

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) merupakan penyakit metabolik kronis yang ditandai dengan kadar glukosa darah tinggi akibat gangguan produksi atau sekresi insulin (Soelistijo et al, 2021). DMT2 telah menjadi masalah kesehatan global dengan prevalensi yang terus meningkat. Estimasi menunjukkan jumlah penderita DMT2 akan mencapai 783,2 juta pada tahun 2045, meningkat 46% dari tahun 2021 (Sun et al., 2022). Di Indonesia, penderita DMT2 diperkirakan mencapai 28,6 juta pada 2045 (Soelistijo et al, 2021). Di Sulawesi Selatan, pada 2023 tercatat 29.481 kasus DMT2, menjadikannya provinsi dengan kasus tertinggi keenam di Indonesia bagian timur (SKI, 2023). Sementara itu, di Kota Makassar, Puskesmas Kassi-Kassi mencatat jumlah kasus DMT2 tertinggi di antara 47 puskesmas, dengan 135 kasus per triwulan (Dinas Kesehatan Kota Makassar, 2024).

Peningkatan prevalensi DMT2 telah menunjukkan dampak yang signifikan terhadap risiko komplikasi akut dan kronis yang memengaruhi berbagai sistem organ tubuh (Rozi & Darlan, 2018). Komplikasi akut meliputi ketoasidosis diabetik, sindrom hiperosmolar nonketotik, dan hipoglikemia. Sementara komplikasi kronis mencakup makroangiopati dan mikroangiopati (Papachristoforou et al., 2020). Kontrol glikemik yang buruk menjadi penyebab utama komplikasi pada penderita DMT2, yang berujung pada penurunan kualitas hidup, harapan hidup yang lebih pendek, serta meningkatnya biaya perawatan kesehatan (Bin Rakhis et al., 2022). Oleh karena itu, pengelolaan dan komplikasi DMT2 secara efektif membutuhkan strategi yang komprehensif, termasuk

kontrol kadar glukosa, perubahan gaya hidup, serta penggunaan terapi farmakologis (Rozi & Darlan, 2018).

Salah satu faktor yang memengaruhi kontrol glukosa pada pasien DMT2 adalah kualitas tidur. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kualitas tidur memengaruhi ansietas, kontrol glikemik (Kass et al., 2022), kadar kortisol (Hackett et al., 2020a) dan kualitas hidup pada pasien DMT2 (Dong et al., 2020). Sebanyak 81% dari 1.211 pasien DMT2 dilaporkan mengalami kualitas tidur yang buruk berdasarkan skor PSQI ≥ 8 , menunjukkan tingginya prevalensi gangguan tidur pada populasi ini (Barakat et al., 2019). Selanjutnya, studi menunjukkan bahwa 58,2% penderita DMT2 memiliki kontrol glikemik yang buruk, dengan kadar HbA1c lebih tinggi pada mereka yang mengalami gangguan tidur (Shiva Borzouei et al., 2024). Hal ini sejalan dengan hasil studi yang menunjukkan bahwa kurang tidur tidak hanya memengaruhi kualitas hidup, tetapi juga dapat mengganggu pemrosesan glukosa dan pemanfaatan insulin, sehingga menyebabkan masalah dengan pengendalian diabetes (Alghamdi et al., 2023). Kurang tidur dapat meningkatkan resistensi insulin melalui gangguan produksi hormon melatonin, yang berperan dalam mengatur siklus tidur dan metabolisme glukosa (Chmura et al., 2022).

Hormon melatonin yang berperan mengatur siklus tidur, ditemukan secara signifikan lebih rendah pada orang dengan DMT2 yang kurang tidur, rata-rata 11,15 pg/mL dibandingkan dengan 17,32 pg/mL pada orang yang tidur nyenyak (Ibrahim et al., 2023). Kadar melatonin yang cukup sangat penting untuk sensitivitas insulin dan pengaturan glukosa, sehingga kurang tidur dapat memperburuk intoleransi glukosa pada pasien diabetes (Alghamdi et al., 2023).

Kualitas tidur yang buruk pada pasien DMT2 dapat berdampak negatif pada metabolisme glukosa (Umam et al., 2020). Salah satu mekanisme utama yang mendasari hal ini adalah peningkatan kadar sitokin inflamasi, seperti interleukin-1 (IL-1), yang diketahui berperan penting dalam memicu inflamasi sistemik. IL-1, terutama sub tipe IL-1 β , memengaruhi regulasi metabolisme glukosa dengan mengganggu pensinyalan insulin. Selain itu, IL-1 β juga memiliki hubungan erat dengan munculnya gejala kelelahan (*fatigue*), sebagaimana dibuktikan oleh penelitian yang menunjukkan bahwa antagonisme terhadap IL-1 β dapat secara signifikan mengurangi kelelahan pada kondisi inflamasi kronis (Roerink et al., 2017). Dengan demikian, IL-1 tidak hanya berdampak pada gangguan metabolisme tetapi juga pada gejala sistemik yang dialami pasien.

Selanjutnya, IL-1 diketahui dapat menginduksi interleukin-6 (IL-6) yang juga berperan dalam memperburuk inflamasi dan metabolisme glukosa. IL-6 meningkatkan resistensi insulin dengan mengganggu pensinyalan insulin di jaringan perifer, yang pada akhirnya memperparah kondisi metabolik pada pasien DMT2 (Meng et al., 2022). Selain itu, kadar IL-6 yang tinggi sering ditemukan pada pasien dengan kualitas tidur buruk, yang berkontribusi pada gangguan neuroendokrin dan munculnya gejala *fatigue* (Grygiel-Gorniak & Puszczewicz, 2015).

Fatigue adalah gejala umum pada penderita diabetes tipe 1 dan tipe 2, yang dikenal sebagai *Diabetes Fatigue Syndrome* (DFS). Diabetes dan *fatigue* saling memengaruhi, membentuk siklus DFS (Kalra & Sahay, 2018). Sekitar 50% pasien dengan DMT2 mengalami kelelahan (*fatigue*), berdasarkan hasil meta-analisis terhadap 32 studi dengan total 34.994 partisipan (Romadlon, Hasan, et al., 2022). Pasien DM yang melaporkan *fatigue* mencakup dimensi fisik, mental, dan psikososial

(Nguyen et al., 2023). Studi lain melaporkan sebanyak 68 dari 100 pasien DMT2 (68%) mengalami *fatigue* (Jain et al., 2015). Menariknya, 33% pasien jarang melaporkan *fatigue* ke dokter, dan 62% tidak mendapat pengobatan. Beberapa faktor yang memengaruhi yaitu faktor fisiologis, psikologis, dan gaya hidup (Yang et al., 2021).

Salah satu faktor gaya hidup saat ini adalah kebiasaan menggunakan *smartphone*. Penggunaan *smartphone* khususnya di tempat tidur memiliki dampak yang signifikan terhadap latensi tidur, waktu terjaga, detak jantung rata-rata, dan variabilitas detak jantung (Kheirinejad et al., 2023a). Paparan cahaya biru dari *smartphone* dapat mengganggu produksi melatonin dan *ritme* sirkadian. Irama sirkadian tubuh berubah akibat paparan cahaya dari layar *smartphone*. Layar *Light-Emitting Diode* (LED) pada *smartphone*, komputer, dan televisi memancarkan cahaya dengan gelombang 400 SD 8,7–490 nm (Snyder & Chang, 2019).

Penelitian sebelumnya menunjukkan hubungan signifikan antara penggunaan *smartphone* berlebihan dan tidur buruk pada berbagai populasi, seperti mahasiswa dan remaja (Malik et al., 2022). Sebuah studi yang melibatkan 23.652 mahasiswa menemukan korelasi positif antara ketergantungan *smartphone* dan kualitas tidur (Tao et al., 2024). Penelitian di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, 88,9% mahasiswa menggunakan *smartphone* lebih dari dua jam pada malam hari, dan 62,1% melaporkan kualitas tidur buruk (Lubis et al., 2021). Penelitian pada remaja yang menggunakan *smartphone* sebelum tidur, terutama untuk media sosial dan permainan, juga mengalami penurunan kualitas tidur (Siebers et al., 2024).

Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa proporsi individu yang memiliki atau menguasai telepon genggam mencapai 92,1% pada usia 15–24 tahun

dan 74,8% pada usia 25–64 tahun (BPS, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa populasi usia dewasa yang berisiko mengalami penyakit kronis seperti pasien DMT2 juga memiliki akses tinggi terhadap penggunaan *smartphone*. Sejalan dengan itu, sebuah studi pada populasi pasien DMT2 mencatat bahwa 61,9% (109 dari 176 pasien) memiliki *smartphone* (Rangraz Jeddi et al., 2020). Oleh karena itu, potensi dampak penggunaan *smartphone* terhadap kualitas tidur pada kelompok ini menjadi penting untuk ditelusuri lebih lanjut.

Studi yang ada sebagian besar berfokus pada populasi umum atau remaja, sehingga meninggalkan celah dalam pemahaman bagaimana waktu layar memengaruhi kelompok berisiko tinggi ini (Henson *et al.*, 2020; Lee *et al.*, 2023). Meskipun telah banyak penelitian yang membahas hubungan antara penggunaan *smartphone* dan kualitas tidur, namun masih sedikit penelitian yang mengkaji kebiasaan penggunaan *smartphone* sebelum tidur pada pasien DMT2 di Indonesia, serta mengaitkannya dengan parameter kontrol glikemik seperti GDP dan keluhan *fatigue* yang dialami. Kesenjangan dalam penelitian ini menunjukkan perlunya studi lebih lanjut. Penelitian ini diharapkan berkontribusi pada praktik keperawatan sebagai dasar pengembangan intervensi edukatif dan promotif dalam memodifikasi gaya hidup pasien, serta memperkuat peran perawat dalam pemantauan kualitas tidur dan *fatigue* guna menunjang kontrol glikemik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan struktural kebiasaan penggunaan *smartphone* sebelum tidur dengan kualitas tidur, tingkat *fatigue*, dan kadar GDP pada pasien DMT2 di Puskesmas Kassi-Kassi, Makassar.

B. Rumusan Masalah

Diabetes Melitus tipe 2 (DMT2) merupakan salah satu penyakit kronis yang terus meningkat prevalensinya, termasuk di wilayah Kota Makassar. Dari 47 Puskesmas di Kota Makassar, Puskesmas Kassi-Kassi berada pada urutan pertama dengan kasus DMT2 terbanyak. Pasien DMT2 sering menghadapi gangguan kontrol glikemik yang diakibatkan oleh salah satunya gangguan tidur. Gangguan tidur dapat menyebabkan resistensi insulin, meningkatkan kadar glukosa darah, dan menimbulkan gejala kelelahan atau *fatigue* (Romadlon et al., 2022).

