

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang Diabetes Melitus (DM)

1. Pengertian Diabetes Melitus

Diabetes melitus (DM) disebut sebagai penyakit kronis yang berbahaya karena dapat menyebabkan berbagai macam jenis penyakit seperti gagal ginjal, kerusakan saraf dan ulkus diabetikum (Utami, 2018). Kata “diabetes” berasal dari bahasa “diabere” yang artinya suatu tabung yang berfungsi untuk mengalirkan atau memindahkan suatu cairan dari satu tempat ke tempat yang lain, hal ini karena merupakan dari gejala penyakit diabetes yang sering buang air kecil (Damayanti, 2017). Penyakit DM adalah penyakit yang disebabkan oleh gangguan metabolisme pada penyerapan gula darah didalam tubuh, karena adanya peningkatan kadar gula atau yang dikenal sebagai *hiperglikemia* darah akibat kekurangan insulin. DM merupakan salah satu penyakit degeneratif dengan sifat kronis yang jumlahnya terus meningkat dari tahun ketahun (Putri, 2016).

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit kronik yang menyerang kemampuan tubuh untuk menghasilkan/menggunakan hormon insulin. DM merupakan salah satu keadaan dimana kadar gula darah lebih tinggi dari nilai normal atau *hiperglikemia* yang terjadi karena adanya kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau kedua-duanya (Qothrunnadaa, dkk 2018).

2. Klasifikasi Diabetes Melitus

Klasifikasi diabetes melitus menurut *International Of Diabetes Federation* (IDF), 2014) yaitu :

a. Diabetes melitus tipe 1 (tergantung adanya insulin)

Diabetes melitus tipe 1 biasanya terjadi pada anak-anak dan remaja, yang merupakan penyakit gangguan metabolik yang terjadi karena kerusakan sel β biasanya menyebabkan defisiensi insulin absolut (pengurangan insulin secara absolut). Rusaknya sel β pankreas diduga karena proses autoimun, namun hal ini juga tidak diketahui secara pasti.

b. Diabetes melitus tipe 2 (tidak tergantung insulin)

Diabetes melitus tipe 2 biasanya terjadi pada usia dewasa yang merupakan penyakit *hiperglikemia* yang ditandai oleh kenaikan gula darah akibat penurunan sekresi insulin oleh sel-sel β pankreas dan gangguan fungsi insulin (*resistensi insulin*) (Yusuf dkk, 2017). Ada beberapa faktor yang mengakibatkan adanya DM tipe 2 yaitu, misalnya kegemukan, makanan tidak mudah dicerna dan diserap tubuh, kandungan lemak tinggi dan olahraga yang kurang.

c. Diabetes gestational

Gestational Diabetes Mellitus (GDM) merupakan penyakit diabetes yang di diagnosis selama kehamilan yang ditandai dengan *hiperglikemia* (peningkatan kadar glukosa darah). perempuan dengan diabetes *gestational* memiliki peningkatan risiko komplikasi selama proses kehamilan dan saat melahirkan, serta memiliki risiko diabetes tipe 2 yang lebih tinggi di masa depan.

d. Tipe diabetes lainnya

Diabetes melitus tipe khusus merupakan diabetes yang terjadi karena adanya kerusakan pada pankreas yang memproduksi insulin dan mutasi gen serta mengganggu sel beta pankreas, sehingga menyebabkan kegagalan dalam menghasilkan hormon insulin secara teratur sesuai dengan kebutuhan tubuh.

3. Patofisiologi Diabetes Melitus

Diabetes melitus merupakan kumpulan gejala yang timbul pada seseorang akibat peningkatan kadar glukosa darah. Hal ini dikarenakan tubuh tidak lagi memproduksi cukup insulin atau bahkan tidak mampu menggunakan insulin yang dihasilkan, sehingga glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel untuk diubah menjadi energi yang kemudian menyebabkan kadar glukosa di dalam darah meningkat. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kerusakan di berbagai macam jaringan tubuh mulai dari pembuluh darah, mata, ginjal, jantung, dan juga saraf. Setelah berkembang penuh secara klinis, DM akan mulai ditandai dengan

hiperglikemia, aterosklerosis, mikroangiopati, dan neuropati (Sugianto, 2016). Pada diabetes melitus bila terjadi kekurangan hormon insulin atau tidak adanya insulin dapat berakibat pada tiga metabolisme yaitu menurunnya penggunaan glukosa, terjadi peningkatan mobilisasi lemak, dan peningkatan penggunaan protein (Himma, 2022).

Pada diabetes tipe 2 masalah utama ditandai dengan sekresi insulin, kerja insulin, atau *resistensi insulin*. Aktivitas kerja yang menjadi penyebab utama *resistensi insulin* dan gangguan sekresi insulin pada diabetes tipe 2 tidak diketahui secara pasti, meskipun faktor genetik berperan utama dalam diri seseorang (Sormin, 2022).

