

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Konsep Diabetes Melitus**

##### **1. Definisi Diabetes Melitus**

Diabetes melitus merupakan suatu keadaan medis dengan tanda adanya kenaikan kadar glukosa dalam darah melebihi batas normal. Serta sekelompok penyakit metabolismik yang ditandai oleh hiperglikemia, yang disebabkan oleh gangguan dalam sekresi insulin, fungsi insulin, atau keduanya. Kondisi ini sering kali menjadi ciri khas beberapa penyakit, terutama diabetes melitus, serta dapat terkait dengan berbagai kondisi kesehatan lainnya (Adi, 2019).

Menurut (Lestari *et al.*,2021), diabetes melitus adalah kondisi yang disebabkan oleh gangguan metabolisme pada organ pankreas. DM dapat menyebabkan berbagai komplikasi, baik makrovaskuler maupun mikrovaskuler. Salah satu dampak serius dari diabetes melitus yaitu gangguan kardiovaskular, yang jika tidak ditangani dengan segera dapat meningkatkan risiko hipertensi dan serangan jantung.

##### **2. Klasifikasi Diabetes Melitus**

Diabetes melitus dapat dikategorikan ke dalam beberapa tipe berdasarkan penyebabnya. Berikut adalah pembagian tipe diabetes:

- a. Tipe I: Tipe ini disebabkan oleh gangguan dalam fungsi sel beta pankreas, yang seringkali berhubungan dengan kekurangan insulin secara mutlak. Penyebabnya bisa bersifat autoimun atau idiopatik.
- b. Tipe II: Diabetes ini dimulai dengan resistensi insulin yang mendominasi. Dalam tahap lanjut, defisiensi sekresi insulin menyertai resistensi insulin yang ada.
- c. DM Gestasional: Tipe diabetes ini muncul hanya selama masa kehamilan, baik pada trimester kedua maupun ketiga.
- d. Tipe spesifik yang berkaitan dengan penyebab lain: Tipe ini mencakup beberapa kondisi seperti sindroma diabetes monogenik penyakit eksokrin pankreas (seperti fibrosis kistik dan pankreatitis), serta diabetes akibat

penggunaan glukokortikoid dalam pengobatan HIV/AIDS atau setelah transplantasi organ (Fatmona *et al.*, 2023).

### **3. Komplikasi Diabetes Melitus**

Menurut (Wahyuni, 2020), komplikasi yang terkait dengan diabetes melitus dibagi menjadi dua kategori, yaitu akut dan kronik. Komplikasi akut biasanya muncul akibat ketidak seimbangan glukosa darah dalam jangka pendek, dan meliputi:

- a. Hipoglikemia
- b. Hiperosmolar
- c. Ketoasidosis

Sementara itu, komplikasi kronik cenderung muncul 10 hingga 15 tahun setelah onset diabetes, dan meliputi:

- a. Komplikasi mikrovaskular
- b. Komplikasi makrovaskular
- c. Penyakit neuropati
- d. Peningkatan kerentanan terhadap infeksi

## **B. Konsep Luka Kaki Diabetik**

### **1. Definisi Luka Kaki Diabetik**

Luka kaki diabetik adalah luka yang muncul pada area kaki, dimulai dengan kerusakan pada lapisan superfisial kulit yang kemudian dapat berkembang menjadi nekrosis. Jika tidak ditangani dengan baik, luka ini dapat meluas hingga mencapai jaringan yang lebih dalam, seperti tendon, tulang, dan persendian. Ketidakacuhan dalam penatalaksanaan luka ini dapat berujung pada infeksi yang serius (Arifah *et al.*, 2021).

Luka kaki diabetik merupakan salah satu komplikasi kronis yang sering dialami oleh penderita diabetes melitus tipe 2 (DMT2). Luka kaki diabetik ditandai dengan adanya gangguan pada kaki, yang meliputi neuropati sensorik, motorik, dan otonom, serta dampak pada kesehatan pembuluh darah di tungkai. Kondisi ini disebabkan oleh kerusakan saraf (neuropati) dan penyakit pembuluh darah (angiopati). Dua faktor utama yang berkontribusi terhadap munculnya luka ini adalah neuropati diabetik dan tekanan berulang pada bagian kaki, yang

pada gilirannya dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan (Ismail *et al.*, 2023).

## 2. Manifestasi Klinis Luka Kaki Diabetik

Luka diabetik umumnya paling banyak ditemukan di telapak kaki dan jempol kaki. Kondisi ini sering kali muncul pertama kali di area tersebut akibat tekanan yang tinggi. Pada pasien diabetes, luka yang dialami dapat mengalami infeksi, yang kemudian berkembang menjadi luka. Tanda-tanda luka ini dapat dilihat dari adanya eksudat atau cairan pada luka, yang menjadi tempat berkembang biaknya bakteri. Lesi terlihat merah gelap dengan tepi yang tidak jelas dan tidak dapat diraba atau tidak menggelembung. Dalam kasus infeksi yang parah, mungkin juga terdapat vesikel, bula, pustula, maupun jaringan nekrotik. Selain itu, terdapat pembesaran kelenjar getah bening regional dan limfangitis ascenden. Pada pemeriksaan darah tepi, biasanya ditemukan adanya leukositosis (Wahyuni, 2020).

Secara umum, semua bentuk infeksi ditandai dengan munculnya kemerahan yang jelas batasnya, disertai dengan nyeri tekan dan pembengkakan. Penyebaran kemerahan seringkali dapat terjadi dengan cepat di sekitar luka, dan sering kali disertai gejala demam serta rasa lesu. Pada kondisi akut, terkadang juga dapat muncul bula. Kulit di sekitar luka diabetik umumnya menunjukkan edema yang kurang dari 2 cm, dengan warna merah muda serta inflamasi yang minimal. Pasien luka diabetik yang memenuhi kriteria infeksi ringan, yang ditandai dengan demam, kemerahan, dan pembengkakan pada kaki, sebaiknya dirawat di rumah sakit (Yulyastuti *et al.*, 2021).

## 3. Patofisiologi Luka Kaki Diabetik

Penilaian dan klasifikasi luka diabetik memainkan peran yang sangat penting dalam perencanaan terapi dengan berbagai pendekatan. Beragam sistem klasifikasi telah dikembangkan yang mempertimbangkan beberapa parameter, seperti luas infeksi, neuropati, iskemia, kedalaman atau luas luka, serta lokasi luka tersebut. Meskipun terdapat beberapa sistem klasifikasi, yang paling umum digunakan adalah klasifikasi luka *Wagner-Megit*.

Luka kaki diabetik merupakan hasil dari berbagai mekanisme patofisiologi, di mana neuropati diabetik memainkan peran yang sangat penting.

Penurunan input sensorik pada ekstremitas bawah membuat kaki lebih rentan terhadap luka yang sering kali terjadi berulang kali. Selain neuropati, diabetes juga dapat menyebabkan komplikasi lain seperti vaskulopati, baik pada pembuluh mikro maupun makro. Hal ini mengakibatkan aliran darah ke ekstremitas bawah berkurang dan menghambat gradien tekanan oksigen di jaringan. Kondisi hipoksia yang terjadi, ditambah dengan trauma yang berulang, dapat menyebabkan perkembangan luka menjadi luka kronis (Yulyastuti *et al.*, 2021).

