kesembuhan pada penggunaan klinis (Prasetyo *et al.*, 2022).