4. Faktor Risiko Penyebab Penyakit Diabetes Melitus

Diabetes melitus terjadi karena adanya proses degenerasi atau proses penurunan kerja insulin oleh sel-sel beta akibat lansia dan akibat Obesitas. Faktor Penyebab penyakit DM antara lain (Kartikasari, 2019):

a. Faktor genetik

Faktor genetik adalah suatu kecenderungan genetik penyebab diabetes melitus. Kecenderungan genetik ini hanya terjadi pada individu yang mempunyai tipe antigen HLA (*Human Leucocyte Antigen*). HLA adalah kelompok gen yang bertugas sebagai antigen *transplantasi* dan proses imun lainnya (Kartikasari, 2019). Sehingga DM tipe 2 akan meningkat cepat jika orang tua atau saudara kandung mengalami penyakit ini (Kurniasari, 2021).

b. Faktor Imunologi

Bagi pengidap DM menunjukkan bahwa, adanya suatu respon autoimun yang terjadi didalam tubuh merupakan respon abnormal dimana antibodi mengarah pada jaringan tubuh dengan cara bereaksi terhadap jaringan yang dianggapnya seakan-akan itu sebagai jaringan.

c. Faktor usia

Berdasarkan hasil penelitian, usia yang paling banyak menderita diabetes melitus adalah di usia >45 tahun. Pada usia ini akan terjadi

penurunan fungsi endokrin pankreas yang memproduksi hormon berupa insulin.

d. Faktor obesitas

Pada derajat kegemukan dengan IMT >23 akan mengalami peningkatan kadar glukosa darah menjadi 200 mg% (Kurniasari, 2021).

e. Faktor stres

Stres menyebabkan hormon *counter-insulin* (kerjanya berlawanan dengan insulin) sehingga kerjanya lebih aktif. Jadi, beban yang tinggi akan membuat suatu pankreas mudah rusak hingga berdampak pada penurunan insulin yang mengakibatkan terjadinya DM.

f. Pola makan yang salah

Kekurangan gizi atau kelebihan berat badan sama-sama akan meningkatkan resiko terkena DM. Malnutrisi bisa merusak pankreas, sedangkan obesitas bisa meningkatkan gangguan kerja atau resistensi insulin. Begitupun dengan pola makan yang tidak teratur dan cenderung terlambat juga akan berperan pada ketidak stabilan kerja pankreas.

g. Bagi pengonsumsi alkohol dan rokok

Adanya faktor lain yang berhubungan dengan suatu perubahan dari lingkungan tradisional yang berperilaku seperti gaya kebarat-baratan yang mengikuti perubahan-perubahan yang terjadi di era milenial saat ini seperti konsumsi alkohol dan rokok, hal ini juga berperan mengakibatkan dalam peningkatan DM tipe 2.

5. Gejala Diabetes Melitus

Banyak penderita diabetes melitus tidak menyadari bahwa dia mengidap penyakit tersebut, berikut gejala DM menurut (Eliana & Yarsi, 2015).

- a. Poliuria, kondisi yang ditandai dengan buang air kecil yang banyak. Pada fase ini penderita akan menunjukkan berat badan yang naik karena jumlah insulin masih tercukupi.

- b. Polidipsia, Kondisi yang ditandai dengan rasa haus karena frekuensi buang air kecil yang meningkat.
- c. Anoreksia dan Poliphagia, kondisi yang ditandai dengan kadar glukosa yang tidak dapat masuk ke sel akibat dari menurunnya kadar insulin maka produksi energi pun ikut menurun yang kemudian timbul rasa lapar yang berlebihan.
- d. Infeksi kulit dan pruritus dimana kulit menjadi kering, lesi kulit atau luka yang lama sembuhnya disertai rasa gatal pada kulit.

6. Diagnosis Diabetes Melitus

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui apakah pasien menderita DM atau tidak antara lain sebagai berikut :

a. Gula Darah Puasa

Gula darah puasa digunakan untuk menentukan jumlah glukosa darah pada saat puasa. Normalnya 80-120 mg/dl atau 100 ml serum. Pemeriksaan gula darah puasa ini penderita DM dipuasakan selama 12 jam, minum boleh. Abnormalnya >140/100 mL atau lebih, paling sedikit dalam dua kali pemeriksaan (Kurniasari, 2021).

b. Pemeriksaan Gula Darah Posprandial

Pemeriksaan ini digunakan untuk menentukan jumlah gula darah setelah melahirkan. normalnya kurang dari 120 mg/100 ml serum. Abnormal : lebih dari 20 mg/100 ml atau lebih, yang mengindikasikan adanya DM (Malik, 2020).