#### **4. Klasifikasi Luka Kaki Diabetik**

Luka kaki diabetik dikategorikan berdasarkan tingkat keparahan, umumnya mengikuti sistem klasifikasi seperti *Wagner Ulcer Classification*. Penentuan klasifikasi luka ini sangat penting, karena akan memengaruhi pendekatan dalam manajemen perawatan dan pengobatan yang sesuai (Wahyuni, 2020). Berikut sistem klasifikasi luka menurut *Wagner-Megit*.

**Tabel 2.1**  
**Sistem Klasifikasi Luka Menurut Wagner-Megit**

<b>Grade</b>	<b>Keterangan</b>
Grade 0	Kulit tampak utuh tanpa adanya luka terbuka, namun mungkin ada deformitas atau selulitis.
Grade 1	Luka diabetik superfisial, yang melibatkan jaringan terbatas pada kulit belum melibatkan jaringan di sekitarnya.
Grade 2	Luka yang menembus hingga mencapai tendon, tulang, atau kapsul persendian, namun tidak menunjukkan tanda-tanda abses atau osteomilitis.
Grade 3	Luka diabetik superfisial, baik yang bersifat parsial maupun full thickness, belum menjangkau jaringan di sekitarnya
Grade 4	Adanya gangren yang terbatas pada bagian depan kaki atau tumit.
Grade 5	Adanya gangren yang meluas meliputi seluruh kaki atau sebagian kaki

*Wound care essentials: practice principles*. New York: Lippincott Williams & Wilkins cit Aminuddin,dkk (2020).

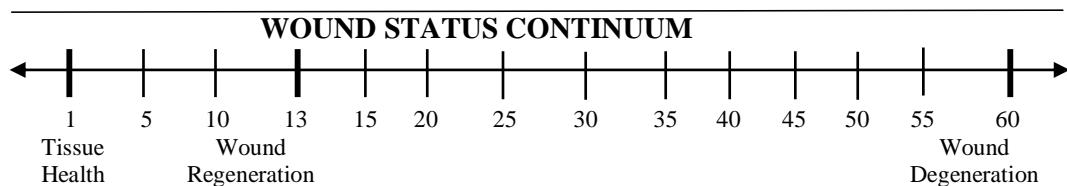
Melakukan penilaian luka pada kaki diabetik dilakukan menggunakan instrumen penilaian luka Bates-Jensen Wound Assessment Tool (BWAT), penilaian ini mencakup beberapa indikator sebagai berikut:

**Tabel 2.2**  
**Format Pengkajian Luka Bates-Jensen Wound Assessment Tool**

No	Item	Pengkajian	Skor
1	Ukuran luka	1 = P X L < 4 cm 2 = P X L 4 < 16 cm 3 = P X L 16 < 36 cm 4 = P X L 36 < 80 cm 5 = P X L > 80 cm	
2	Kedalaman	1 = stage 1 2 = stage 2 3 = stage 3 4 = stage 4 5 = nekrosis <i>wound</i>	
3	Tepi luka	1 = samar, tidak jelas terlihat 2 = batas tepi terlihat, menyatu dengan dasar luka 3 = jelas, tidak menyatu dengan dasar luka 4 = jelas, tidak menyatu dengan dasar luka tebal/ <i>hyperceratonic</i>	
4	Goa (lubang pada luka yang ada dibawah jaringan sehat)	1 = tidak ada 2 = goa < 2cm di area manapun 3 = goa 2-4 cm 50% pinggir luka 4 = goa 2-4 cm > 50% pinggir luka 5 = goa > 4 cm di area manapun	
5	Tipe jaringan nekrosis	1 = tidak ada 2 = putih atau abu-abu jaringan mati dan atau slough yang tidak lengket (tidak mudah dihilangkan) 3 = <i>slough</i> mudah dihilangkan 4 = lengket, lembut dan ada jaringan parut berwarna hitam 5 = lengket berbatas tegas, keras dan ada jaringan mati	
6	Jumlah jaringan nekrosis	1 = tidak nampak 2 = < 25% dari dasar luka 3 = 25% hingga 50% dari dasar luka 4 = > 50% hingga < 75% dari dasar luka 5 = 75% hingga 100% dari dasar luka	
7	Tipe eksudat	1 = tidak ada 2 = <i>bloody</i> 3 = <i>serosanguineous</i> 4 = <i>serous</i> 5 = <i>purulent</i>	
8	Jumlah eksudat	1 = kering 2 = moist 3 = sedikit 4 = sedang 5 = banyak	

9	Warna kulit sekitar luka	1 = pink atau normal 2 = merah terang jika ditekan 3 = putih agak kemerahan atau agak abu-abu pucat/hiposegmentasi 4 = merah gelap atau ungu dan atau tidak pucat 5 = hitam atau hypersegmentasi
10	Tepi jaringan yang edema	1 = tidak ada pembengkakan atau edema 2 = non pitting edema kurang dari < 4mm disekitar luka 3 = non piting edema > 4 mm disekitar luka 4 = pititng edema < 4 mm disekitar luka 5 = krepitasi atau pitting edema > 4 mm
11	Pergeseran jaringan tepi	1 = tidak ada 2 = pengerasan < 2 cm di di ebagian kecil sekitar luka 3 = pengerasan 2-4 cm menyebar < 50% di tepi luka 4 = pengerasan 2-4 cm menyebar > 50% di tepi luka 5 = pengerasan > 4 cm di seluruh tepi luka
12	Jaringan granulasi	1 = kulit utuh atau stage 1 2 = terang 100% jaringan granulasi 3 = terang 50% jaringan granulasi 4 = granulasi 25% 5 = tidak ada jaringan granulasi
13	Epitelisasi	1 = 100 % epitelisasi 2 = 75% - 100% epitelisasi 3 = 50% - 75% epitelisasi 4 = 25% - 50% epitelisasi 5 = < 25% epitelisasi

### Total Skor



#### Keterangan:

- 1-13 Regenerasi jaringan
- 14-60 Degenerasi jaringan

### 5. Faktor Risiko Terjadinya Luka Kaki Diabetik

Faktor risiko yang berasal dari kondisi sistemik pasien meliputi hiperglikemia yang tidak terkendali, durasi penyakit diabetes melitus lebih dari 10 tahun, usia pasien di atas 40 tahun, riwayat merokok, serta adanya penyakit ginjal kronis. Terdapat beberapa faktor risiko yang dapat menyebabkan terjadinya luka diabetik pada penderita diabetes melitus (Yulyastuti *et al.*, 2021).