Salah satu penyebab kualitas tidur yang buruk adalah penggunaan *smartphone*, terutama pada malam hari. Kebiasaan ini memengaruhi *ritme* sirkadian dan menghambat produksi melatonin akibat paparan cahaya biru, yang berdampak negatif pada kualitas tidur (Pratama et al., 2023). Penggunaan *smartphone* pada jam tidur dapat menurunkan efisiensi tidur dan mulainya onset untuk tidur menjadi lebih lama (Kurugodiyavar et al., 2017). Beberapa penelitian terkait dampak penggunaan *smartphone* sebelum tidur, namun tidak fokus pada populasi pasien DMT2 maupun parameter kesehatan seperti kadar GDP dan *fatigue*. Oleh karena itu, rumusan masalah penelitian ini adalah “apakah terdapat hubungan struktural penggunaan *smartphone* sebelum tidur dengan kualitas tidur, *fatigue*, dan kadar GDP pada pasien DMT2 di Puskesmas Kassi-Kassi Kota Makassar?”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui hubungan struktural penggunaan *smartphone* sebelum tidur dengan kualitas tidur, *fatigue*, dan kadar GDP pada pasien DMT2 di wilayah kerja Puskesmas Kassi-Kassi Kota Makassar.

2. Tujuan Khusus

- a. Menganalisis hubungan langsung antara penggunaan *smartphone* sebelum tidur dengan kualitas tidur pada pasien DMT2 di wilayah kerja Puskesmas Kassi-Kassi Kota Makassar.
- b. Menganalisis hubungan langsung antara kualitas tidur dengan *fatigue* pada pasien DMT2 di wilayah kerja Puskesmas Kassi-Kassi Kota Makassar.
- c. Menganalisis hubungan langsung antara kualitas tidur dengan kadar GDP pada pasien DMT2 di wilayah kerja Puskesmas Kassi-Kassi Kota Makassar.
- d. Menganalisis hubungan tidak langsung antara penggunaan *smartphone* sebelum tidur dengan *fatigue* pada pasien DMT2 di wilayah kerja Puskesmas Kassi-Kassi Kota Makassar.
- e. Menganalisis hubungan tidak langsung antara penggunaan *smartphone* sebelum tidur dengan kadar GDP pada pasien DMT2 di wilayah kerja Puskesmas Kassi-Kassi Kota Makassar.

D. Pernyataan Originalitas

Tabel 1. 1 Pernyataan Originalitas

NO	Penulis/Tahun	Judul	Metode	Hasil & Kesimpulan	Novelty
1	Krishnan et al., 2020	Quality of Sleep Among Bedtime Smartphone Users	Cross-sectional observasional dengan PSQI.	Penggunaan <i>smartphone</i> sebelum tidur memperpanjang latensi tidur dan mengurangi efisiensi tidur.	Penelitian ini mengukur pengaruh penggunaan <i>smartphone</i> sebelum tidur terhadap kualitas tidur pada mahasiswa kedokteran di India, namun tidak mencakup pengaruhnya pada pasien DM tipe 2.
2	Arshad et al., 2021	The Adverse Impact of Excessive Smartphone Screen-Time on Sleep Quality	Deskriptif kohort dengan PSQI dan aplikasi screen time.	Durasi penggunaan <i>smartphone</i> berkorelasi dengan penurunan kualitas tidur ($r=0.356$, $p<0.001$).	Penelitian ini mengkaji durasi penggunaan <i>smartphone</i> terkait kualitas tidur pada mahasiswa kedokteran di Pakistan, namun tidak mengkaji pengaruhnya pada pasien DM tipe 2 atau fatigue.
3	Setianingsih et al., 2022	Hubungan Kualitas Tidur Dengan Kadar Glukosa Darah Pada Pasien Diabetes Mellitus	Cross-sectional dengan PSQI dan uji Chi-square.	Hubungan signifikan antara kualitas tidur buruk dan kadar glukosa darah tinggi ($p=0.006$).	Penelitian ini mengukur hubungan kualitas tidur dengan kadar glukosa darah pada pasien DM tipe 2, namun belum mengkaji pengaruh penggunaan <i>smartphone</i> terhadap kualitas tidur, <i>fatigue</i> , dan GDP.
4	Haque et al., 2024	Effect of Smartphone Use on Sleep and Mental Health Status of Indian Medical Students	Cross-sectional dengan PSQI, DASS21, dan SAS-SV.	Penggunaan <i>smartphone</i> yang tinggi berhubungan dengan gangguan tidur dan tekanan mental.	Penelitian ini mengukur pengaruh penggunaan <i>smartphone</i> terhadap kualitas tidur dan kesehatan mental pada mahasiswa kedokteran di India, namun tidak mengkaji pengaruhnya pada pasien DM tipe 2.
5	Zhu et al., 2024	Influence of Smartphone Addiction on Sleep Quality of College Students	Cross-sectional dengan PSQI, MPATS, dan PARS-3.	Adiksi <i>smartphone</i> berkorelasi negatif dengan kualitas tidur.	Penelitian ini menganalisis pengaruh adiksi <i>smartphone</i> terhadap kualitas tidur pada mahasiswa, namun tidak mengkaji pengaruhnya pada pasien DM tipe 2 atau GDP.

6	Exelmans et al., 2016	Bedtime Mobile Phone Use and Sleep in Adults	Survei <i>cross sectional</i>	Penggunaan <i>smartphone</i> dikaitkan dengan kualitas tidur buruk.	Penelitian ini mengukur pengaruh penggunaan <i>smartphone</i> malam hari terhadap kualitas tidur pada orang dewasa, namun tidak memperhitungkan efek kesehatan metabolik.
7	Park et al., 2015	Glucose Control and Fatigue in Type 2 Diabetes	Studi <i>cross sectional</i>	Kelelahan berhubungan dengan HbA1c melalui gejala diabetes.	Penelitian ini mengkaji hubungan antara kelelahan dan kontrol glikemik pada pasien DM tipe 2, namun tidak mengkaji pengaruh penggunaan <i>smartphone</i> terhadap kualitas tidur atau <i>fatigue</i> .
8	Singh et al., 2016	Fatigue in Type 2 Diabetes: Impact on Quality of Life and Predictors	Studi <i>cross sectional</i>	Kualitas tidur, nyeri, dan BMI memengaruhi kelelahan pada T2DM.	Penelitian ini mengukur kelelahan pada pasien DM tipe 2 dan faktor-faktor yang memengaruhinya, namun tidak mengkaji pengaruh penggunaan <i>smartphone</i> terhadap kualitas tidur atau <i>fatigue</i> .
9	Alshobaili et al., 2019	The Effect of Smartphone Usage at Bedtime on Sleep Quality among Saudi Adults	Studi <i>cross sectional</i>	Penggunaan <i>smartphone</i> lebih dari 60 menit meningkatkan risiko kualitas tidur buruk.	Penelitian ini mengukur pengaruh penggunaan <i>smartphone</i> malam hari terhadap kualitas tidur pada orang dewasa di Arab Saudi, namun tidak mengkaji pengaruhnya pada pasien DM tipe 2 atau <i>fatigue</i> .
10	Gautam et al., 2020	A Comparative Study of Quantitative Smartphone Usages among Controlled and Uncontrolled T2DM	Studi kasus-kontrol.	Penggunaan <i>smartphone</i> yang tidak terkontrol berhubungan dengan HbA1c lebih tinggi.	Penelitian ini mengukur pola penggunaan <i>smartphone</i> pada pasien DM tipe 2, namun tidak mengkaji kualitas tidur atau <i>fatigue</i> .
11	Kuo et al., 2020	Fatigue, Pain, Sleep Difficulties, and Depressive Symptoms in Mexican and	Analisis sekunder.	Orang Amerika Meksiko melaporkan lebih banyak kelelahan dan gangguan tidur.	Penelitian ini membandingkan kelelahan dan gangguan tidur pada pasien DM tipe 2, namun tidak membahas efek penggunaan

		Chinese Americans			<i>smartphone</i> terhadap kualitas tidur atau <i>fatigue</i> .
12	Hanjong Park et al., 2015	Glucose Control and <i>Fatigue</i> Type 2 Diabetes	Studi deskriptif in lintas-seksional dengan analisis korelasi.	Kelelahan terkait dengan kontrol glikemik buruk melalui mediasi gejala diabetes dan tekanan psikologis.	Penelitian ini mengkaji hubungan antara kelelahan dan kontrol glikemik pada pasien DM tipe 2, namun tidak mengkaji pengaruh penggunaan <i>smartphone</i> terhadap kualitas tidur atau <i>fatigue</i> .

Beberapa penelitian sebelumnya menemukan bahwa terdapat hubungan antara kualitas tidur buruk dan kadar glukosa darah tinggi pada pasien DMT2 (Setianingsih et al., 2022). Selain itu Park et al. (2015) dan Singh et al. (2016) menemukan bahwa *fatigue* pada pasien DMT2 berkaitan dengan kontrol glikemik yang buruk. Namun, penelitian-penelitian ini tidak melibatkan faktor penggunaan *smartphone* sebagai salah satu penyebab gangguan tidur yang berkontribusi pada keluhan *fatigue* dan peningkatan kadar glukosa darah pada pasien DMT2.

Penelitian terkait dampak penggunaan *smartphone* terhadap kualitas tidur yang dilakukan Krishnan et al. (2020) dan Arshad et al. (2021) menunjukkan bahwa penggunaan *smartphone* sebelum tidur dapat menurunkan kualitas tidur dengan memperpanjang latensi tidur dan mengurangi efisiensi tidur. Selain itu, penelitian mengenai pengaruh penggunaan *smartphone* sebelum tidur pada populasi seperti, remaja (Siebers et al., 2024), mahasiswa kedokteran (Haque et al., 2024), dan siswa SMA (Hariani et al., 2019) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan. Meskipun demikian, penelitian-penelitian ini hanya berfokus pada populasi umum tanpa mengkaji dampaknya pada pasien dengan kondisi metabolik seperti DMT2.