- 1) Kadar glukosa darah puasa >126 mg/dl
- 2) Plasma vena ≥ 126 , nilai normal <100 mg/dl
- 3) Darah kapiler ≥ 100 , nilai normal <90 mg/dl (Decroli, 2019)

7. Komplikasi Diabetes Melitus

Diabetes melitus yang tidak terkontrol dan tidak diobati dapat menyebabkan terjadinya komplikasi pada organ tubuh dan dapat menimbulkan macam-macam keluhan, seperti luka gangren, rasa nyeri pada penderita DM yang biasanya akan berkurang, jenis kelamin, umur, tingkat pendidikan, jenis pekerjaan, pendapatan, jumlah anggota keluarga,

riwayat penyakit, faktor penanganan yang meliputi diet, aktivitas fisik, terapi obat, dan pemantauan glukosa darah (Kartikasari, 2019). diabetes dianggap bisa menjadi penyebab terjadinya komplikasi baik itu secara akut maupun kronis (Qothrunnadaa dkk, 2018). Berikut penjelasannya.

a. Komplikasi akut

Komplikasi akut merupakan komplikasi yang terjadi jika kadar glukosa darah seorang meningkat atau menurun tajam dalam waktu relatif singkat. Komplikasi akut diabetes berlangsung dalam jangka waktu pendek yang mencakup *hipoglikemia*, *ketoasidosis* diabetes, dan koma *hiperosmoler non ketotik* (Qothrunnadaa dkk, 2018).

b. Komplikasi Kronis

Komplikasi kronis merupakan komplikasi yang dianggap sebagai kelainan pembuluh darah yang dapat menyebabkan serangan jantung, gangguan fungsi ginjal, katarak, dan saraf. Penyakit ini merupakan jenis penyakit makrovaskular (pembuluh darah besar) yang biasa mempengaruhi sirkulasi koroner, pembuluh darah perifer, dan pembuluh darah otak (Qothrunnadaa dkk, 2018).

Penyakit mikrovaskular (pembuluh darah kecil) yang biasanya mempengaruhi penglihatan mata dan ginjal. Jenis penyakitnya seperti *retinopati* diabetika (kadar gula darah yang tinggi bisa membuat penglihatan mata mengarah pada kebutaan), *nefropati* diabetik (penurunan fungsi ginjal), *neuropatik* diabetika (kondisi rusaknya saraf dengan gejala kesemutan dikaki dan tangan) (Sari, 2020).

B. Tinjauan Umum Tentang Ulkus Diabetikum

1. Pengertian Ulkus Diabetikum

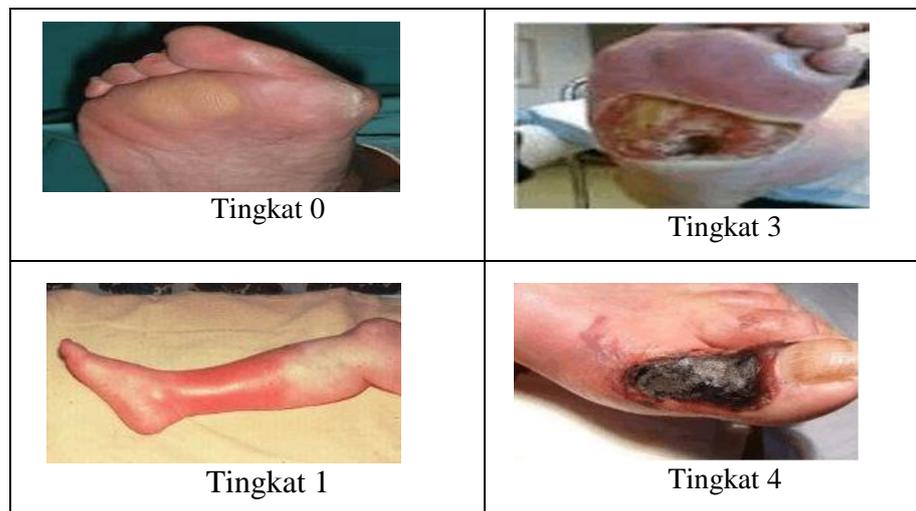
Ulkus diabetikum atau luka diabetes adalah penyakit dengan luka terbuka pada permukaan kulit yang disebabkan oleh komplikasi kronis dari DM sehingga terjadi *vaskuler peripheral* diabetes jangka panjang, yang menyebabkan iskemia *neuropati perifer*, sensasi yang abnormal dan sering terjadi infeksi (Jia dkk, 2018).

Ulkus diabetikum merupakan komplikasi dari penyakit DM yang kebanyakan terjadi pada kaki yang mengalami luka karena kurangnya perawatan yang khusus. Ulkus diabetikum bisa berdampak pada keadaan fisik, psikologi, sosial dan ekonomi dan mengakibatkan berupa kelainan bentuk kaki, nyeri dan infeksi kaki, bahkan dapat berpotensi amputasi (Herno dkk, 2020).