Faktor-faktor tersebut dibedakan menjadi dua kategori, yaitu:

a. Faktor risiko yang tidak dapat diubah:

1) Usia

Seiring bertambahnya usia, fungsi tubuh secara fisiologis mengalami penurunan. Proses penuaan ini menyebabkan berkurangnya sekresi insulin atau meningkatnya resistensi terhadap hormon tersebut, sehingga kemampuan tubuh dalam mengendalikan kadar glukosa darah menjadi kurang optimal. Selain itu, proses penuaan juga berdampak pada penurunan sirkulasi darah, terutama pada pembuluh darah besar dan sedang di tungkai, yang membuat seseorang lebih rentan terhadap terjadinya luka diabetik.

2) Lama DM  $\geq 10$  tahun

Luka kaki diabetik umumnya dialami oleh penderita diabetes melitus yang telah mengidap penyakit ini selama 10 tahun atau lebih, terutama jika kadar glukosa darah mereka tidak terkontrol. Kondisi ini dapat menyebabkan komplikasi vaskular yang mengarah pada makroangiopati dan mikroangiopati, yang pada gilirannya memicu vaskulopati dan neuropati.

3) Faktor yang dapat diubah:

a) Obesitas

Penimbunan lemak akibat resistensi insulin terjadi karena penumpukan jaringan lemak menghambat fungsi insulin di jaringan tubuh dan otot. Akibatnya, glukosa tidak dapat diangkut ke dalam sel dan terakumulasi dalam pembuluh darah, yang menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah.

b) Hipertensi

Hipertensi (tekanan darah  $> 130/80$  mm Hg) pada penderita diabetes melitus dipicu oleh tingginya viskositas darah, yang mengakibatkan penurunan aliran darah dan defisiensi vaskuler. Selain itu, hipertensi dengan tekanan darah di atas 130/80 mm Hg dapat merusak endotel, yang berperan penting dalam kesehatan pembuluh darah. Akibatnya,

jaringan mengalami hipoksia yang dapat menyebabkan terjadinya luka tidak terkontrol

4) Kadar glukosa darah tidak terkontrol

Glikosilasi hemoglobin adalah proses di mana glukosa dalam sirkulasi sistemik terikat pada protein plasma, termasuk hemoglobin yang terdapat dalam sel darah merah. Kadar gula darah yang tidak terkontrol dapat menghambat proses penyembuhan luka. Oleh karena itu, pengendalian kadar glukosa darah menjadi langkah penting dalam mencegah terjadinya komplikasi diabetes, seperti luka kaki.

5) Kebiasaan merokok

Penderita diabetes melitus yang merokok lebih dari 12 batang per hari memiliki risiko tiga kali lebih tinggi untuk mengalami luka diabetik dibandingkan dengan mereka yang tidak merokok. Hal ini kemudian memicu penempelan dan agregasi trombosit, yang berujung pada kebocoran. Akibatnya, lipoprotein lipase akan memperlambat proses pembersihan lemak dalam darah, sehingga mempermudah perkembangan aterosklerosis. Aterosklerosis ini akan menyebabkan insufisiensi vaskuler, yang mengakibatkan penurunan aliran darah ke arteri dorsalis pedis, poplitea, dan tibialis.

6) Ketidakpatuhan terhadap diet Diabetes Melitus

Kepatuhan terhadap pola diet diabetes melitus sangatlah krusial dalam mengendalikan kadar glukosa darah, kolesterol, dan trigliserida agar mendekati angka normal. Hal ini bertujuan untuk mencegah timbulnya komplikasi kronis, seperti luka diabetik. Diet yang sesuai memiliki peran penting dalam mempertahankan berat badan ideal, menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik, menurunkan kadar glukosa darah, memperbaiki profil lipid, meningkatkan sensitivitas reseptor insulin, serta memperbaiki sistem koagulasi darah.

7) Kurangnya aktivitas fisik

Aktivitas fisik, atau olahraga, memiliki banyak manfaat yang signifikan, seperti meningkatkan sirkulasi darah, menurunkan berat badan, dan

memperbaiki sensitivitas insulin. Dengan kadar glukosa yang terjaga, risiko komplikasi kronis akibat diabetes melitus dapat diminimalkan.

8) Pengobatan tidak teratur

Pengobatan rutin dan perawatan intensif dapat mencegah serta menghambat munculnya komplikasi kronis, seperti luka diabetik.

## 6. Proses Penyembuhan Luka Kaki Diabetik

Proses penyembuhan luka adalah suatu proses alami yang bertujuan untuk memulihkan integritas jaringan yang mengalami kerusakan. Proses ini bersifat kompleks, dinamis, dan terintegrasi. Ada 4 fase penyembuhan luka, yaitu:

a. Fase hemostatis

Fase pertama beberapa menit setelah cedera dalam proses penyembuhan luka melibatkan kerusakan pada pembuluh darah akibat terjadinya luka, yang perlu segera dihentikan. Pada fase ini merupakan bentuk pertahanan tubuh untuk mencegah terjadinya kehilangan darah secara berlebihan serta dapat melakukan pengontrolan terhadap penyebab cedera dan menutup lokasi tersebut untuk mencegah terjadinya kontaminasi mikroorganisme pada luka.

b. Fase inflamasi (0-3 hari)

Fase ini berlangsung sejak terjadinya luka hingga hari kelima. Pada proses ini merupakan bentuk adaptasi pertahanan tubuh terhadap jaringan cedera yang melibatkan perubahan pada pembuluh darah dan melibatkan sel-sel pertahanan tubuh yang bergerak menuju area luka. Pada tahap ini, peningkatan suplai darah membawa nutrisi dan oksigen, yang penting untuk penyembuhan luka. Peningkatan suplai darah juga dapat menghilangkan sel-sel mati, bakteri, dan eksudat. Dan pada fase ini, muncul berbagai tanda, seperti kemerahan, suhu yang meningkat, nyeri dan pembengkakan.

c. Fase poliferasi (3-21 hari)

Fase ini dimulai dari akhir fase inflamasi hingga minggu ketiga. Pada tahap ini, tubuh mulai menciptakan jaringan baru untuk menutup luka. Sehingga pada proses terjadinya pembentukan pembuluh darah, pembentukan jaringan granulasi, dan penutupan luka. Proses perbaikan dimulai ketika jaringan granulasi atau jaringan baru, tumbuh dari jaringan ikat sehat di

sekitarnya. Jaringan granulasi mengandung pembuluh kapiler baru yang rapuh dan cenderung berdarah, sehingga memberikan warna tampak kemerahan pada area luka yang sedang dalam proses penyembuhan. Sementara jaringan granulasi terbentuk, pertumbuhan jaringan epitel, atau epitelisasi, juga dimulai.

d. Fase maturase (24 hari-1 tahun)

Pada fase ini, proses pematangan berlangsung dari minggu ketiga hingga berbulan-bulan. Di sini, terjadi penyerapan jaringan lebih lanjut, proses pengertuan, dan pembentukan jaringan baru. Selama fase ini, jaringan parut mengalami remodelling atau pada tahap akhir dari proses penyembuhan luka dimana jaringan parut yang terbentuk mulai mengalami reorganisasi dan pematangan pada luka. Meskipun jaringan parut terus bertambah kuat, tetapi tetap lebih lemah daripada jaringan yang digantikannya. Kapiler akhirnya menghilang, meninggalkan bekas luka avaskular (bekas luka yang berwarna putih karena kekurangan suplai darah) (Ummah *et al.*, 2019).