Sebagian besar penelitian sebelumnya membahas hubungan struktural antara penggunaan *smartphone*, kualitas tidur, *fatigue*, dan kadar GDP secara terpisah tanpa mengintegrasikan variabel tersebut dalam satu kerangka penelitian. Oleh karena itu, originalitas penelitian ini adalah mengintegrasikan hubungan struktural penggunaan *smartphone* sebelum tidur tidak hanya dengan kualitas tidur, tetapi juga dengan *fatigue* dan kadar GDP secara simultan pada populasi pasien DMT2.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan tentang Diabetes Mellitus Tipe 2 (DMT2)

1. Definisi

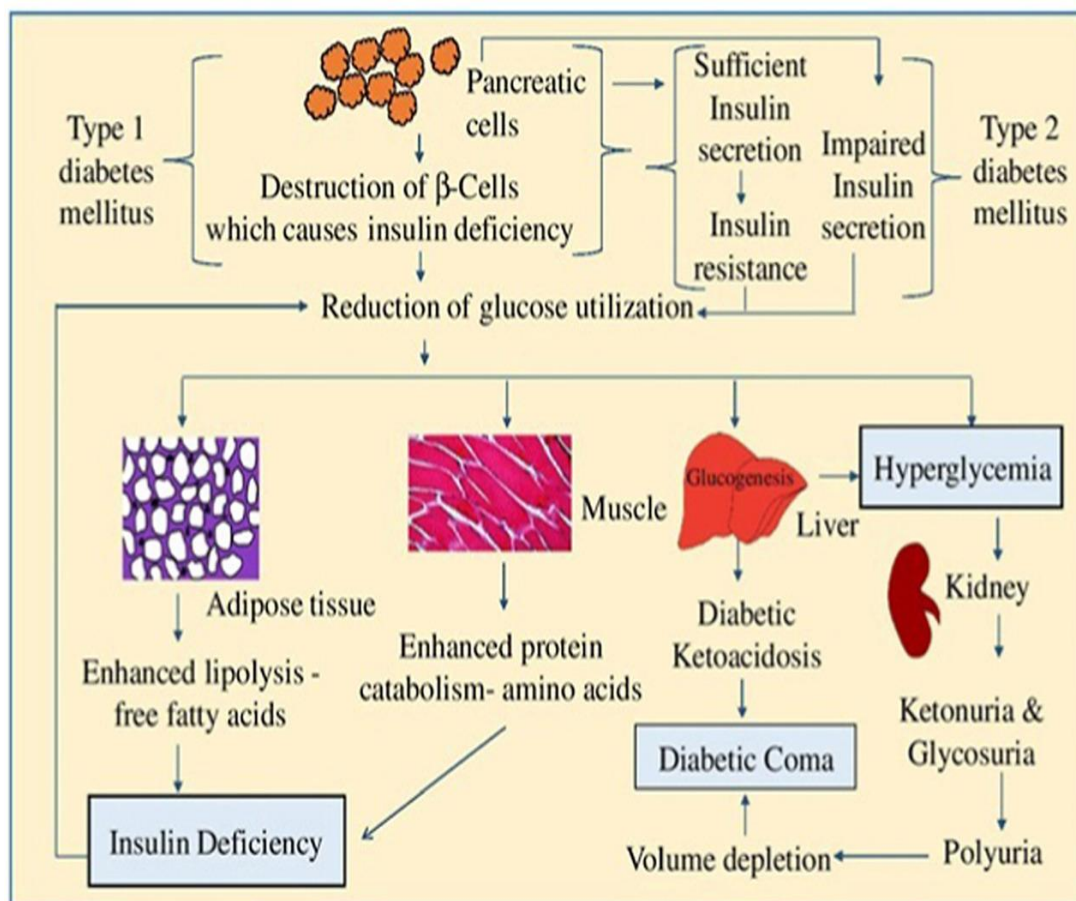
Diabetes melitus, menurut *International Diabetes Federation* (IDF), adalah kondisi metabolik yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah (hiperglikemia) akibat ketidakmampuan tubuh untuk menghasilkan insulin yang cukup atau menggunakan insulin secara efektif (Sun et al., 2022). Diabetes tipe 2 atau *diabetes melitus non-insulin-dependent* (NIDDM) terjadi akibat penurunan sensitivitas jaringan terhadap insulin. Penurunan ini disebut resistansi insulin dan menyebabkan insulin tidak mampu merangsang pengambilan glukosa oleh jaringan perifer. Akibatnya, glukosa menumpuk dalam darah dan menyebabkan hiperglikemia (Hall & Hall, 2020).

2. Patofisiologi

Patofisiologi DMT2 ditandai dengan interaksi kompleks resistensi insulin, disfungsi sel beta, dan berbagai gangguan metabolisme. Resistensi insulin pada jaringan perifer dan disfungsi pulau pankreas, yang menyebabkan penurunan sekresi insulin dari sel β , hilangnya sel endokrin karena endapan amiloid pulau kecil, dan perubahan dinamis dalam volume sel β (Mizukami & Kudoh, 2022).

Jaringan adiposa adalah organ endokrin yang dapat mensekresikan beberapa hormon dan sitokin, seperti TNF- α , IL-6, dan resistin, yang dapat menyebabkan peradangan kronis dan resistansi insulin. Selain itu, pada pasien obesitas dengan sindrom metabolik, sering ditemukan kadar adiponektin yang rendah dan kondisi resistensi leptin. Leptin adalah hormon dengan aktivitas orexigenik yang membantu

mengatur keseimbangan energi dengan menghambat rasa lapar, sementara adiponektin adalah peptida yang disintesis oleh adiposit yang memiliki efek anti-peradangan, anti-aterogenik, dan juga berfungsi sebagai sensitizer insulin. Disfungsi metabolik ini menyebabkan resistensi insulin, dengan dampak utama pada jaringan adiposa, otot, dan hati. Dalam kondisi ini, insulin tidak memiliki efek anti-lipolitik, yang mengakibatkan peningkatan produksi dan sekresi asam lemak bebas (FFA) dalam sirkulasi sistemik yang juga berperan dalam kondisi resistensi insulin. Peningkatan konsentrasi FFA plasma berhubungan dengan peningkatan produksi dan sekresi glukosa oleh hati (Artasensi et al., 2020).



Gambar 2. 1 Patofisiologi Diabetes Mellitus
Sumber: (Ojo et al., 2023)

Pada penderita DMT2 dapat terjadi produksi glukosa hepatic yang berlebihan namun tidak terjadi perusakan sel – sel beta langerhans secara autoimun seperti Diabetes Melitus Tipe 1. Defisiensi fungsi insulin pada penderita DMT2 hanya bersifat relatif, tidak absolut (Sun et al., 2022)

Pada perkembangan awal DMT2, sel – sel beta menunjukkan gangguan pada sekresi insulin fase pertama, artinya sekresi insulin gagal mengkompensasi resistensi insulin. Apabila tidak ditangani dengan baik, pada perkembangan selanjutnya akan terjadi kerusakan sel-sel beta pankreas. Kerusakan sel-sel beta pankreas yang terjadi secara progresif seringkali akan mengakibatkan defisiensi insulin, sehingga akhirnya penderita memerlukan insulin eksogen. Pada penderita DMT2 umumnya ditemukan kedua faktor tersebut, yaitu resistensi insulin dan defisiensi insulin (Khonsary, 2017).

Peran penting dalam patologi ini dimainkan oleh paparan hiperglikemia kronis pada jaringan, terutama pembuluh darah, yang meningkatkan risiko perkembangan komorbiditas, yaitu komplikasi mikro dan makrovascular. Komplikasi mikro meliputi retinopati, nefropati, dan neuropati. Sedangkan komplikasi makro, yang sering ditemukan pada pasien dengan diabetes jangka panjang, meliputi stroke, gagal jantung kongestif, penyakit jantung koroner, infark miokard, dan penyakit vaskular perifer (Kahn, 2003).

3. Tanda dan Gejala DMT2

Tanda dan Gejala DM Tipe 2 (DMT2) menurut IDF (2021):

a. Haus berlebihan dan mulut kering (polidipsia)

Rasa haus yang berlebihan muncul karena glukosa terbawa dalam urin, sehingga tubuh merespons dengan meningkatkan asupan cairan.

b. Sering buang air kecil (poliuria)

Kadar gula darah yang tinggi membuat tubuh berusaha mengeluarkan kelebihan glukosa melalui urin.

c. Kelelahan

Penurunan proses glikogenesis mengakibatkan tubuh kekurangan glukosa, dan proses pemecahan lemak (lipolisis) menurunkan cadangan lemak.

d. Kelaparan terus-menerus

Pasien merasa cepat lapar karena tubuh kekurangan glukosa, meskipun kadar glukosa dalam darah tetap tinggi.

4. Komplikasi

Komplikasi DMT2 dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu komplikasi mikrovaskular dan komplikasi makrovaskular. DMT2 sering memicu komplikasi mikrovaskular, seperti retinopati diabetik yang dialami sekitar 25% pasien dan berisiko menyebabkan kebutaan, serta nefropati diabetik yang dapat memicu gagal ginjal kronis. Neuropati diabetik, yang memengaruhi hampir 50% penderita, sering kali mengakibatkan kerusakan saraf serius. Selain itu, disfungsi seksual juga menjadi komplikasi yang sering terabaikan (Faselis et al., 2019). Komplikasi makrovaskular pada DMT2 meliputi penyakit jantung koroner dengan prevalensi 8,2%, serta peningkatan risiko gagal jantung dan stroke. Hipertensi, yang umum terjadi, turut memperburuk komplikasi pada kategori ini (Vaidya et al., 2015).

5. Penatalaksanaan

Prinsip penatalaksanaan DMT2 berdasarkan Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan DMT2 Dewasa di Indonesia 2021 meliputi lima pilar utama, yaitu:

a. Edukasi

Memberikan informasi kepada pasien tentang diabetes, termasuk cara pencegahan dan pengelolaannya, untuk meningkatkan kesadaran dan peran aktif pasien dalam mengendalikan penyakit.

b. Pengaturan makan

Mengatur pola makan sehat yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi pasien untuk menjaga kadar gula darah dalam batas normal.

c. Aktivitas fisik

Mendorong aktivitas fisik secara rutin untuk meningkatkan sensitivitas insulin dan membantu mengontrol kadar gula darah

d. Intervensi farmakologis

Menggunakan obat-obatan seperti antidiabetik oral atau insulin sesuai dengan kondisi pasien untuk mencapai kontrol glikemik yang optimal.

e. Pemeriksaan mandiri kadar glukosa darah

Mengajarkan pasien untuk memantau kadar glukosa darah secara mandiri agar dapat menyesuaikan pengelolaan sehari-hari sesuai hasil pemantauan (Soelistijo et al, 2021).

Penerapan manajemen mandiri, yang mencakup pengaturan pola makan, aktivitas fisik/olahraga, pemantauan gula darah, kepatuhan terhadap pengobatan, serta perawatan diri dan kaki, memiliki peranan penting dalam penanganan DM tipe 2. Keberhasilan dalam manajemen mandiri diabetes sangat bergantung pada kegiatan perawatan diri individu untuk mengendalikan gejala yang timbul; dengan demikian, rutinitas manajemen mandiri yang dilakukan secara teratur dapat membantu mencegah komplikasi (Fadli et al., 2024).

6. Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah

Pemeriksaan kadar glukosa darah merupakan prosedur medis yang penting untuk menilai konsentrasi glukosa dalam darah, yang berfungsi sebagai indikator utama dalam diagnosis dan manajemen diabetes mellitus serta kondisi metabolik lainnya. Menurut PERKENI (2021) terdapat 3 macam pemeriksaan yaitu:

a. Pemeriksaan Glukosa Sewaktu

Pemeriksaan gula darah yang dilakukan kapan saja sepanjang hari tanpa memperhatikan waktu makan terakhir atau kondisi tubuh pasien.

b. Pemeriksaan Glukosa Puasa

Pemeriksaan ini dilakukan setelah pasien berpuasa selama 8-10 jam.

c. Pemeriksaan Glukosa Darah 2 Jam Post Prandial (PP)

Pemeriksaan ini dilakukan dua jam setelah pasien selesai makan untuk mengukur kadar glukosa dalam darah.