2. Klasifikasi Ulkus Diabetikum Berdasarkan Tingkat Derajat Wagner

Berdasarkan tingkat derajat wagner, ulkus kaki pada penderita diabetes melitus dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a) Tingkat 0, yaitu tidak terdapat lesi terbuka di kaki, gejala hanya nyeri.
- b) Tingkat 1, yaitu terdapat ulkus dengan infeksi superficial.
- c) Tingkat 2, yaitu ulkus meluas mengenai ligament, tendom, kapsul sendi atau otot dalam tanpa abses atau osteomielitis.
- d) Tingkat 3, yaitu ulkus yang dalam dengan abses, osteomielitis atau infeksi sendi.
- e) Tingkat 4, yaitu gangren setempat pada bagian depan kaki atau tumit.
- f) Tingkat 5, yaitu gangren luas meliputi seluruh kaki.





Gambar 1. Gambaran Ulkus kaki Diabetikum
(Sumber: Damayanti S, 2015)

3. Patofisiologi Ulkus Diabetikum

Ulkus diabetikum disebabkan oleh 3 faktor yang disebut trias, yaitu: neuropati, iskemi, dan infeksi. Kadar glukosa darah yang tidak terkontrol akan menyebabkan komplikasi kronik neuropati perifer berupa: neuropati sensorik, motorik, dan autonom.

a. Neuropati sensorik

Komplikasi ini biasanya cukup berat hingga menghilangkan sensasi proteksi yang berakibat rentan terhadap trauma fisik, sehingga meningkatkan risiko ulkus kaki (Kartikasari, 2019).

b. Neuropati motorik

Komplikasi ini mempengaruhi semua otot, mengakibatkan penonjolan abnormal tulang, arsitektur normal kaki berubah, deformitas khas yang dapat menimbulkan terbatasnya mobilitas, sehingga dapat meningkatkan tekanan plantar kaki dan mudah terjadi ulkus (Kartikasari, 2019).

c. Neuropati autonom

Komplikasi ini ditandai dengan kulit kering, tidak berkeringat dan peningkatan pengisian sekunder akibat pintasan arteri ovenosus kulit. Hal ini menyebabkan timbulnya fisura, kerak kulit, sehingga kaki rentan terhadap trauma minimal (Kartikasari, 2019).

4. Faktor Resiko Penyebab Ulkus Diabetikum

Faktor resiko terjadinya ulkus diabetikum adalah kadar gula yang tidak terkontrol, riwayat ulkus diabetikum atau amputasi sebelumnya, kebiasaan merokok, kurangnya membersihkan permukaan kulit yang

mengalami luka, lama menderita diabetes melitus ≥ 10 tahun, obesitas, pengobatan yang tidak teratur serta status sosial ekonomi rendah. Pada dasarnya laki-laki memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk mengalami ulkus diabetikum jika dibandingkan dengan wanita (Prasetyono, 2016).

5. Gejala Ulkus Diabetikum

Menurut Nur & Marissa, (2016) tanda dan gejala ulkus diabetikum adalah sebagai berikut :

- a. Kulit kaki menjadi kering, bersisik, terlihat retak-retak serta kaku.
- b. Rambut kaki menjadi menipis.
- c. Terdapat Kelainan bentuk pada kaki dan warna kuku (kuku yang menebal, dan rapuh).
- d. Terdapat Kalus (mata ikan) terutama dibagian telapak kaki.
- e. Adanya Perubahan bentuk dari jari-jari kaki dan telapak kaki dan tulang kaki yang menonjol.
- f. Bekas luka atau riwayat amputansi kaki.
- g. Kaki terasa kebal, kesemutan, atau tidak terasa nyeri dan kaki yang terasa dingin.
- h. Perubahan warna kulit kaki (kemerahan, kebiruan, atau kehitaman) (Perkeni, 2019).

6. Diagnosis Ulkus Diabetikum

Diagnosis ulkus diabetikum yaitu :

- a. Pemeriksaan fisik : infeksi kaki untuk mengamati luka/ulkus pada kulit atau jaringan pada kaki, pemeriksaan sensasi vibrasi/rasa berkurang dan hilang, palpasi denyut nadi arteri akan menurun atau hilang (Sidabutar, 2020).
- b. Pemeriksaan penunjang : pemeriksaan laboratorium seperti tes kultur bakteri, tes pewarnaan gram untuk mengetahui apakah ulkus diabetikum menjadi infeksi dan menentukan penyebab kuman atau bakteri (Sidabutar, 2020).