## **7. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penyembuhan Luka**

Menurut (Febrianti *et al.*, 2023) Faktor yang Mempengaruhi Penyembuhan Luka :

a. Usia

Seiring bertambahnya usia manusia, penyembuhan luka menjadi semakin sulit karena perubahan fisiologis. Penurunan kapasitas penyembuhan dimulai sekitar usia 45 tahun, dengan dampak yang semakin signifikan pada mekanisme perbaikan jaringan tubuh.

b. Nutrisi

Penyembuhan luka membutuhkan protein untuk pembentukan jaringan kolagen. Malnutrisi mengganggu proses ini karena asupan protein, karbohidrat, dan lemak yang tidak memadai.

c. Kadar Gula Darah

Gula darah tinggi (hiperglikemia) dapat merusak tubuh melalui beberapa mekanisme. Dampak pada pembuluh darah dan penyembuhan luka menyebabkan penebalan dinding pembuluh darah, mengurangi aliran darah ke kulit dan saraf, potensi kebocoran pembuluh darah, menghambat

proses penyembuhan luka.

d. Sirkulasi

Sirkulasi darah adalah salah satu faktor paling penting yang mempengaruhi kecepatan penyembuhan luka. Ketika sirkulasi buruk, aliran darah dalam pembuluh darah dapat terganggu, mengakibatkan jaringan kekurangan oksigen.

e. Infeksi

karena respon host terhadap reaksi inflamasi akan memperlambat penyembuhan luka.

## C. Konsep Balutan Antimikrobial

### 1. Definisi Balutan Antimikrobial

Balutan antimikrobial merupakan jenis balutan luka yang mengandung bahan aktif antimikroba, seperti *silver* yang dirancang khusus untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada luka. Tujuan dari penggunaan balutan antimikrobial bukan untuk mengobati infeksi pada luka, melainkan untuk mengontrol dan mencegah bakteri atau menghambat reproduksi mikroorganisme. Salah satu contoh balutan antimikroba yang dapat digunakan dalam perawatan luka adalah *silver* (Arisudhana *et al.*, 2022).

Balutan antimikrobial dapat digunakan pada luka kronis dan akut yang telah terinfeksi atau berisiko mengalami infeksi. Namun, penting untuk diingat bahwa penggunaan balutan antimikrobial tidak disarankan dalam jangka waktu yang lama dan sebaiknya tidak dipadukan dengan cairan NaCl 0,9%. Balutan ini dapat mengendalikan kolonisasi bakteri pada permukaan luka, yang dapat mempercepat proses reepitelialisasi hingga 40% dibandingkan dengan penggunaan cairan antibiotik (Ummah *et al.*, 2019).

### 2. Jenis-Jenis Balutan Antimikrobial

Luka yang mengalami infeksi secara klinis biasanya ditandai dengan adanya eritema, perasaan hangat, edema, serta nyeri atau nyeri tekan di daerah lokal. Terdapat juga kemungkinan peningkatan drainase, munculnya nanah, serta bau tak sedap yang baru atau semakin buruk. Penggunaan balutan antimikrobial sangat dianjurkan jika terdapat dugaan kolonisasi kritis atau infeksi lokal.

Tujuan dari penggunaan balutan antimikrobial luka ada dua: pertama, untuk menciptakan lingkungan kelembapan yang optimal yang mendukung proses re-epitelisasi, dan kedua, untuk bertindak sebagai penghalang fisik terhadap penetrasi, kolonisasi, dan proliferasi mikroba di dalam luka serta pada pembalut itu sendiri (Yousefian *et al.*, 2023).

Adapun jenis-jenis balutan antimikrobial yaitu:

a. Aplikasi topikal langsung antiseptik

Antiseptik topikal dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori yang berbeda berdasarkan mekanisme kerjanya. Kategori ini mencakup emulsi, pengoksidasi, asam, logam berat, alkohol, aldehid, anelida, bisfenol, dan fenol. Antiseptik topikal yang umum digunakan antara lain hidrogen peroksida, larutan Dakin (yang merupakan pengenceran pemutih dalam air), larutan Eusol (campuran pemutih encer dalam air dengan asam borat), serta asam asetat encer (kombinasi cuka dan air). Antiseptik ini biasanya dioleskan secara langsung pada luka dengan tujuan membersihkan area yang terkontaminasi.

b. Balutan *Silver*

*Silver* telah diakui dalam dunia dermatologi karena efektivitas klinisnya. Sebagai salah satu contoh antiseptik logam berat, *silver* memiliki aktivitas bakterisida yang luas, efektif melawan bakteri Gram positif maupun Gram negatif. Hal ini menjadikannya pilihan yang baik untuk menangani luka yang sangat terinfeksi, terutama ketika ada dugaan adanya bakteri resisten terhadap pengobatan. Balutan antimikrobial yang mengandung *colloidal silver* 50 ppm, berfungsi mengatasi infeksi pada luka. Pada balutan ini merupakan krim topikal yang berbahan dasar zinc dan dirancang untuk meningkatkan keseimbangan kelembaban pada luka serta mempermudah proses pelepasan balutan yang sudah lama. Krim ini diproduksi secara lokal menggunakan *chitosan*, *petroleum jelly*, dan zinc. Keunggulan dari krim zinc ini terletak pada kemampuannya yang tidak hanya menciptakan lingkungan lembab yang ideal bagi luka, tetapi juga mendukung regenerasi jaringan. Produk ini mengandung *colloidal silver* 50 ppm, yang berfungsi mengatasi infeksi pada luka. Sedangkan *Nanopartikel Silver* (NP), menjadi fokus perhatian yang

signifikan dalam bidang pengobatan regeneratif sebagai alternatif yang menjanjikan untuk terapi antibiotik konvensional dalam mengatasi infeksi luka bakteri yang resisten terhadap banyak obat, dan sifat fisikokimia, biologi, serta optiknya yang menguntungkan menjadikan nanopartikel sangat cocok untuk berbagai aplikasi biomedis (Evans & Sen, 2023).

c. Balutan *iodine*

*Iodine* telah lama diakui kemampuannya dalam mengurangi beban mikroba pada luka kronis. *Povidone-iodine*, sebagai salah satu bentuk yodium, terbukti efektif melawan berbagai jenis mikroorganisme, termasuk bakteri, virus, jamur, spora, protozoa, dan kista amuba. Aktivitas antimikroba yang dimiliki yodium sangat kuat, berkat efek oksidatifnya yang mengganggu gugus fungsi asam amino dan asam lemak. Interaksi ini menyebabkan kerusakan struktural dan fungsional yang cepat pada sel bakteri dan jamur, sehingga pertumbuhan dan kelangsungan hidup mereka dapat terhambat.

d. Balutan luka biguanida (PHMB)