Pemeriksaan kadar gula darah bisa dilakukan baik di laboratorium maupun dengan menggunakan alat glukometer. Jenis-jenis pemeriksaan yang dapat dilakukan, menurut Soegondo (2015) antara lain adalah sebagai berikut:

a. Pemeriksaan Glukosa Urin

Pemeriksaan glukosa urin dilakukan di laboratorium atau klinik untuk mengukur kadar gula yang terkandung dalam urin. Tes ini bertujuan untuk memberikan indikasi adanya kelebihan glukosa dalam tubuh.

b. Pemeriksaan HbA1C

Pemeriksaan HbA1C adalah tes laboratorium yang digunakan untuk mendiagnosis semua jenis diabetes melitus, khususnya untuk mengevaluasi status

glikemik jangka panjang. Tes ini memberikan gambaran yang akurat mengenai kadar rata-rata glukosa dalam darah selama 2-3 bulan terakhir.

c. Pemeriksaan Glukosa Plasma

Pemeriksaan glukosa plasma dilakukan bertujuan untuk memastikan diagnosis diabetes melitus. Tes glukosa plasma dilakukan dengan menggunakan sampel darah lengkap (*whole blood*). Sampel darah tersebut kemudian diproses dalam tabung beku, memungkinkan metabolisme glukosa oleh sel darah hingga terjadinya pemisahan melalui proses pemusingan (sentrifugasi).

d. Pemeriksaan Glukometer

Pemeriksaan kadar gula darah dengan glukometer dilakukan secara cepat dan sederhana. Hasil pemeriksaan dapat segera diketahui baik oleh tenaga medis maupun pasien, sehingga bermanfaat untuk evaluasi dalam penanganan medis. Langkah-langkah prosedur penggunaan glukometer adalah sebagai berikut:

- 1) Ambil sampel darah kapiler dengan cara membersihkan ujung jari pasien menggunakan kapas alkohol.
- 2) Tusuk ujung jari dengan jarum penusuk (*lancet*).
- 3) Aplikasikan setetes darah pada strip pemeriksaan glukometer.
- 4) Tunggu hasil selama kurang lebih 6 detik, dan hasil akan muncul pada layar glukometer.

Pemeriksaan ini dapat dilakukan untuk mengukur kadar gula darah sewaktu, gula darah puasa, ataupun gula darah dua jam setelah makan (Smeltzer et al., 2008).

B. Tinjauan Tentang Tidur

1. Definisi tidur

Tidur, yang berasal dari kata Latin "somnus", adalah periode pemulihan penting bagi tubuh dan pikiran (Rohayati, 2019). Fungsi tidur meliputi pemulihan neuron di neokorteks setelah aktivitas (Leman et al., 2021). Dalam hierarki kebutuhan Maslow, tidur termasuk kebutuhan fisiologis dasar. Kekurangan tidur yang berlangsung lama dapat memengaruhi kesehatan fisik dan psikologis (Patrisia et al., 2020). *Reticular Activating System* (RAS) di mensefalon dan pons mengatur aktivitas tidur dengan mengaktifkan atau menekan pusat otak terkait tidur dan bangun.

Selain itu, RAS juga berperan dalam memberikan rangsangan visual, pendengaran, nyeri, dan perabaan, serta memproses stimulus yang diterima dari korteks serebri, termasuk rangsangan emosional dan aktivitas berpikir. Selama tidur, terjadi pelepasan serotonin oleh sel-sel khusus yang terletak di pons dan batang otak tengah, yang dikenal sebagai *Bulbar Synchronizing Regional* (BSR). Proses tidur dan bangun bergantung pada keseimbangan impuls yang diterima oleh pusat otak dan sistem limbik. Dengan demikian, RAS dan BSR berperan penting dalam mengatur siklus tidur maupun perubahan pola tidur (Hidayat & Uliyah, 2015).

2. Pola tidur

Secara fisiologis, tidur diatur oleh proses neurobiologis, termasuk *ritme* sirkadian dan tahap tidur (NREM dan REM) (Sejbuk et al., 2022). Fase NREM terdiri dari empat tahap yang berbeda, dimulai dari tahap 1 (tidur ringan) hingga tahap 4 (tidur dalam). Kualitas tidur yang baik ditandai dengan dominasi fase non-REM pada awal tidur dan fase REM yang lebih lama pada akhir tidur (Leman et al., 2021).

Berikut penjelasan tiap tahapnya:

a. *Non Rapid Eye Movement* (NREM)

Tidur NREM sering disebut sebagai tidur gelombang lambat karena aktivitas gelombang otaknya sangat lambat. Jenis tidur ini terjadi akibat penurunan aktivitas pada sistem pengaktifan retikular (Hidayat & Uliyah, 2015). Berikut adalah tahapan dalam tidur NREM:

- 1) Tahap I: Tahap ini adalah fase transisi antara keadaan bangun dan tidur, ditandai dengan kondisi rileks, merasa segar terhadap lingkungan sekitar, dan mulai mengantuk. Bola mata bergerak perlahan dari sisi ke sisi, sementara frekuensi nadi dan pernapasan sedikit menurun. Individu dapat dengan mudah terbangun selama fase ini, yang berlangsung sekitar 5 menit. Pada tahap ini, seseorang sangat peka terhadap rangsangan sensori, seperti suara. Ketika terbangun, individu sering merasa seperti baru saja melamun (Rohayati, 2019).
- 2) Tahap II: Tahap ini adalah fase tidur ringan yang ditandai dengan penurunan aktivitas tubuh lebih lanjut. Frekuensi denyut jantung, pernapasan, dan suhu tubuh menurun, sementara metabolisme melambat. Mata cenderung tetap diam, dan fase ini berlangsung sekitar 10-15 menit. Relaksasi tubuh lebih dalam terjadi pada tahap ini, tetapi individu masih relatif mudah untuk terbangun.
- 3) Tahap III: Tahap ini adalah fase awal tidur dalam, yang ditandai dengan penurunan lebih lanjut pada denyut nadi, frekuensi napas, dan proses fisiologis lainnya.

4) Tahap IV: Tahap ini adalah fase tidur paling dalam, ditandai dengan perlambatan denyut jantung dan pernapasan, gerakan tubuh yang jarang, serta kesulitan untuk dibangunkan. Selain itu, terjadi penurunan sekresi lambung dan tonus otot. Pada tahap ini, beberapa fenomena seperti tidur sambil berjalan dan enuresis (mengompol) dapat terjadi. Tidur non-REM dalam tahap ini berperan penting dalam mendukung proses *anabolic* serta sintesis makromolekul RNA (Tahalid, 2021).

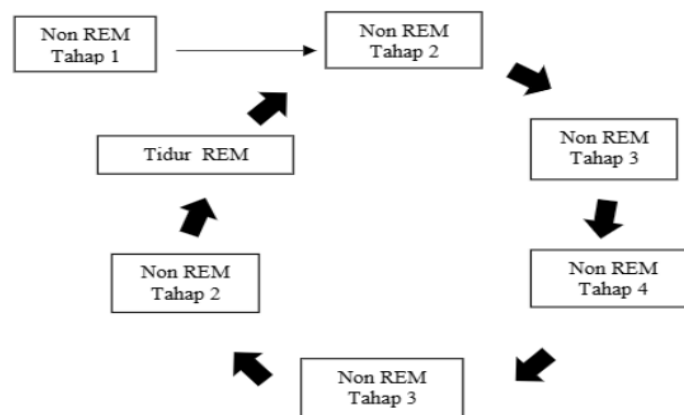
b. *Rapid Eye Movement* (REM)

Tidur REM sering disebut sebagai tidur paradoks karena aktivitas otak tetap berlangsung meskipun ada sinyal-sinyal abnormal yang tersalurkan. Tidur REM biasanya terjadi selama 5-20 menit dalam siklus tidur malam, dengan rata-rata muncul setiap 90 menit. Periode pertama biasanya berlangsung 80-100 menit setelah seseorang tertidur. Namun, jika seseorang sangat lelah, fase awal tidur bisa sangat cepat sehingga hampir tidak ada tidur REM.

Tidur paradoks (REM) ditandai dengan mimpi aktif, sulit dibangunkan, dan penurunan tonus otot akibat inhibisi sistem pengaktifan retikularis. Frekuensi pernapasan dan denyut jantung menjadi tidak teratur, sementara gerakan mata cepat (*rapid eye movement*) terlihat. Pada fase ini, denyut nadi cepat dan tidak teratur, tekanan darah fluktuatif, hormon meningkat, dan metabolisme tubuh meningkat (Hidayat & Uliyah, 2015). Individu sering mengalami mimpi yang sangat nyata dan berwarna, serta sulit dibangunkan (Rohayati, 2019). Fungsi utama tidur REM adalah memperbaiki sel-sel tubuh, memulihkan kondisi fisik, membentuk koneksi baru di otak, dan mendukung pemulihan mental, kemampuan belajar, serta daya ingat (Tahalid, 2021).

Kualitas tidur didefinisikan sebagai kepuasan diri individu dengan pengalaman tidur mereka, ditandai dengan atribut seperti efisiensi tidur, latensi, durasi, dan terjaga setelah tidur (Nelson et al., 2022). Tidur yang berkualitas baik dapat diukur dari kemampuan individu untuk dapat tetap tidur dan mendapatkan jumlah istirahat yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing (Ariani et al., 2022).

Kualitas tidur mengacu pada kemampuan seseorang untuk mempertahankan tidur hingga merasa segar dan rileks pada keesokan harinya (Septadina et al., 2021). Kualitas tidur merupakan fenomena yang kompleks dan melibatkan beberapa aspek, seperti kualitas tidur subjektif, latensi tidur (*sleep latency*), durasi tidur, gangguan tidur, efisiensi kebiasaan tidur, penggunaan obat tidur, serta disfungsi tidur pada siang hari. Apabila salah satu dari aspek tersebut terganggu, maka kualitas tidur dapat menurun. Kebutuhan tidur setiap individu bervariasi, tergantung pada usianya. Menurut Hidayat & Uliyah (2015), kebutuhan tidur untuk orang berusia 18-40 tahun adalah 7-8 jam per hari, sedangkan pada usia 40-60 tahun, kebutuhan tidurnya menjadi sekitar 7 jam per hari.