C. Mekanisme Masuknya Bakteri Ke Dalam Ulkus

Luka diabetes merupakan komplikasi dari diabetes melitus yang rentan mengalami infeksi akibat penempelan bakteri dan kondisi tingginya kadar gula darah pada pengidap diabetes akan menyebabkan respon imunitas menjadi lambat saat tubuh terpapar bakteri. Selain itu, meningkatnya kadar glukosa akan menjadi sumber bahan makanan untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri tersebut. Infeksi bakteri dapat terjadi bila bakteri mampu melewati penghalang mukosa atau kulit dan menembus jaringan tubuh. Ulkus menjadi pintu gerbang masuknya bakteri baik itu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif yang menyebar cepat melalui organ tubuh yang mengalami luka terbuka sehingga menyebabkan kerusakan berat dari jaringan dan kadar glukosa yang tinggi menjadi tempat strategis perkembangan bakteri (Anggriawan, 2014).

Jumlah bakteri yang banyak dapat mempengaruhi beberapa hal diantaranya yaitu pada proses pembersihan luka. Luka yang sering terbuka dalam waktu lama memudahkan bakteri masuk baik melalui air, tanah, udara, melalui tangan selama perawatan pribadi atau dengan menyentuh permukaan luka yang terkontaminasi oleh suatu bakteri. Kemudian bakteri ini akan berada di area sekitaran jaringan kulit yang terbuka sehingga kalau tidak segera mendapatkan pengobatan dan perawatan yang intensif, maka akan memudahkan untuk terjadinya infeksi yang segera meluas dan dalam keadaan lebih lanjut memerlukan proses amputasi. Infeksi bakteri pada ulkus diabetikum karena dipengaruhi oleh berbagai hal misalnya bisa melalui sanitasi air yang kurang bersih, pemakaian pakaian yang tidak bersih, aktivitas pekerjaan yang berat sehingga pengobatan tidak teratur (Radji M, 2016).

Bakteri penghasil pus (nanah) yang paling sering adalah *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella sp.*, *Proteus sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Escherichia coli* dan *Streptococcus sp.*, (Tongko & Esa, 2018). Dimana infeksi yang dihasilkan oleh bakteri ini yaitu merusak sel leukosit jenis neutropil dengan cara dilepas sehingga akan membentuk abses pada jaringan tubuh yang mengalami luka diabetes (Radji M, 2016).

D. Tinjauan Umum Tentang Bakteri *Proteus sp*

1. Pengertian Bakteri *Proteus sp*

Bakteri *Proteus sp* merupakan kelompok bakteri dari famili *Enterobacteriaceae*. *Enterobacteriaceae* merupakan kelompok bakteri gram negatif yang berbentuk seperti batang (*bacill*) yang hidup pada sistem usus manusia dan binatang yang dapat disebut *Coliform*. Yang termaksud kelompok *Enterobacteriaceae* yaitu (*Escherichia*, *Shigella*, *Salmonelle*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *sp Serratia*, *Proteus vulgaris*, dan lainnya). *Enterobacteriaceae* merupakan fakultatif anaerob atau aerob yang dapat memfermentasikan karbohidrat, dan menghasilkan berbagai toksin yang mematikan (Khoiriyah, 2017). Bagi penderita DM yang mempunyai luka terbuka akan lebih mudah mengalami infeksi bakteri aerob dan anerob karena mempunyai daya tahan tubuh yang lemah dan adanya gula darah yang tinggi, hal ini menjadi tempat memungkinkannya untuk pertumbuhan bakteri (Soedarto, 2015).

Proteus vulgaris dan *Proteus mirabilis* adalah bagian dari keluarga *Entereobacteriaceae* gram negatif, bakteri anaerob fakultatif dengan kemampuan untuk memfermentasi laktosa dan ketidakmampuan untuk memfermentasi laktosa. Pada media MCA koloni *Proteus sp* berwarna putih atau transparan, permukaan sedikit cembung, dan konsistensi berlendir, dan menyebar, bentuk bulat, ukuran sedang, memiliki flagella yang memungkinkan pergerakannya tidak hanya membantu mendukung kolonisasi tetapi juga telah dikaitkan dengan kemampuannya untuk membentuk bioflim dan disarankan untuk berkontribusi pada resistensi terhadap petahan inangnya dan antibiotik tertentu, sekaligus berbentuk batang yang sifatnya gram negatif (Siregar, 2021).