Poliheksametilen biguanida (PHMB) adalah antiseptik yang sering digunakan dalam balutan luka. PHMB terdiri dari campuran polimer yang bekerja efektif dalam membunuh mikroorganisme. Antiseptik ini terbukti mampu melawan berbagai jenis bakteri, baik yang termasuk strain Gram-positif maupun Gram-negatif. PHMB memiliki tingkat kemanjuran yang tinggi terhadap *Staphylococcus aureus resistan methicillin* (MRSA) serta *Enterococcus resistan vankomisin* (VRE). Selain itu, PHMB juga menunjukkan aktivitas antimikroba yang signifikan terhadap jamur seperti *Spesies Candida* dan *Aspergillus*, serta patogen *Amoeboïd* seperti *Acanthamoeba*. Tidak hanya itu, PHMB juga efektif melawan virus.

e. Madu

Balutan yang terbuat dari madu memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri berkat efek osmotiknya, pH yang bersifat asam, serta kandungan zat antibakteri seperti metilglioksal. Selain manfaat antimikroba yang dimilikinya, madu juga memberikan nutrisi yang penting untuk perawatan luka dan dapat mempercepat proses penyembuhan. Balutan yang terbuat dari bahan dasar madu memiliki kemampuan untuk menghambat

pertumbuhan bakteri berkat efek osmotiknya, pH yang bersifat asam, serta adanya zat antibakteri seperti metilglioksal. Selain manfaat antimikroba, madu juga menyuplai nutrisi yang penting untuk penyembuhan luka secara topikal dan dapat mempercepat proses pemulihan. Pada pasien dengan luka vena, penggunaan pembalut berbahan dasar madu telah terbukti berhubungan dengan penurunan yang signifikan dalam ukuran luka, tingkat nyeri, serta bau tak sedap.

f. *Chitosan*

*Chitosan* dapat digunakan dalam berbagai jenis balutan luka karena sifat antimikroba dan biokompatibelnya. Jenis-jenis balutan tersebut termasuk hidrogel yang menciptakan lingkungan lembab untuk luka, film yang menyediakan lapisan pelindung bernapas, serta spons penyerap yang dirancang khusus untuk rongga luka. Selain itu, nanofiber yang menyerupai matriks ekstraseluler alami juga dapat diaplikasikan, bersama dengan busa yang dirancang untuk menyerap eksudat dalam jumlah tinggi.

### 3. Jenis-Jenis Balutan Antimikroial Yang Mengandung *Silver*

Terdapat beberapa balutan antimikroial pada luka kaki diabetik yaitu:

a. *Silver Ag+*

*Silver* ( $\text{Ag}^+$ ) memiliki sifat antimikroba yang dapat membantu menghindari infeksi pada luka. Pembalut ini juga mampu menyerap cairan dari luka (eksudat) dan menciptakan kondisi lembab di sekitar luka untuk mendukung proses penyembuhan. Kelebihan *nanopartikel silver* ionik terletak pada muatannya yang positif, yang memungkinkan *nanopartikel* tersebut lebih mudah untuk menembus dinding sel bakteri yang memiliki muatan negatif. Hal ini akan merusak dan menghancurkan sel bakteri, yang akhirnya menyebabkan kematian. Saat ini, belum ada bukti bahwa bakteri, termasuk yang patogen, kebal terhadap *nanopartikel silver*. Partikel *silver* yang lebih kecil memiliki kemampuan antimikroba yang lebih tinggi. *Nanopartikel silver* ini bisa digunakan sebagai antibiotik untuk menangani infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella typhimurium*, yang semakin kebal terhadap antibiotik seperti *ampisilin*, *chloramphenicol*, *streptomycin*, *sulfamethoxazole*, dan *tetracycline*. Lama pemakaian Balutan *silver*

biasanya diterapkan selama waktu singkat, sekitar 1-4 minggu, bergantung pada keadaan luka dan reaksi terhadap terapi (Palupi & Suparno, 2020).

b. Metcovazin *Silver*

Pada balutan ini dapat menciptakan lingkungan yang lembab dan mendukung proses penyembuhan luka. Lingkungan lembab tersebut berfungsi untuk mengurangi risiko terjadinya debridement autolitik. Dan produk ini secara lokal menggunakan *chitosan*, *petroleum jelly*, dan zinc. Fungsi *chitosan* pada balutan ini sebagai mencegah infeksi dan mengurangi nyeri. Pada *petroleum jelly* dapat melembapkan luka serta mengurangi infeksi. Dan pada zinc pada balutan ini dapat menjaga kelembapan pada luka. Sehingga balutan ini menjadi walaupun harganya lebih tinggi dibandingkan produk balutan lainnya, Metcovazin *Silver* menawarkan keunggulan unik berkat kandungan zinc yang tidak dimiliki oleh produk lain. Hal ini menjadikannya pilihan terbaik untuk penyembuhan luka yang lebih cepat, efektif, dan nyaman. Balutan ini memiliki proses penyembuhan dengan 5 hari (Alapjan, 2024).

c. Acticoat

Kandungan dari balutan Acticoat terdiri dari inti polyester yang berfungsi secara farmakologis untuk menjaga kelembaban. Selain itu, terdapat jaring *polyethylene* yang memudahkan distribusi perak melalui lapisan pembalut, serta lapisan *nanokristalin silver* yang berfungsi untuk mengantarkan efek antimikroba. Dengan konsentrasi *silver* sebesar 70-100 ppm, Acticoat menawarkan efek antimikroba dengan spektrum yang luas. Mekanisme kerja Acticoat berlandaskan pada sifat oligodinamik *silver* ( $Ag^+$ ). *Silver* ini dapat menembus membran sel bakteri berkat ukurannya yang sangat kecil (partikel nano). Proses penetrasi ini akan mengakibatkan perubahan pada integritas membran sel, serta mengganggu ikatan esensial antara protein dan DNA pada mikroorganisme, sehingga menyebabkan ketidakstabilan. Akibatnya, metabolisme sel mulai mengalami kerusakan, dan reaksi enzim esensial yang mengatur kehidupan sel mikroorganisme pun terhambat. Hal ini membuat mikroorganisme tidak dapat membelah diri, dan memungkinkan sel-sel imun tubuh untuk menjalankan fungsi fagositosis,

yaitu menelan dan menghancurkan mikroorganisme tersebut. Pada balutan ini menunjukkan hasil yang positif dalam mengatasi infeksi dalam waktu 2 minggu (Ilham *et al.*, 2024).

d. Silvasorb Gel

Pada balutan ini terdapat kandungan mikrokisi polimer unik dalam SilvaSorb memberikan kelembaban lebih pada luka sambil mengurangi eksudat, yang mungkin menjadi faktor utama dalam meningkatkan kenyamanan dan kepuasan pasien. Gel SilvaSorb menjaga kadar *silver* ionik yang tinggi, efektif melawan berbagai jenis kuman, serta meminimalkan kerusakan pada jaringan sehat di sekitarnya. Dengan penerapan SilvaSorb Gel sesuai petunjuk setiap tiga hari, hal ini juga dapat menghemat biaya, karena mengurangi jumlah staf yang diperlukan untuk melakukan penggantian balutan. Lama penyembuhan dengan balutan SilvaSorb dapat bervariasi berdasarkan jenis luka dan kondisi kesehatan pasien. Untuk luka kaki diabetik, rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk sembuh berkisar antara 2 hingga 6 minggu. Rentang waktu ini tergantung pada kedalaman luka serta pengendalian gula darah pasien (Walia & Prasad, 2022).