Gambar 2. 2 Skema siklus tidur dalam konsep Kletman dan Aserinsky (Thahadi, 2022)

3. Faktor yang memengaruhi tidur

a. Penyakit

Orang yang sedang sakit biasanya membutuhkan waktu tidur lebih lama dibandingkan kondisi normal. Namun, beberapa pasien tertentu, seperti pasien dengan gangguan pernapasan seperti asma dan bronkitis, penyakit kardiovaskular, serta gangguan sistem saraf dapat menyebabkan seseorang mengalami kesulitan tidur

b. Lingkungan

Lingkungan yang bising dapat mengganggu kualitas tidur, sedangkan lingkungan yang tenang dan nyaman dapat membantu seseorang tidur dengan lebih nyenyak.

c. Gaya hidup

Penggunaan *smartphone* sebelum tidur, terutama di tempat tidur, dapat memperpanjang latensi tidur dan meningkatkan waktu terjaga.

d. Kelelahan

Kelelahan fisik dapat mempersingkat fase pertama pada tahap tidur REM.

e. Kecemasan

Orang yang mengalami kecemasan cenderung memiliki aktivitas saraf simpatis yang meningkat, sehingga mengakibatkan gangguan pada pola tidurnya.

f. Alkohol

Konsumsi alkohol dapat menghambat proses REM secara normal. Seseorang yang sering mengonsumsi alkohol berisiko mengalami insomnia dan menjadi mudah marah.

g. Obat-obatan

Beberapa jenis obat yang dapat menimbulkan gangguan tidur antara lain:

- 1) Diuretik: menyebabkan nocturia
- 2) Antidepresan: menekan REM, menurunkan total waktu REM
- 3) Kafein: meningkatkan saraf simpatis/mencegah orang lain tidur
- 4) Beta blocker: menimbulkan insomnia, mimpi buruk
- 5) Narkotika: menyuspensi REM, meningkatkan kantuk siang hari (Indriyani et al., 2021).

Faktor-faktor yang memengaruhi kualitas tidur meliputi aspek psikologis, lingkungan, dan gaya hidup. Perubahan gaya hidup seperti waktu layar (*screen-time*) yang tinggi berhubungan dengan kualitas tidur yang buruk dan durasi tidur yang tidak mencukupi, terutama pada remaja yang kurang aktif secara fisik. Paparan cahaya biru dari layar perangkat elektronik dapat menekan produksi melatonin, hormon yang mengatur siklus tidur, sehingga mengganggu ritme sirkadian dan mempersulit proses tidur (Nelson et al., 2022).

Ketergantungan digital secara berlebihan dapat menyebabkan stimulasi otak yang berlebihan, meningkatkan kecemasan, dan menyebabkan pola tidur yang tidak teratur. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *smartphone* yang berlebihan dapat menyebabkan gangguan tidur seperti insomnia dan kualitas hidup yang rendah (Kurugodiyavar et al., 2017)

Selain itu, gaya hidup sedentari atau kurangnya aktivitas fisik juga berkontribusi terhadap kualitas tidur yang buruk. Kurangnya aktivitas fisik dapat menyebabkan tubuh tidak merasa lelah secara fisik, sehingga mempersulit proses tidur. Penelitian menunjukkan bahwa aktivitas fisik yang rendah dapat menyebabkan kualitas tidur yang buruk dan durasi tidur yang tidak mencukupi (dos Santos et al., 2024).

4. Kualitas tidur pasien DMT2

Kualitas tidur merupakan bagian penting dari kesehatan secara keseluruhan, dan ini terutama relevan bagi pasien DMT2. Sejumlah besar pasien DMT2 mengalami kualitas tidur yang buruk, dengan prevalensi yang dilaporkan berkisar antara 40% hingga 75% (Karumanchi et al., 2023). Dalam konteks diabetes, kualitas tidur dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor fisiologis, psikologis, gaya hidup, dan lingkungan. Terdapat hubungan signifikan antara kualitas tidur dan kadar gula darah pada pasien diabetes, di mana kualitas tidur yang buruk berkorelasi dengan peningkatan kadar glukosa darah dan kontrol glikemik yang buruk (Halim et al., 2023).

Kualitas tidur yang buruk berhubungan dengan meningkatnya penanda inflamasi, seperti interleukin-6 (IL-6), yang dapat menghambat pensinyalan insulin dan mengganggu metabolisme glukosa (Alghamdi et al., 2023). Hubungan ini dapat menyebabkan resistensi insulin dan peningkatan risiko komplikasi terkait diabetes (Salih & Al-Qazaz, 2022). Kualitas tidur yang buruk dikaitkan dengan kontrol glikemik yang rendah, dengan penelitian menunjukkan hubungan signifikan antara kadar HbA1c yang tinggi dan kualitas tidur yang buruk (Andriani et al., 2023).

5. Pengukuran Kualitas Tidur

Beberapa instrumen yang sering digunakan dalam penelitian untuk mengukur kualitas tidur adalah sebagai berikut:

a. *Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)*

PSQI adalah salah satu instrumen yang paling banyak digunakan untuk mengukur kualitas tidur secara subjektif. Alat ini mengevaluasi kualitas tidur dalam periode satu bulan terakhir, mencakup berbagai aspek seperti durasi tidur, efisiensi tidur, gangguan tidur, serta kualitas tidur secara keseluruhan. Penelitian Buysse et al.

(1989) mengungkapkan bahwa PSQI efektif dalam menggambarkan pola tidur pada berbagai populasi dan telah terbukti memiliki validitas yang tinggi dalam mendeteksi gangguan tidur. PSQI juga sering digunakan dalam penelitian diabetes untuk melihat hubungan antara gangguan tidur dan kontrol glikemik (Buysse et al., 1989).

b. *Epworth Sleepiness Scale* (ESS)

ESS adalah instrumen yang dirancang untuk mengukur kantuk berlebihan di siang hari. Dengan memberikan skor berdasarkan tingkat kantuk pada berbagai situasi, ESS dapat membantu dalam menilai seberapa besar dampak kualitas tidur yang buruk pada tingkat kewaspadaan pasien di siang hari. Menurut Johns (1991), ESS telah digunakan secara luas dalam penelitian gangguan tidur, termasuk pada populasi diabetes, untuk menilai pengaruh kualitas tidur terhadap aktivitas siang hari, seperti kemampuan berkendara atau bekerja (Johns, 1991).

c. *Actigraphy*

Actigraphy adalah metode objektif untuk mengukur kualitas tidur dengan memantau gerakan tubuh selama tidur menggunakan perangkat kecil yang dipasang di pergelangan tangan. Alat ini memberikan data mengenai durasi tidur, efisiensi tidur, dan periode terjaga yang dapat digunakan untuk mengevaluasi gangguan tidur pada pasien DMT2. Sadeh et al. (1995) menyatakan bahwa actigraphy merupakan instrumen yang akurat dalam mendeteksi masalah tidur pada berbagai populasi, termasuk mereka yang menderita diabetes, karena dapat memberikan gambaran yang lebih objektif dibandingkan dengan pengukuran subjektif (Sadeh et al., 1995).

d. *Insomnia Severity Index (ISI)*

ISI adalah instrumen yang digunakan untuk menilai tingkat keparahan insomnia. Alat ini mengukur frekuensi dan tingkat gangguan tidur, serta dampaknya terhadap kualitas hidup. Bastien et al. (2001) menunjukkan bahwa ISI memiliki validitas yang baik untuk mengevaluasi gangguan tidur pada individu dengan diabetes, terutama yang mengalami masalah tidur kronis. Penggunaan ISI dalam penelitian pada pasien DMT2 dapat membantu untuk melihat hubungan antara gangguan tidur dan kontrol glikemik, serta gejala kelelahan (Bastien et al., 2001).

e. *Stanford Sleepiness Scale (SSS)*

SSS digunakan untuk menilai tingkat kantuk subyektif pada siang hari. Instrumen ini menggunakan skala 1 hingga 7 untuk mengukur seberapa sering seseorang merasa mengantuk di berbagai waktu siang hari. Menurut Hoddes et al. (1973), SSS sering digunakan dalam studi yang melibatkan gangguan tidur untuk mengevaluasi dampak tidur buruk pada kewaspadaan di siang hari, yang dapat memengaruhi aktivitas sehari-hari pasien, termasuk pengelolaan diabetes (Hoddes et al., 1973).

Dalam penelitian ini, instrumen yang dipilih untuk mengukur kualitas tidur pada pasien DMT2 adalah PSQI. PSQI merupakan salah satu instrumen yang paling banyak digunakan dan memiliki validitas yang tinggi dalam mengukur kualitas tidur, terutama pada populasi dengan berbagai kondisi medis, termasuk diabetes. PSQI memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang tinggi, terbukti dengan nilai Cronbach's alpha antara 0.80 hingga 0.90 (Buysse et al., 1989). Instrumen ini sangat berguna dalam penelitian medis dan klinis untuk mengevaluasi gangguan tidur dan efeknya terhadap kesehatan fisik dan mental. Instrumen ini mencakup beberapa aspek berikut:

a. Kualitas tidur subjektif (*Subjective Sleep Quality*)

Penilaian kualitas tidur subjektif adalah penilaian singkat tentang tidur seseorang apakah tidurnya sangat baik atau sangat buruk.

b. Latensi Tidur (*Sleep Latency*)

Latensi tidur adalah waktu dari mulai tidur hingga tertidur. Seseorang dengan kualitas tidur yang baik menghabiskan waktu kurang dari 15 menit memasuki tahap berikutnya dari tidur penuh.

c. Durasi Tidur (*Sleep Duration*)

Durasi tidur dihitung sejak seseorang tertidur sampai bangun di pagi hari, tanpa terbangun di tengah malam. Orang dewasa yang dapat tidur lebih dari 7 jam per malam dapat dikatakan memiliki kualitas tidur baik.

d. Efisiensi tidur Sehari-Hari (*Habitual Sleep Efficiency*)

Efisiensi tidur diukur berdasarkan persentase waktu yang benar-benar digunakan untuk tidur dibandingkan dengan waktu total yang dihabiskan di tempat tidur. Apabila efisiensi tidur seseorang melebihi 85%, maka kualitas tidurnya dikategorikan baik.

e. Gangguan Tidur (*Sleep Disturbances*)

Gangguan tidur adalah suatu kondisi tidur yang terganggu di mana pola tidur seseorang berubah dari pola normalnya, sehingga mengakibatkan penurunan kualitas tidur

f. Penggunaan Obat Tidur (*Use of Sleeping Medication*)

Penggunaan obat tidur yang bersifat sedatif menunjukkan adanya masalah tidur yang memengaruhi fase tidur REM. Akibatnya, individu tersebut mungkin

mengalami kesulitan tidur, sering terbangun di tengah malam, dan sulit untuk kembali tidur setelahnya.

g. Disfungsi Di Siang Hari (*Daytime Dysfunction*)

Seseorang dengan kualitas tidur yang buruk akan mengalami gangguan dalam kinerja aktivitas di siang hari seperti penurunan konsentrasi, mengantuk, kelelahan, kecemasan dan depresi.

C. Tinjauan Tentang *Fatigue*

1. Definisi

Fatigue didefinisikan sebagai perasaan kelelahan yang tidak sebanding dengan aktivitas yang dilakukan (Abbak et al., 2023). Menurut Nugraha & Ramdhanie (2018) *fatigue* adalah perasaan subyektif yang tidak menyenangkan dan dimanifestasikan dengan kelemahan dan keterbatasan energi. *Fatigue* dapat bersifat fisik maupun mental, dan dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti beban kerja yang berlebihan, kejenuhan, kualitas tidur yang buruk, dan kondisi kesehatan (Permatasari et al., 2023).