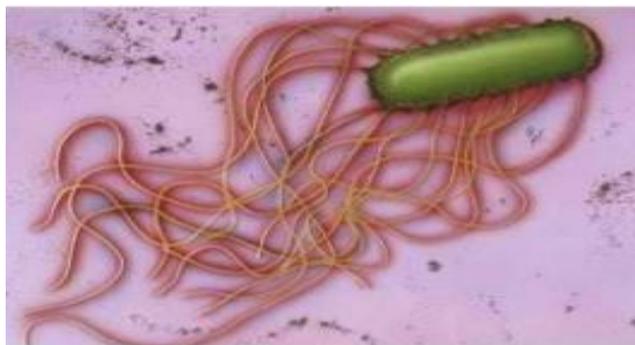
2. Taksonomi Bakteri *Proteus sp*

Menurut Khoiriyah, (2017) *Proteus sp* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Bacteria
Filum : Proteobacteria
Kelas : Gamma Proteobacteria
Ordo : Enterobacteriales
Famili : Enterobacteriaceae
Genus : *Proteus*
Spesies : *Proteus vulgaris*
Proteus morgani
Proteus mirabilis
Proteus rittgeri

3. Morfologi Bakteri *Proteus sp*

Proteus sp adalah bakteri berbentuk batang, gram negatif, tidak berspora, tidak berkapsul, berflagel peritrik, ada yang cocobacilli, polymorph, berpasangan atau membentuk rantai bakteri ini berukuran $0,4 - 0,8 \times 1,0 - 3,0$ μm . *Proteus sp* masuk kedalam bakteri non laktosa fermenter, bersifat fakultatif aerob/anaerob. Sifat koloni *Proteus sp* pada media MCA membentuk koloni sedang besar, tidak berwarna atau berwarna merah muda, non lactosa fermented, smooth, menjalar atau tidak menjalar, kalau menjalar permukaan koloni kasar (Khoiriyah, 2017)



Gambar 2. *Proteus sp*
(sumber : Cahyani, 2021)

4. Sifat Biakan *Proteus sp*

Sifat biakan *Proteus sp* adalah bakteri aerobe/anaerob fakultatif yang dapat memperlihatkan pertumbuhan yang menyebar pada suhu 37°C. *Proteus sp* dinamakan juga sebagai bakteri proteolitik karena bakteri ini dapat menguraikan dan bisa memecah protein baik secara aerobe/anaerob sehingga dihasilkanlah komponen yang berbau busuk seperti hidrogen, sulfid, amonia, indol, dan asam lemak. Sifat koloni spesies *Proteus sp* pada media MCA yang terbentuk itu koloni sedang, tidak berwarna atau berwarna merah muda, *non lactose fermented*, halus, menjalar atau tidak menjalar, apabila menjalar menandakan permukaan koloninya kasar (Khoiriyah, 2017).

5. Patogenesis Bakteri *Proteus sp*

Proteus sp merupakan bakteri yang sering ditemukan di tanah, air, alat kesehatan dan merupakan flora normal pada saluran pencernaan manusia. Bakteri ini dapat menyebabkan infeksi pada manusia jika manusia mengkonsumsi makanan yang sudah terkontaminasi sebelumnya oleh bakteri *Proteus sp* atau bisa juga dengan air yang kurang bersih yang kemungkinan terkontaminasi oleh *Proteus sp*. Selain itu dapat pula menginfeksi pada luka diabetes melitus yang sedang mengalami peradangan (Khoiriyah, 2017).

E. Tinjauan Umum Tentang Pemeriksaan Bakteri *Proteus sp* Pada Luka Diabetes

1. Media Pertumbuhan Bakteri *Proteus sp*

Media adalah suatu bahan yang terdiri atas campuran nutrisi atau zat-zat makanan (nutrisi) yang digunakan untuk menumbuhkan suatu bakteri di atas media atau didalamnya. Tujuan menggunakan media yaitu dengan adanya media pertumbuhan ini maka memudahkan untuk bisa melakukan isolasi mikroba mejadi kultur murni dan juga dapat melakukan inokulasi (pemindahan) mikroba dari sampel pemeriksaan. sedangkan tujuan pemisahan mikroba dari lingkungannya itu untuk memperoleh

biakan bakteri yang sudah tidak bercampur dengan mikroba lainnya, berikut jenis media yang dapat digunakan menurut (Arianda, 2016).

a. Media *Brain Hearth Infusion Broth* (BHIB)

Brain-heart infusion Broth adalah media penyubur yang berguna untuk pertumbuhan berbagai jenis bakteri yang bentuknya itu cair. Media BHIB adalah media cair maupun agar berupa kaldu yang kaya akan nitrogen, vitamin, dan *enzymatic digest gelatin*. Di dalam media BHIB terdiri dari beberapa bahan utama yaitu jaringan hewan yang ditambah dengan pepton, buffer, fosfat, dan sedikit dekstrosa. Penambahan karbohidrat akan memungkinkan bakteri dapat menggunakan langsung sebagai sumber energi. Kelebihan dari media ini yaitu dimana media ini dapat menumbuhkan berbagai macam jenis bakteri, dapat mengoptimalkan pertumbuhan bakteri karena kaya akan nutrisi, serta dapat memperbanyak perbenihan bakteri dari spesimen. Kekurangan media ini bahannya hanya dijual ditoko mikrobiologi, waktu pengerjaan cukup lama, serta membutuhkan keahlian yang sudah terlatih dalam proses pembuatan media tersebut (Melinda, 2021).