#### 4. Manfaat Balutan *Silver*

Balutan antimikroba merupakan solusi yang efektif dalam mengatasi dan mengendalikan infeksi, karena mampu membunuh bakteri atau mencegah perkembangbiakan mikroorganisme. Dengan demikian, penggunaan balutan ini dapat mencegah terjadinya infeksi dan komplikasi yang mungkin terjadi. Selain itu, balutan ini juga menciptakan lingkungan yang lembab dan mendukung proses penyembuhan luka. Lingkungan lembab tersebut berfungsi untuk mengurangi risiko terjadinya debridement autolitik (Aminah & Nazyiah, 2022).

Balutan yang mengandung *colloidal silver* 50 ppm memiliki manfaat menurunkan risiko infeksi, mempercepat penyembuhan luka yang terinfeksi, serta menjaga kelembaban luka. Kelembaban ini sangat penting untuk mendukung proses autolisis debridemen dan mencegah balutan menempel saat penggantian. Selain itu, balutan ini berfungsi untuk mempertahankan kelembaban dan mempercepat penyembuhan luka secara keseluruhan. Efektivitasnya dalam mengurangi biofilm turut mempercepat proses

penyembuhan, yang dapat dilihat dari penurunan ukuran luka dan peningkatan jaringan granulasi serta epitelisasi. Penggunaan *colloidal silver* sebagai balutan antimikroba pada luka infeksi juga menawarkan manfaat signifikan, baik dalam mempercepat proses penyembuhan maupun dalam mencegah infeksi lebih lanjut (Aminah and Nazyiah 2022).

## 5. Indikasi Kerja Balutan *Silver*

Balutan *colloidal silver* dapat mempercepat proses penyembuhan dengan memodulasi reorganisasi sitoskeleton, yang berpengaruh pada motilitas sel. Dalam hal ini, *silver* menunjukkan potensi positif dalam proses penutupan luka melalui berbagai mekanisme yang berbeda dibandingkan dengan obat-obatan konvensional. Selain itu, berkat sifat antimikrobanya, *silver* bisa menjadi alternatif yang valid untuk mengatasi infeksi yang disebabkan oleh bakteri resisten multidrug (MDRB). Bakteri ini sering kali tidak merespons terapi farmakologis standar dan sulit untuk ditemukan solusi pengobatan yang efektif (Leino *et al.*, 2021).

Keunggulan dari balutan *colloidal silver* secara signifikan dapat memperpendek durasi dan mengurangi tingkat keparahan berbagai infeksi bakteri, seperti luka septik. Karena balutan ini memiliki sifat bahan yang biocidal efek toksik oligodinamiknya, yang diartikan sebagai kemampuan mikrobisida yang tinggi, bahkan pada konsentrasi ion *silver* yang sangat rendah dalam air. Dalam konteks klinis, *colloidal silver* digunakan secara topikal untuk mengobati rinosinusitis kronis yang sulit diatasi (Yousefian *et al.*, 2023).

## 6. Kontraindikasi Balutan *Silver*

Balutan *silver* telah lama dikenal karena efek antimikrobanya, *silver* masih digunakan dalam produk untuk pengobatan antimikroba lokal dalam balutan luka *silver*. Namun konsekuensi paling nyata terjadi dari paparan *colloidal silver* dalam jangka panjang dapat menyebabkan argyria, pigmentasi kebiruan yang tidak dapat dipulihkan pada kulit akibat akumulasi *silver* (Leino *et al.*, 2021).

## 7. Dosis Cara Penggunaan Balutan *Silver*

Penggunaan balutan *silver* yang dilengkapi dengan karbon aktif terbukti dapat mengurangi ukuran luka secara signifikan, sekaligus efektif dalam

menangani masalah eksudat berlebihan, bau tak sedap, nyeri, dan maserasi akibat infeksi luka. Penggantian balutan luka sebaiknya dilakukan secara rutin untuk menjaga kebersihan dan efektivitasnya. Umumnya, balutan *silver* dapat digunakan selama beberapa minggu, tergantung pada kebutuhan pasien (Galumbang *et al.*, 2022).

Pada luka kaki diabetik, *silver* terbukti efektif dalam mempercepat proses penyembuhan yang biasanya, memakan waktu sekitar 3 minggu. Selama periode ini, penggunaan balutan antimikroba dapat dilakukan dengan frekuensi penggantian setiap dua hingga 3 hari, bergantung pada kondisi luka dan tingkat produksi eksudat (Alapjan, 2024).

## **D. Konsep Pengetahuan**

### **1. Definisi Pengetahuan**

Pengetahuan adalah Hasil pengetahuan seseorang tentang suatu objek diperoleh melalui indera yang dimilikinya. Setiap individu memiliki pemahaman yang berbeda-beda, tergantung pada cara penginderaan mereka terhadap objek atau hal tersebut (Syapitri *et al.*, 2021).

Pada dasarnya, pengetahuan adalah hasil dari proses memahami berbagai objek, baik itu berupa hal maupun peristiwa yang dialami oleh individu. Secara esensial, pengetahuan manusia merupakan kekayaan mental yang tersimpan dalam pikiran dan hati, serta menjadi bagian integral dari eksistensi manusia. Pengetahuan muncul sebagai buah dari aktivitas berpikir yang dilakukan oleh manusia (Octaviana & Ramadhani, 2021).

### **2. Jenis-Jenis Pengetahuan**

Ada beberapa jenis pengetahuan:

#### a. Pengetahuan Biasa

Pengetahuan biasa adalah pengetahuan yang biasanya digunakan dalam kehidupan sehari-hari, tanpa menggali secara mendalam atau luas. Seseorang yang sebelumnya tidak mengetahui cara mempelajari sesuatu, namun setelah melalui suatu proses akhirnya memahami hal tersebut, dapat dianggap memiliki pengetahuan biasa.

b. Pengetahuan Agama

Pengetahuan agama merupakan pengetahuan yang diperoleh secara langsung dari Tuhan melalui para Nabi dan Rasul-Nya. Pengetahuan ini bersifat mutlak dan menjadi kewajiban bagi para pemeluknya untuk mengikutinya. Dengan menganggap ajaran agama sebagai standar kebenaran, kita dapat melihat bahwa pengetahuan agama dipenuhi oleh nilai-nilai baik dan buruk, serta konsep benar dan salah.

c. Pengetahuan Ilmiah atau Ilmu Pengetahuan

Pengetahuan ilmiah, atau yang sering disebut sebagai ilmu, adalah pengetahuan yang diperoleh melalui cara yang khusus. Tujuan dari pengetahuan ini bukan hanya untuk digunakan, tetapi juga untuk memahami lebih dalam dan luas mengenai kebenarannya, walaupun tetap terhubung dengan pengalaman. Secara garis besar, pengetahuan ilmiah merupakan upaya untuk mengorganisir dan menyistematisasikan pemahaman umum atau common sense. Ini adalah pengetahuan sehari-hari yang kemudian diperdalam melalui pemikiran yang cermat dan teliti dengan menggunakan berbagai metode.

d. Pengetahuan Filsafat

Pengetahuan filsafat adalah pengetahuan yang tak mengenal batas, yang berupaya menemukan sebab-sebab paling mendalam dan hakiki, melampaui pengalaman sehari-hari. Filsafat sering kali berkaitan dengan hakikat sesuatu yang transenden, sehingga diskusinya cenderung mengarah pada hal-hal yang abstrak dalam membangun sebuah pengetahuan (Ridwan *et al.*, 2021).