2. Klasifikasi berdasarkan Waktu Terjadi

- a. *Fatigue* akut disebabkan oleh kerja organ atau seluruh tubuh secara berlebihan dan dapat terjadi secara tiba-tiba dalam kehidupan seseorang
- b. *Fatigue* kronis terjadi bila kelelahan berlangsung setiap hari, berkepanjangan dan bahkan kadang-kadang terjadi sebelum memulai suatu aktivitas.

3. Proses terjadinya *Fatigue*

Penyebab *fatigue* terutama terjadi pada pasien yang mengalami gangguan sistem saraf, gangguan metabolisme serta peradangan kronis. Secara patofisiologis, *fatigue* dapat dikaitkan dengan gangguan pada sistem saraf otonom, seperti

peningkatan aktivitas simpatis dan penurunan aktivitas parasimpatis. Hal ini dapat menyebabkan perubahan pada irama jantung dan pola tidur, yang pada akhirnya berdampak pada kualitas tidur dan memperparah kondisi *fatigue* (Zhang et al., 2016).

Selain itu, *fatigue* juga dapat dikaitkan dengan perubahan aktivitas otak, khususnya pada area korteks prefrontal medial yang berperan dalam persepsi sensasi kelelahan. Teori-teori terbaru tentang kelelahan terutama berfokus pada mekanisme di dalam SSP. Bukti menunjukkan peran penting dari hormon pelepas kortikotropin (CRH), beberapa sitokin (IL-1 β , IL-6), dan neurotransmitter serotonin (5-hidroksitriptamin), dopamin dan norepinefrin. Mediator-mediator ini dapat dipengaruhi oleh proses - termasuk penyakit di luar SSP, seperti kondisi inflamasi kronis, tetapi juga sangat terkait dengan aktivitas saraf di pusat-pusat otak limbik dan kortikal. Dengan demikian, kelelahan bergantung pada proses 'mental' dan 'somatik', sebagaimana dapat ditunjukkan secara empiris (Wyller, 2007).

Interleukin-1 (IL-1) dan interleukin-6 (IL-6), telah terbukti memainkan peran penting dalam patogenesis kelelahan pada berbagai kondisi medis (Soehartono et al., 2019). Studi menunjukkan bahwa antagonisme IL-1 β dapat meningkatkan tingkat *fatigue*, menunjukkan perannya dalam memediasi gejala *fatigue* (Roerink et al., 2017). Interleukin-6 (IL-6) memiliki peran dalam munculnya gejala *fatigue*, dengan kadar yang lebih tinggi ditemukan pada pasien DMT2 (Grygiel-Gorniak & Puszczewicz, 2015).

IL-6 dapat berkontribusi terhadap patologi dan fisiologi DMT2 melalui interaksinya dengan jalur pensinyalan insulin dan fungsi sel beta. Peningkatan kadar IL-6 sebagai mediator inflamasi dapat memicu kelelahan kronis pada pasien DMT2. Terdapat hubungan signifikan antara dimensi *fatigue* dan peningkatan penanda

inflamasi sistemik pada pasien DMT2, menunjukkan keterlibatan proses inflamasi dalam perkembangan *fatigue* terkait DMT2 (Kalra & Sahay, 2018).

4. *Fatigue* pada Pasien DMT2

Fatigue atau kelelahan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik fisik maupun psikologis terkait penyakit. Adapun faktor yang memengaruhi *fatigue* berupa faktor fisiologis termasuk durasi diabetes dan komplikasi seperti neuropati, yang secara signifikan meningkatkan tingkat kelelahan. Selanjutnya faktor psikologis, seperti depresi dan kualitas tidur, juga berkorelasi dengan kelelahan (Kuo et al., 2022). Keluhan *fatigue* merupakan gejala yang bersifat multifaktor dan subjektif, serta dapat dikaitkan dengan kondisi fisik seperti hipoglikemia atau hiperglikemia. Perubahan fungsi fisik yang memicu kelelahan pada penderita DM adalah bagian dari proses kompensasi seluler untuk menjaga fungsi sel akibat kelaparan seluler. Kelaparan seluler terjadi ketika glukosa sulit masuk ke dalam sel meskipun jumlah glukosa di sekitar sel melimpah. Dalam proses kompensasi ini, sel-sel otot memanfaatkan cadangan glikogen yang dimiliki untuk diubah menjadi glukosa dan energi. Kondisi ini kemudian mengakibatkan penurunan massa otot, kelemahan otot, serta munculnya rasa mudah lelah (Kaur et al., 2019).

Fatigue dapat memberikan dampak serupa pada kapasitas fungsional individu dengan diabetes. Selain itu, kompleksitas tinggi dalam manajemen medis penyakit ini sering menjadi beban berat bagi banyak pasien. Tekanan fisik akut, kondisi hipoglikemia atau hiperglikemia, serta komplikasi lain yang terkait dengan diabetes turut berkontribusi terhadap kelelahan dan memengaruhi kualitas hidup pasien (Nugraha & Ramdhanie, 2018).

Fatigue menjadi salah satu keluhan yang signifikan pada penderita diabetes melitus (DM), yang dapat mengganggu aktivitas sehari-hari dan menurunkan kemampuan mereka untuk menikmati hidup. Jika kelelahan terjadi secara terus-menerus, hal ini dapat menghambat penderita DM dalam menjalankan fungsinya secara optimal. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan gangguan pada kualitas hidup, sebagaimana yang sering ditemukan pada penderita penyakit kronis lainnya (Kalra & Sahay, 2018).

Penelitian menunjukkan bahwa kelelahan yang dialami oleh pasien DMT2 sering kali berkaitan dengan kualitas tidur yang buruk, yang pada gilirannya dapat memengaruhi kontrol glikemik dan kesehatan secara keseluruhan (Singh et al., 2016). Salah satu studi yang relevan menemukan bahwa kelelahan lebih umum terjadi pada pasien DM tipe 2 dibandingkan dengan populasi sehat, dengan prevalensi mencapai 70,5% di antara pasien diabetes (Mirghani, 2020). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa kualitas tidur yang buruk berkontribusi signifikan terhadap tingkat kelelahan yang dialami (Zhu et al., 2017).

5. Pengukuran *Fatigue*

Pengukuran *fatigue* dapat dilakukan secara subjektif, salah satunya adalah menggunakan kuesioner. Berikut beberapa instrumen yang sering digunakan untuk mengukur *fatigue* dalam penelitian:

a. *Fatigue Severity Scale (FSS)*

Instrumen ini terdiri dari sembilan pertanyaan yang menilai tingkat keparahan kelelahan yang dirasakan dalam berbagai situasi. FSS sering digunakan dalam penelitian pada berbagai penyakit kronis, termasuk DMT2, karena kemudahannya

dalam pengisian dan sensitifitasnya terhadap perubahan tingkat kelelahan (Krupp et al., 1989).

b. *Multidimensional Fatigue Inventory (MFI)*

MFI adalah instrumen yang lebih kompleks dan mengukur kelelahan dalam lima dimensi: fisik, mental, motivasional, sosial, dan kualitas tidur. Ini memberikan gambaran yang lebih mendalam tentang berbagai aspek *fatigue* (Smets et al., 1995). MFI sering digunakan pada penelitian penyakit kronis, termasuk diabetes.

c. *Fatigue Impact Scale (FIS)*

FIS mengukur dampak *fatigue* pada kehidupan sehari-hari pasien, termasuk kemampuan untuk bekerja, beraktivitas, dan menjalani rutinitas. FIS banyak digunakan dalam penelitian untuk menilai kualitas hidup pasien dengan berbagai kondisi, termasuk diabetes (Baker et al., 2003).

d. *Chalder Fatigue Scale (CFS)*

CFS terdiri dari 14 item yang menilai seberapa sering individu merasa lelah dalam sehari-hari. Instrumen ini digunakan untuk mengukur *fatigue* pada pasien dengan gangguan kesehatan kronis dan dapat menunjukkan hubungan antara *fatigue* dengan kondisi fisik atau mental lainnya (Chalder et al., 1993).

e. *Visual Analog Scale (VAS) untuk Fatigue*

VAS digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan dalam bentuk visual, di mana responden memberikan penilaian pada skala garis dengan nilai 0-10. Instrumen ini mudah digunakan dan dapat memberikan gambaran cepat tentang tingkat *fatigue* yang dirasakan pasien (Johnston et al., 1997).

Dalam penelitian ini *Multidimensional Fatigue Inventory-20 (MFI-20)* MFI-20 dipilih sebagai instrumen pengukuran *fatigue* karena kemampuannya untuk

mengukur kelelahan secara komprehensif dan relevan dengan kondisi pasien DMT2. Instrumen ini telah terbukti valid dan reliabel, dengan konsistensi internal yang baik, serta sensitif dalam mendeteksi perubahan kelelahan. MFI-20 merupakan instrumen yang andal dan valid yang terdiri dari empat subskala (kelelahan umum dan fisik, kelelahan mental, aktivitas berkurang, dan motivasi berkurang) untuk menilai aspek-aspek kelelahan tertentu pada pasien DMT2.

MFI-20 adalah kuesioner yang dikembangkan oleh Smets et al. dalam bahasa Belanda pada tahun 1995 untuk pasien kanker yang menjalani terapi radiasi, Pada penelitian (Romadlon, Huang, et al., 2022) telah mendapat izin untuk menerjemahkan instrumen tersebut ke dalam bahasa Indonesia. Proses penerjemahan dilakukan sesuai dengan pedoman Beaton, Bombardier, Guillemin, dan Ferraz yang mencakup beberapa tahap untuk memastikan validitas dan kesesuaian budaya.

Langkah pertama adalah *forward translation*, di mana tiga penerjemah yang fasih berbahasa Indonesia dan Inggris menerjemahkan MFI-20 ke dalam bahasa Indonesia. Selanjutnya, pada tahap *synthesis of translations*, dua ahli membahas dan mengintegrasikan hasil terjemahan menjadi satu versi yang konsensus. Pada tahap *backward translation*, dua penerjemah balik menerjemahkan kembali versi Indonesia ke dalam bahasa Inggris. Terakhir, *expert committee review* dilakukan oleh dua ahli keperawatan dan seorang dokter untuk memastikan konsistensi makna dan kesesuaian budaya, menyelesaikan proses terjemahan MFI-20 dengan akurat (Romadlon, Huang, et al., 2022). Setiap subskala terdiri atas empat item yang dinilai menggunakan skala Likert 5 poin, mulai dari 1 (sangat setuju) hingga 5 (sangat tidak setuju). Sepuluh item dengan pernyataan positif diberi skor terbalik, yaitu item 2, 5, 9, 10, 13, 14, 16, 17, 18, dan 19. Skor masing-masing subskala (dengan rentang 4–20) dihitung dengan

menjumlahkan skor dari item-item terkait, sedangkan skor total kelelahan (dengan rentang 20–100) diperoleh dengan menjumlahkan skor dari seluruh subskala. Skor yang lebih tinggi mencerminkan tingkat kelelahan yang lebih besar. MFI-20 asli telah terbukti memiliki validitas yang kuat dan reliabilitas yang memadai, dengan nilai alfa Cronbach sebesar 0,8.