b. Media *Mac Conkey Agar* (MCA)

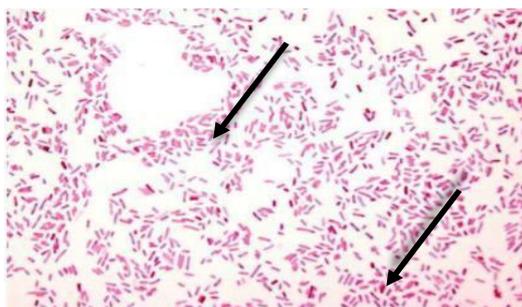
Mac conkey agar adalah media yang dipakai untuk mengidentifikasi kuman yang memproduksi laktosa dan tidak memproduksi laktosa. bakteri yang memproduksi laktosa akan menghasilkan asam dan merubah pH media menjadi asam, dengan adanya *indicator Neutral red* maka media akan berwarna merah muda. bakteri yang tidak memproduksi laktosa tidak menghasilkan asam melainkan senyawa yang bersifat basa atau alkali, sehingga pH media menjadi basa maka media akan berwarna kuning. Media MCA berfungsi untuk mengisolasi bakteri yang berbentuk batang gram negatif berdasarkan kemampuan bakteri dalam memfermentasi laktosa atau non laktosa. Di dalam media MCA terdiri dari beberapa bahan yaitu pepton, laktosa, garam empedu, natrium klorida, *Neutral*

red dan agar. Kelebihannya dimana MCA mengandung zat inhibitor garam empedu yang dapat dipakai untuk mengisolasi bakteri gram negatif karena dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif. disamping itu terdapat juga kekurangan dari media ini yaitu membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menunggu media tersebut menjadi padat (Lay, 2019).

2. Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri adalah teknik pemisahan suatu mikroba yang dilakukan dengan mengambil bakteri dari medium atau dari lingkungan asalnya lalu menumbuhkannya di dalam media padat yang sudah dibuat sebelumnya sehingga akan diperoleh biakan yang murni. Ada beberapa metode yang digunakan untuk memperoleh biakan murni dari suatu biakan campuran yaitu metode cawan gores dan metode cawan tuang. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah cawan gores yang mempunyai kelebihan yaitu hemat bahan dan waktu yang digunakan dalam mengkultur lebih singkat serta resiko kontaminasinya lebih sedikit. Sedangkan kekurangannya memerlukan keterampilan yang terlatih (Sabbathini & Pujiyanto, 2017).

3. Identifikasi Bakteri Dengan Pewarnaan Gram



Gambar 3. *Proteus sp* berwarna merah
(Sumber : Cahyani, 2021)

Pewarnaan gram merupakan pewarnaan yang digunakan untuk identifikasi mikroorganisme. Pewarnaan gram dilakukan dengan empat langkah yaitu kristal violet sebagai warna utama mempunyai warna ungu, lugol sebagai larutan mordan, untuk pencucian atau dekolarisasi dengan alkohol dan pemberian cat lawan yaitu cat warna safranin (Millah, 2021).

Kelebihan pewarnaan gram ini yaitu dapat mengetahui morfologi bakteri, membantu dokter dalam menentukan terapi antimikroba yang cocok karena banyak obat antimikroba secara selektif memiliki aktivitas terhadap bakteri gram positif atau negatif dan kekurangan tes ini yaitu memerlukan tenaga terlatih untuk identifikasi sifat gram positif atau negatif dan menentukan morfologi dari bakteri itu serta memerlukan alat mikroskop (Tongko & Esa, 2018).

4. Uji Biokimia

Uji biokimia merupakan salah satu uji yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu biakan murni mikroorganisme dari hasil isolasi melalui sifat-sifat fisiologisnya (Rahayu & Gumilar, 2017). Tujuan dilakukannya uji lanjutan ini adalah untuk melihat sifat-sifat fisiologis bakteri (Lazuardi, 2014).

a. Uji katalase

Uji katalase merupakan uji yang digunakan untuk membedakan bakteri *Staphylococcus sp* dan *Streptococcus sp*. Dikatakan positif adanya bakteri jika memperlihatkan aktivitas katalase pada bakteri yang ditandai dengan terbentuknya gelembung gas (O_2) pada saat pengujian dilakukan. Kebanyakan bakteri ini memproduksi enzim katalase yang dapat memecah H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 (Arianda, 2016).

b. Uji IMViC (*Indol, Methyl red, Voges's prouskauer, Citrat*)