### **3. Tingkat Pengetahuan**

Tingkat pengetahuan merupakan level dasar dalam tujuan berpikir. Tingkat ini biasanya berkaitan dengan kemampuan seseorang untuk mengingat informasi yang telah dipelajarinya.

a. Tahu (*Know*)

Pengetahuan yang dimiliki saat ini masih terbatas pada kemampuan untuk mengingat kembali apa yang telah dipelajari sebelumnya. Oleh karena itu, tingkat pengetahuan pada fase ini dapat dianggap sebagai yang paling dasar.

Kemampuan pada tingkatan ini mencakup kemampuan untuk menguraikan, menyebutkan, mendefinisikan, dan menyatakan informasi.

b. Memahami (*Comprehension*)

Pengetahuan yang diperoleh pada tahap ini dapat diartikan sebagai kemampuan untuk menjelaskan objek atau hal tertentu dengan akurat.

c. Aplikasi (*Application*)

Pengetahuan yang diperoleh pada tahap ini adalah kemampuan untuk mengaplikasikan atau menerapkan materi yang telah dipelajari dalam situasi nyata.

d. Analisis (*analysis*)

Kemampuan untuk menguraikan materi atau suatu objek menjadi komponen-komponen yang saling terkait adalah bagian dari kemampuan analisis. Dalam hal ini, individu dapat menggambarkan informasi melalui pembuatan bagan, memisahkan dan mengelompokkan elemen-elemen, serta membedakan atau membandingkan berbagai aspek.

e. Evaluasi

Pada tahap ini, pengetahuan yang dimiliki mencakup kemampuan untuk melakukan justifikasi atau penilaian terhadap suatu materi atau objek. Evaluasi dapat dipahami sebagai suatu proses yang meliputi perencanaan, pengumpulan, dan penyediaan informasi yang sangat diperlukan untuk mempertimbangkan berbagai alternatif keputusan (Syapitri *et al.*, 2021).

#### **4. Faktor Yang Mempengaruhi Pengetahuan**

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengetahuan yaitu:

1) Tingkat Pendidikan

Pendidikan merupakan usaha untuk memberikan pengetahuan yang dapat mendorong terjadinya perubahan perilaku yang positif dan meningkat. Tingkat pendidikan seseorang juga berpengaruh terhadap kemampuan pemahaman dan pengetahuan yang dimiliki.

2) Informasi

Orang yang mendapatkan informasi cenderung memiliki pengetahuan yang lebih luas. Informasi ini dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti orang tua, teman, media massa, buku, serta tenaga kesehatan.

### 3) Umur

Umur dapat memengaruhi tingkat pengetahuan dan sikap seseorang. Perbedaan umur berkaitan dengan perbedaan cara berpikir dan kemampuan menerima karena dengan seiringnya bertambahnya usia seseorang maka pola pikir serta daya tangkap seseorang akan berkembang

### 4) Pengalaman

Pengalaman tidak hanya berkaitan dengan hal-hal yang pernah dialami secara langsung, tetapi juga dapat berasal dari apa yang didengar atau dilihat. Pengalaman yang diperoleh seseorang akan menambah pengetahuan mengenai hal-hal secara informal.

### 4) Kebudayaan

Tingkah laku manusia atau kelompok dalam memenuhi kebutuhan hidupnya mencakup sikap dan kepercayaan yang dianut.

### 5) Sosial Ekonomi

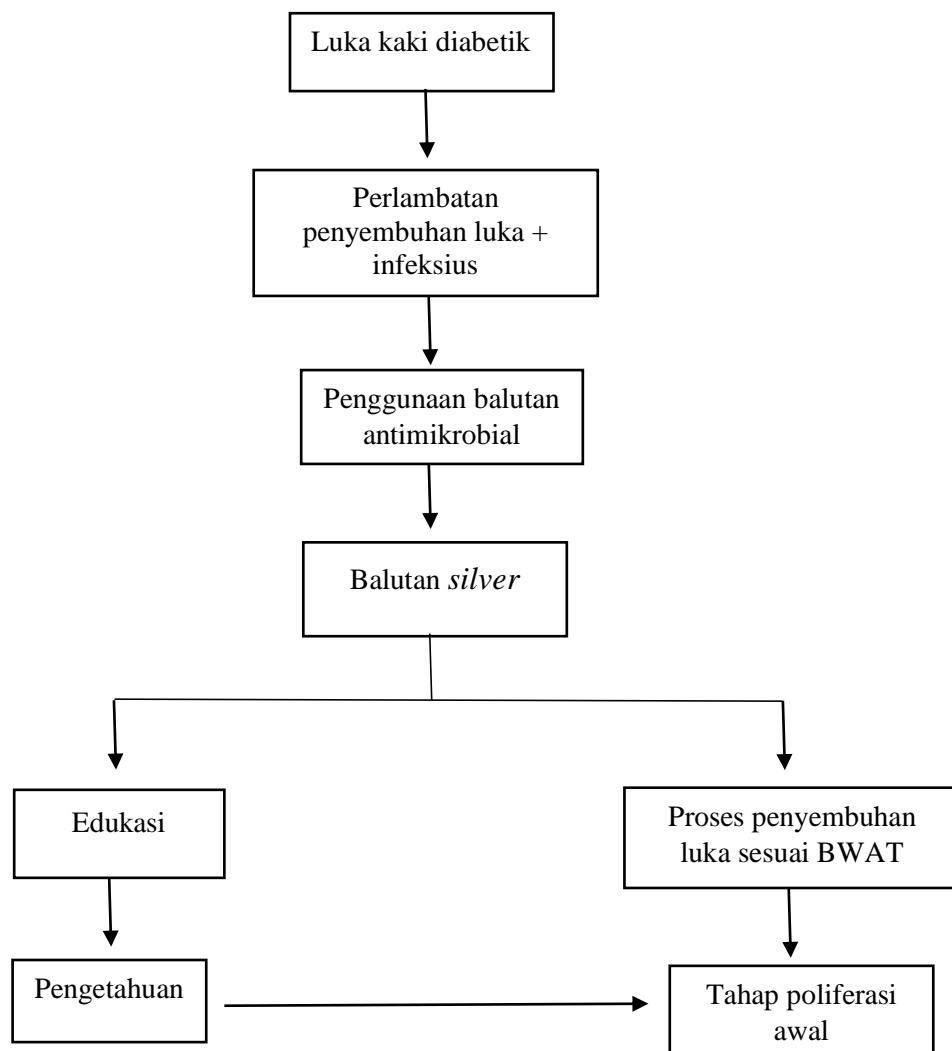
Seseorang yang memiliki kemampuan perekonomian lebih baik tentu akan lebih mudah memenuhi kebutuhan hidupnya. Dengan demikian, individu tersebut akan lebih mampu mengalokasikan sebagian dari penghasilannya untuk mendapatkan informasi berguna yang dapat meningkatkan pengetahuannya (R. Susilawati et al., 2022).