Selanjutnya untuk MFI-20 versi Bahasa Indonesia. Nilai alpha Cronbach untuk IMFI-20, subskala, dan korelasi item-total dihitung menggunakan koefisien korelasi momen produk Pearson antara setiap subskala dan skor total IMFI-20. Nilai alpha Cronbach $\geq 0,70$ menunjukkan konsistensi internal yang memadai. Untuk menilai reliabilitas uji ulang pada interval satu minggu, digunakan koefisien korelasi intrakelas (ICC). Nilai ICC antara 0,75 hingga 0,90 menunjukkan korelasi dan kesepakatan yang memadai antara dua pengukuran pada waktu yang berbeda, sedangkan nilai ICC $> 0,90$ menunjukkan korelasi dan kesepakatan yang sangat baik (Romadlon, Huang, et al., 2022).

D. Tinjauan Tentang Penggunaan *Smartphone*

1) Definisi

Smartphone adalah telepon pintar yang mengintegrasikan berbagai kemampuan canggih dan merupakan pengembangan dari *Wireless Mobile Device* (WMD). *Smartphone* berfungsi layaknya komputer, menawarkan berbagai fitur seperti *Personal Digital Assistant* (PDA), *Global Positioning System* (GPS), akses internet, serta email. Selain itu, *smartphone* juga dilengkapi dengan fitur-fitur lain seperti kamera, video, pemutar audio, dan fungsi dasar telepon untuk komunikasi (Backer, 2010).

Penggunaan *smartphone* terus meningkat setiap tahun seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi di abad ke-21. *Smartphone* memiliki berbagai manfaat, seperti akses ke media sosial, mengurangi stres, mempermudah komunikasi selama *work from home* (WFH), serta mengatasi kebosanan (Dampati et al., 2020). Adapun jumlah pengguna aktif *smartphone* di Indonesia telah meningkat secara konsisten setiap tahunnya. Pada tahun 2015, terdapat sekitar 54 juta pengguna aktif. Angka ini melonjak drastis menjadi 209,3 juta pada tahun 2023 (DataReportal, 2023)

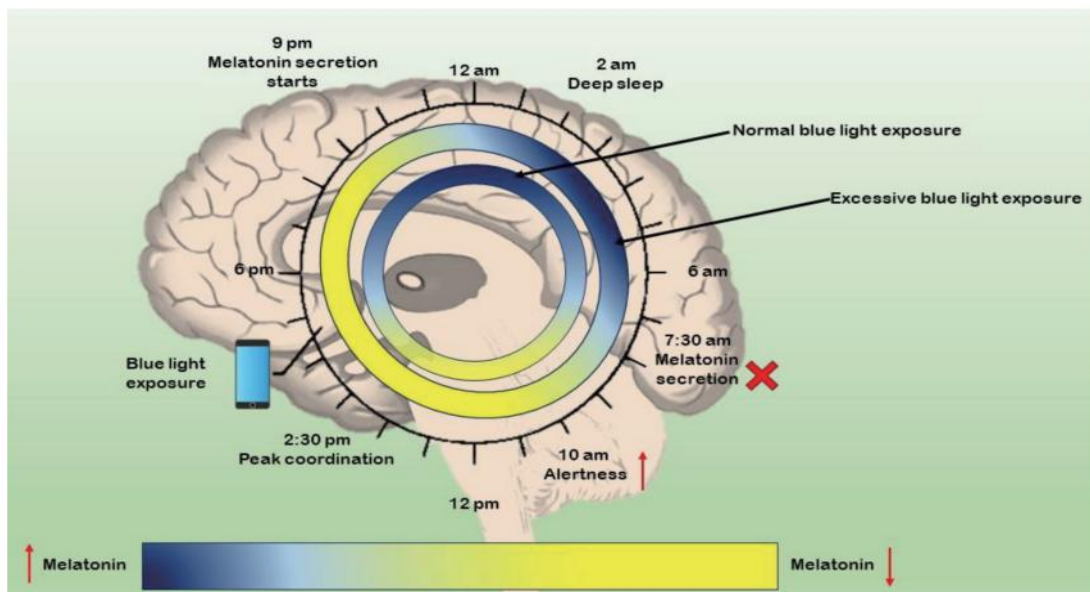
Smartphone sering dilengkapi dengan tampilan light-emitting diode (LED) yang menghasilkan cahaya terang bagi mata manusia. LED pada *smartphone* menjadi sumber cahaya buatan yang signifikan di malam hari, yang dapat memengaruhi regulasi sirkadian dalam siklus tidur dan bangun (Ratan et al., 2021)

2) Dampak pada *Ritme* Sirkadian

Sistem sirkadian mengontrol berbagai proses fisiologis dalam siklus 24 jam, termasuk pola tidur dan bangun, pelepasan hormon, serta pengaturan suhu tubuh (gambar 2.2) (Alam et al., 2024). Sistem ini menyesuaikan diri dengan perubahan terang-gelap di lingkungan, terutama melalui sel ganglion retina yang peka terhadap cahaya (ipRGCs) yang mengandung melanopsin, sebuah pigmen fotosensitif (Do & Yau, 2010).

Sel ipRGCs memiliki respons tertinggi terhadap cahaya biru, dengan puncak sensitivitas pada panjang gelombang sekitar 480 nm. Cahaya yang terdeteksi oleh sel ganglion retina fotosensitif intrinsik (ipRGCs) dikirimkan ke nukleus suprachiasmaticus (SCN), yang berfungsi sebagai pusat pengendali ritme sirkadian, serta ke berbagai area otak lainnya. Proses ini berperan dalam mengatur produksi melatonin, kesiapan tubuh untuk tidur, dan fase sirkadian (von Gall, 2022)

Sinyal dari SCN melalui traktus retinohipotalamus disampaikan ke bundel otak depan medial melalui proyeksi hipotalamus yang turun, dan kemudian diproyeksikan ke sumsum tulang belakang dan ganglia servikal superior. Setelah itu, saraf simpatik dari ganglia servikal superior merangsang kelenjar pineal untuk mengeluarkan melatonin, sehingga menyelaraskan *ritme* sirkadian dengan cahaya lingkungan (Haghani et al., 2023).

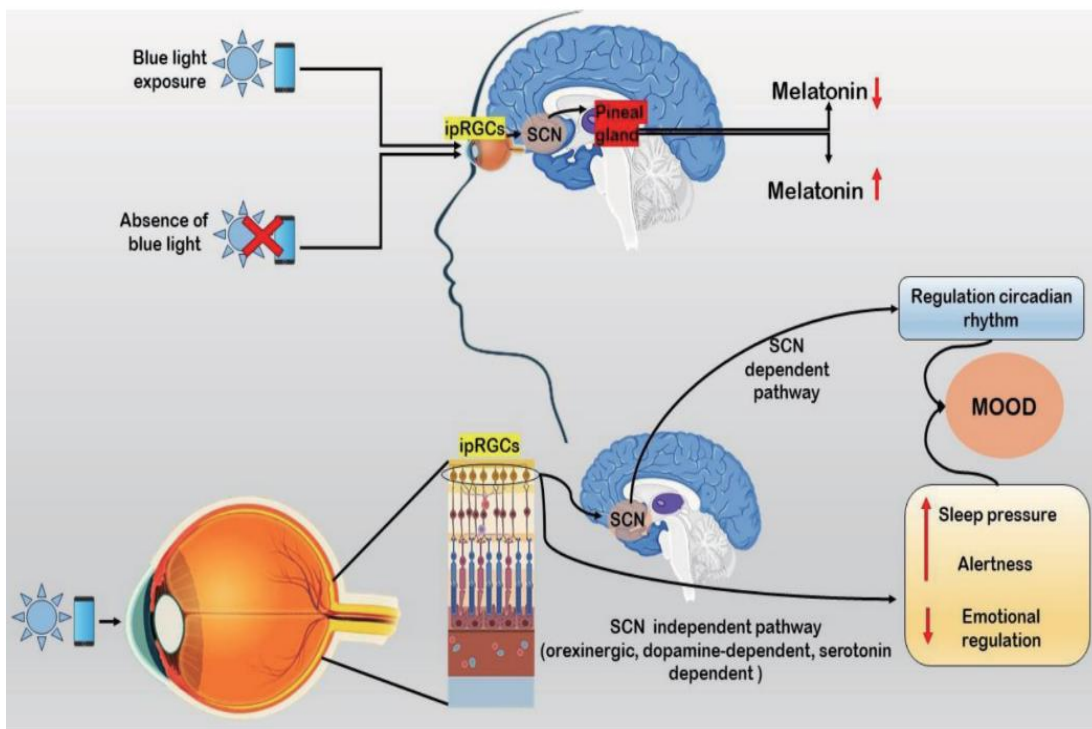


Gambar 2. 3 Pengaruh cahaya biru terhadap sekresi melatonin
lingkaran dalam menggambarkan konsentrasi melatonin pada cahaya biru normal, dan lingkaran luar menunjukkan penurunan sekresi melatonin saat terpapar cahaya biru berlebih, yang mengganggu pola tidur (Sumber: Alam et al., 2024).

Sebuah penelitian tahun 2021 terhadap mahasiswa menemukan bahwa paparan cahaya selama dua jam di malam hari menyebabkan penundaan fase sirkadian rata-rata 1,1 jam (Pham et al., 2021). Selain itu, penelitian jangka panjang terhadap mahasiswa tahun pertama (usia rata-rata 18,8 tahun) mengungkap bahwa tidur yang tidak teratur serta kebiasaan menggunakan perangkat elektronik di malam hari dapat menyebabkan gangguan ritme sirkadian dan keterlambatan waktu tidur yang signifikan di akhir semester (Phillips et al., 2017).

3) Dampak terhadap Melatonin

Melatonin adalah neurohormon yang berperan penting dalam mengatur ritme sirkadian dan mengontrol siklus tidur-bangun yang diproduksi di kelenjar pineal. Hormon ini dikenal sebagai hormon kegelapan dan berfungsi utama untuk mengatur irama sirkadian tubuh, mengikuti siklus terang (periode aktivitas) dan gelap (periode istirahat) dalam 24 jam. Sekresi melatonin akan meningkat sepuluh kali lipat pada malam hari dan akan turun pada saat siang hari. Dalam kondisi gelap di malam hari, kadar melatonin meningkat dan mencapai puncaknya antara pukul 02.00–03.00, membantu proses tertidur dan meningkatkan kualitas tidur (Foerster et al., 2019).



Gambar 2. 4 Paparan cahaya biru mengaktifasi jalur ipRGC–SCN yang menghambat melatonin dan meningkatkan kewaspadaan serta tekanan tidur (Sumber: Alam et al., 2024).

Produksi melatonin dikendalikan melalui aktivasi transkripsi enzim *arylalkylamine N-acetyltransferase* (AA-NAT) dan *acetylserotonin O-methyltransferase* (ASMT). Proses ini berada di bawah regulasi nukleus suprachiasmaticus (SCN) di hipotalamus dan dapat terhambat oleh paparan cahaya

biru, yang ditransmisikan melalui sel ganglion retina fotosensitif intrinsik (ipRGCs) yang mengandung fotopigmen melanopsin (Cipolla-Neto & Do Amaral, 2018).