Pengujian menggunakan metil merah dan voges-proskauer termasuk dalam uji IMViC yang terdiri dari uji *Indol, Methyl red, Voges-proskauer* serta *Citrate/sitrat* dimana masing-masing uji memiliki kemampuan yang berbeda terutama untuk identifikasi bakteri yaitu (Mahon, 2015) :

Uji indol atau media SIM (*Sulfide Indol Motility*) digunakan untuk melihat pergerakan suatu bakteri. Apabila terdapat gambaran awan pada garis tusukan maka dapat dikatakan positif untuk motilitas. Selain itu dapat diketahui pula produksi H_2S dengan terbentuknya presipitat berwarna hitam pada tabung. Dalam media SIM terdiri dari beberapa

bahan yaitu trypton, ammonium sulfat, sodium thiosulfat, pepton dan agar. Kelebihan penggunaan media ini untuk mengetahui apakah bakteri ini memiliki enzim tryptophanase sehingga bakteri mampu mengoksidasi asam amino tryptophan membentuk indol. Disamping kekurangannya memiliki keahlian terlatih dalam proses pengerjaannya dan membutuhkan waktu yang lama untuk bisa dilakukan pengujian (Lazuardi, 2014).

Uji MR (*Methyl Red*) digunakan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasi glukosa dan menghasilkan berbagai produk yang bersifat asam sehingga dapat menurunkan pH media pertumbuhannya hingga $\leq 5,0$. Pada akhir pengamatan, indikator metil merah yang ditambahkan pada media akan menunjukkan perubahan pH menjadi asam dan media menjadi berwarna merah yang hasilnya positif. Namun, jika suasana lingkungan basa maka media akan berwarna kuning dan hasilnya negatif. Kelebihannya untuk mengetahui ada tidaknya fermentasi asam campuran (metilen glikon) pada koloni bakteri. Di dalam media MR terdiri dari beberapa bahan pepton, dextrose agar, dipotassium fosfat (Lazuardi, 2014).

Uji VP (*Voges-Proskauer*) digunakan untuk mengetahui apakah bakteri memproduksi asetoin (*Asetil Metil Karbinol*) dalam memfermentasi karbohidrat. Hasil akan nampak karena adanya tambahan reagen 0,6 ml α -naftol 5% dan 0,2 ml KOH 40% yang dihomogenkan, Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna merah dalam 15 menit yang menunjukkan adanya diasetil, produk oksidasi asetoin (Bhumbla, 2018).

Uji Citrate digunakan untuk menentukan apakah bakteri menggunakan natrium sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon. Media ini mengandung sitrat yang didalamnya terdapat garam amonium sebagai satu-satunya sumber nitrogen. Bakteri yang dapat menggunakan sitrat akan menggunakan garam amonium dan menghasilkan amonia, sehingga asam akan dihilangkan dari medium

dan menyebabkan peningkatan pH. Peningkatan pH akan mengubah warna medium dari hijau menjadi biru. Di dalam media Citrate terdiri dari beberapa bahan amonium dehydrogen phosphat, dipotassium phosphat, sodium chloride, sodium citrate, magnesium sulfat serta agar (Khotimah, 2016).

c. Uji Pada Media TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*)

Uji ini merupakan suatu uji biokimia yang digunakan untuk melihat kemampuan bakteri dalam memfermentasi karbohidrat yang tergabung dalam media pertumbuhan suatu bakteri. Pada media TSIA berisi 3 macam gula yaitu glukosa, laktosa dan sukrosa. Pada uji TSIA suatu bakteri bisa memfermentasi laktosa dan sukrosa jika media pada bagian atas berwarna kuning dan bagian bawah terlihat berwarna hitam dan dikatakan tidak dapat memfermentasi semua karbohidrat (glukosa, laktosa, dan sukrosa), jika bagian atas dan bagian bawah terlihat berwarna merah. uji TSIA juga dapat digunakan untuk mengetahui pembentukan H_2S (*Hidrogen Sulfida*) yaitu melihat apakah bakteri memfermentasi $FeSO_4$ (Aini, 2018). Hasil positif untuk produksi gas, H_2S adalah jika terbentuk warna hitam pada media (Putri, 2016).

Pada umumnya bakteri *Proteus sp* yang berhasil tumbuh akan nampak warna merah pada bagian media tabung yang miring (*slant*) dan warna kuning pada bagian dasar (*butt*) tanpa H_2S (Melinda, 2021). kelebihanannya yaitu memudahkan untuk melihat karakteristik dan kemampuan suatu organisme dalam memfermentasikan glukosa, laktosa, dan sukrosa. sedangkan kekurangannya yaitu jika digunakan tidak dalam steril maka akan sulit untuk melihat suatu biakan, dan membutuhkan keahlian yang terlatih dalam pengerjaannya (Aini, 2018).