## 5. Nilai Tingkat Pengetahuan

Dalam penelitian mengenai pengetahuan, kita mengenal konsep yang dikenal sebagai *Bloom's Cut Off Point*. Bloom mengelompokkan tingkat pengetahuan menjadi tiga kategori: pengetahuan baik atau tinggi (*good knowledge*), pengetahuan cukup atau sedang (*fair/moderate knowledge*), dan pengetahuan rendah atau kurang (*poor knowledge*). Untuk mengklasifikasikan pengetahuan ini, kita dapat menggunakan skor yang telah dikonversi menjadi persentase sebagai berikut:

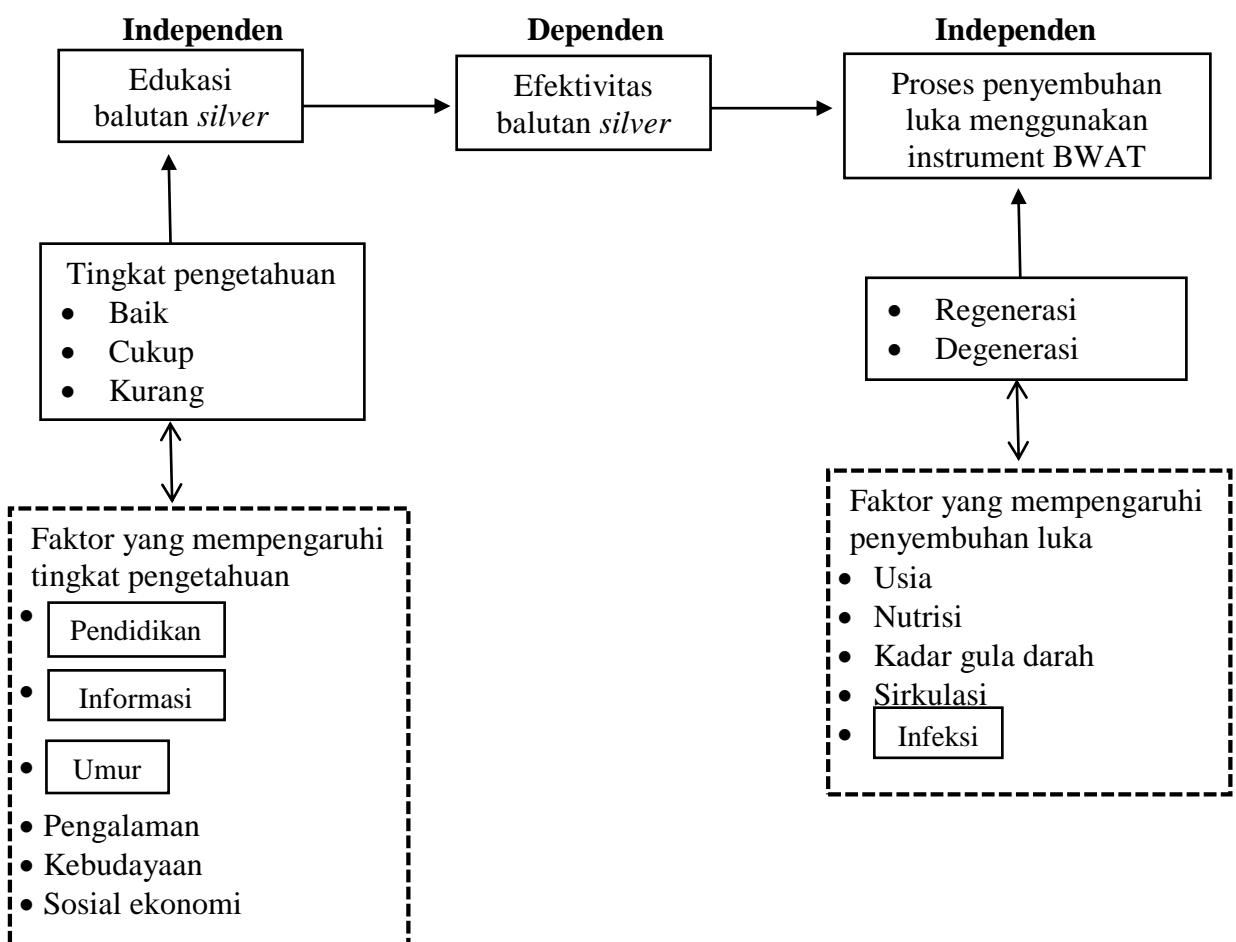
1. Pengetahuan baik jika skor berada di antara 80-100%.
2. Pengetahuan cukup jika skor berkisar antara 60-79%.
3. Pengetahuan rendah jika skor di bawah 60% (Swarjana, 2022).

### E. Kerangka Teori



**Gambar 2.1**  
**Kerangka Teori**

## F. Kerangka Penelitian



**Gambar 2.2**  
**Kerangka Penelitian**

**Keterangan :**

[Solid Box] : Variabel yang diteliti

[Dashed Box] : Variabel perancu

## G. Hipotesis

Hipotesis adalah sebagai jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, yang mana rumusan masalah tersebut disajikan dalam bentuk pertanyaan (Ummah, 2019).

Ha: Ada efektivitas pemberian balutan *silver* terhadap tingkat pengetahuan dan penyembuhan luka

H0: Tidak ada efektivitas pemberian balutan *silver* terhadap tingkat pengetahuan dan penyembuhan luka.

## H. Definisi Operasional

**Tabel 2.3  
Definisi Operasional**

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala Ukur	Hasil Ukur
1	Variabel dependen (X1)  Balutan <i>silver</i>	Balutan antimikrobial yang mengandung <i>colloidal silver</i> 50 ppm, chitosan, zinc.	-	-	-
2	Variabel independen (Y1)  Pengetahuan tentang <i>silver</i>	Tingkat pemahaman pasien mengenai penggunaan baltutan <i>silver</i> terhadap proses penyembuhan luka kaki diabetik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuesioner</li> <li>• SAP</li> <li>• Leaflet</li> <li>• Poster</li> </ul>	Ordinal	1. Baik ( Skor 26-30) 2. Cukup ( Skor 20-25) 3. Kurang ( Skor 15-19)
3	Variabel independen (Y2)  Proses penyembuhan luka	Perubahan kondisi luka setelah diberikan perawatan menggunakan balutan <i>silver</i> dengan menggunakan skor BWAT	Instrument BWAT	Ordinal	1. Regenerasi jaringan (1-13) 2. Degenerasi jaringan (14-60)