Cahaya biru dengan panjang gelombang 460–480 nm memiliki efek paling kuat dalam menekan produksi melatonin karena sensitivitas maksimum ipRGCs berada dalam kisaran ini. Layar *smartphone* memancarkan cahaya biru dalam rentang gelombang pendek (380nm hingga 495nm). Cahaya biru ini dianggap bertanggung jawab dalam menekan produksi hormon melatonin, yang merupakan salah satu komponen utama dalam regulasi siklus tidur-bangun (Haghani et al., 2023).

Dioda LED dapat memancarkan cahaya biru dan putih, yang berbahaya dan bisa menjadi toksisitas okular dengan risiko mengembangkan katarak atau degenerasi makula yang berhubungan dengan iluminasi retina. Menonton layar dengan cahaya LED selama berjam-jam yang ditempatkan pada jarak 30 cm dari mata berpotensi sangat berbahaya untuk mata dengan panjang gelombang antara 415 dan 455 nm. Setelah satu jam terpapar cahaya LED, tidak ada penurunan melatonin yang signifikan. Namun, perbedaan tersebut menjadi signifikan setelah dua jam paparan (Lunn et al., 2017).

4) Dampak terhadap Kualitas tidur dan Durasi Tidur

Kualitas tidur mengacu pada aspek kuantitatif seperti efisiensi tidur, waktu yang dibutuhkan untuk tertidur (laten tidur), frekuensi terbangun di malam hari, serta perasaan segar setelah bangun tidur. Sementara itu, durasi tidur merujuk pada total waktu tidur dalam periode 24 jam. Gangguan pada sekresi melatonin, seperti yang terjadi pada individu yang terpapar cahaya buatan di malam hari, dapat menyebabkan masalah tidur, gangguan mood, dan peningkatan risiko penyakit metabolik (Zisapel, 2018).

Beberapa studi menunjukkan bahwa semakin lama waktu penggunaan *smartphone* sebelum tidur, semakin buruk kualitas tidur yang dialami, yang ditandai dengan peningkatan skor Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) dan tingginya prevalensi gangguan tidur pada pengguna *smartphone* yang bermasalah atau adiktif (Wang & Wang, 2022). Penggunaan *smartphone* yang terus-menerus dapat memengaruhi peningkatan frekuensi penggunaannya (Kurugodiyavar et al., 2017). Aktivitas *smartphone* sebelum tidur, seperti bermain gim, penggunaan telepon larut malam, dan media sosial, dikaitkan dengan peningkatan risiko gangguan tidur, sedangkan menonton video dan mendengarkan musik secara moderat dikaitkan dengan penurunan risiko (Chen, 2025).

Selama tidur, tubuh mengurangi kadar radikal bebas dengan menekan pembentukannya serta meningkatkan efektivitas mekanisme antioksidan alami. Teori *Free Radical Flux of Sleep* yang dikemukakan oleh Reimund menjelaskan bahwa selama individu terjaga, radikal bebas akan menumpuk dalam tubuh dan proses eliminasi terjadi saat tidur. Saat seseorang tidur, aktivitas metabolisme di otak menurun, sehingga produksi radikal bebas juga berkurang (Reimund, 1994). Oleh karena itu, tidur berperan penting dalam menjaga keseimbangan oksidatif dalam tubuh (Reimund, 1994). Selain itu, radikal bebas memiliki fungsi fisiologis yang bermanfaat, seperti berperan dalam pembentukan struktur seluler, sistem imun terhadap patogen, serta proses pensinyalan seluler dan molekuler. Dalam jumlah yang terkendali, radikal bebas berkontribusi terhadap berbagai proses biologis yang mendukung kesehatan manusia (Malik et al., 2022).

Namun, jika jumlah radikal bebas dan oksidan berlebih, dapat terjadi stres oksidatif, suatu kondisi di mana ketidakseimbangan antara produksi dan netralisasi

reactive oxygen species (ROS) dan reactive nitrogen species (RNS) menyebabkan kerusakan seluler. Mitokondria memiliki peran utama dalam menghasilkan ROS sebagai produk sampingan dari rantai transport elektron. Kurangnya tidur memperburuk kondisi ini dengan meningkatkan akumulasi radikal bebas, yang dapat diamati melalui peningkatan kadar malondialdehida (MDA) dalam plasma (Pizzino et al., 2017).

5) Penggunaan *smartphone* pada pasien DMT2

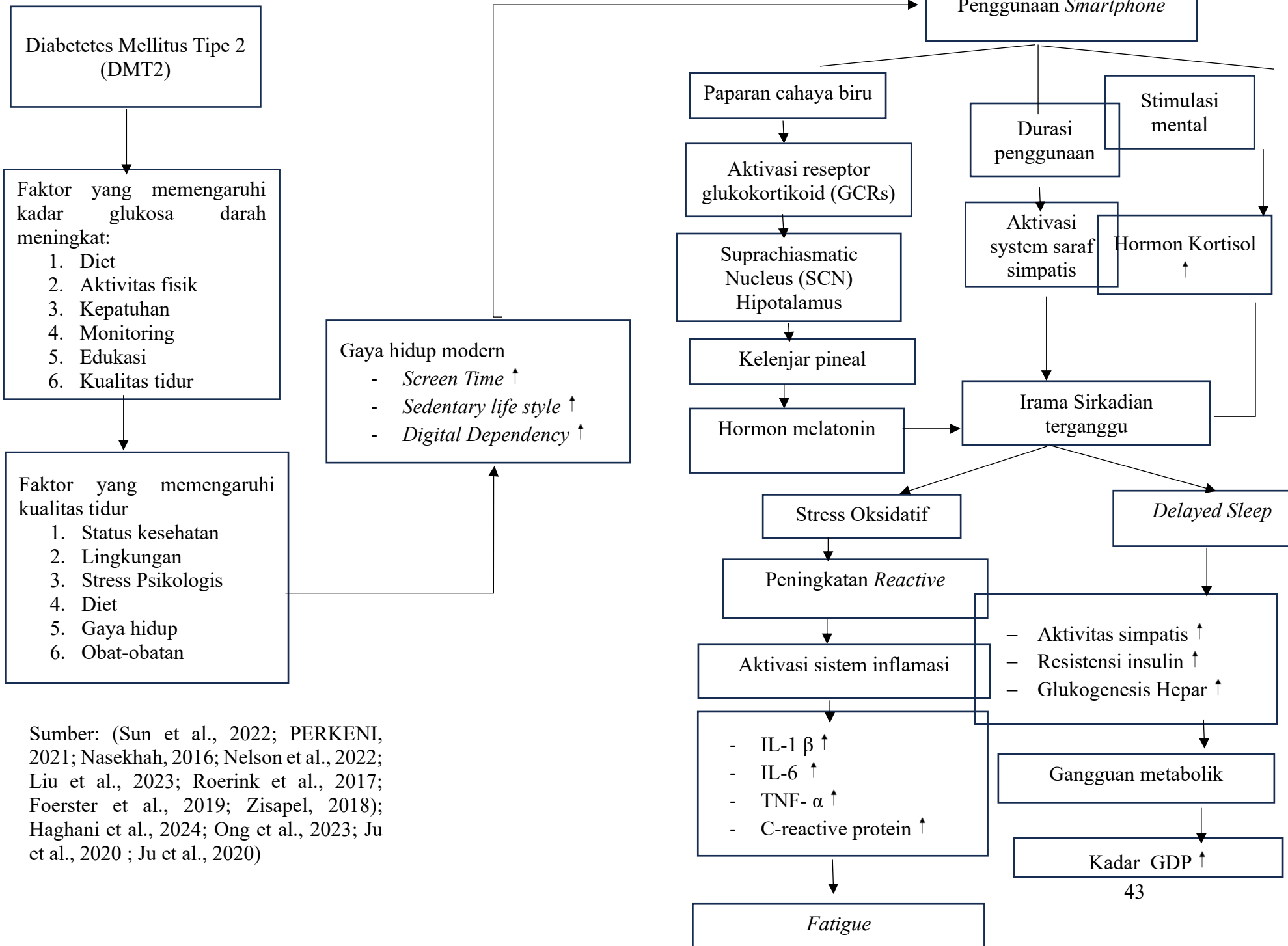
Penggunaan *smartphone* pada pasien DMT2 sebagai alat untuk mendukung manajemen mandiri efektif, karena memungkinkan pasien untuk mengakses informasi dan dukungan kapan saja dan di mana saja. Konteks penggunaan *smartphone* pada pasien DMT2 memiliki dimensi ganda. Di satu sisi, teknologi digital seperti aplikasi berbasis *smartphone* telah terbukti efektif dalam mendukung self-care dan pemantauan glikemik melalui edukasi, pengingat minum obat, serta pelacakan diet dan aktivitas fisik (Irnawan et al., 2025). Studi oleh Sjattar dkk. (2024) menunjukkan bahwa intervensi telenursing berbasis ponsel mampu meningkatkan pengetahuan manajemen diri dan menurunkan GDP, meskipun efeknya dapat terganggu oleh faktor perilaku eksternal seperti pola makan dan kebiasaan sosial malam hari.

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *smartphone* yang tidak teratur dapat menyebabkan stres, kecemasan, dan depresi pada individu, termasuk pasien DMT2 (Setyorini, 2017). Hal ini dapat memperburuk kondisi kesehatan secara keseluruhan, karena stres yang tinggi dapat memengaruhi kontrol glikemik dan meningkatkan kadar gula darah (Setyorini, 2017). Gangguan tidur berhubungan dengan gangguan respons kortisol terhadap stres, serta perubahan pola sekresi kortisol harian pada individu

dengan DMT2 (Hackett et al., 2020). Selain itu, penggunaan *smartphone* yang berlebihan dapat mengganggu pola tidur pasien. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *smartphone* yang berlebihan dapat menimbulkan gangguan tidur, yang dapat berdampak pada produktivitas dan kesehatan secara umum (Indriani, 2022).

Penelitian mengungkapkan adanya potensi hubungan antara melatonin dan kadar glukosa darah, yang mengindikasikan bahwa melatonin mungkin memiliki peran dalam mengatur kadar gula darah dengan memengaruhi sensitivitas insulin. Beberapa studi menunjukkan bahwa kadar melatonin yang lebih tinggi dapat berhubungan dengan peningkatan toleransi glukosa, terutama pada malam hari. Sebaliknya, gangguan dalam produksi atau sinyal melatonin dapat berkontribusi pada peningkatan kadar glukosa darah (Zhu et al., 2023).

E. Kerangka Teori



Sumber: (Sun et al., 2022; PERKENI, 2021; Nasekhah, 2016; Nelson et al., 2022; Liu et al., 2023; Roerink et al., 2017; Foerster et al., 2019; Zisapel, 2018); Haghani et al., 2024; Ong et al., 2023; Ju et al., 2020 ; Ju et al., 2020)