

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Teori**

##### **1. Obesitas**

###### **a. Definisi Obesitas**

Obesitas adalah kelainan yang ditandai dengan penumpukan jaringan lemak tubuh secara berlebihan. Peningkatan prevalensi obesitas pada anak menjadi fokus perhatian terhadap keterlibatan struktur dan fungsi kardiovaskular. Obesitas pada masa anak juga prediktor obesitas dan meningkatkan risiko kardiovaskular pada masa dewasa. Obesitas pada anak dan remaja dapat meningkatkan risiko dan masalah kardiovaskular. Peningkatan Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan faktor risiko terjadinya peningkatan tekanan darah, sindroma metabolik, abnormalitas ketebalan dinding pembuluh darah, disfungsi endotel dan hipertrofi ventrikel kiri (Mauliza, 2018).

Obesitas menunjukkan indeks massa tubuh (BMI) yang tinggi, yang menyatakan berat badan (dalam kilogram) sebagai fungsi tinggi badan (dalam meter<sup>2</sup>) sebagai ukuran pengganti kegemukan tubuh, adalah definisi obesitas yang paling diterima secara luas. Studi aktuarial berbasis populasi menempatkan batas atas BMI normal pada orang dewasa pada 25 kg/m<sup>2</sup> (Mauliza, 2018).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Raharjo et al., 2016) menyatakan perempuan dewasa muda berumur 18-22 tahun. Perempuan dewasa muda memiliki karakteristik yaitu pada perubahan hormonal yaitu siklus menstruasi sangat dipengaruhi oleh lemak tubuh karena lemak tubuh berperan pada sekresi hormon reproduksi. Lemak tubuh yang berlebih akan menyebabkan peningkatan kadar estrogen yang akan menimbulkan perpanjangan siklus menstruasi (Zaki Yatun Usna El Alasi, 2017).

Pada perempuan dewasa muda dengan obesitas membentuk kondisi obesitas terdapat persamaan dalam berbagai aspek yang mendasari perilaku yaitu aspek attitude yang dimana makan sebagai cara menghadapi kondisi stres dan aspek subjective norm itu berupa dukungan dari orang terdekat (Kawi et al., 2020).

Perempuan lebih banyak mengalami obesitas dibandingkan laki-laki disebabkan adanya perbedaan tingkat aktivitas dan asupan energi. Perempuan ditemukan lebih banyak melakukan aktivitas fisik ringan-sedang. Kelebihan energi yang berasal dari asupan harian akan disimpan di dalam tubuh dalam bentuk lemak yang ditimbun dalam jaringan lemak di bawah kulit dan sekitar perut yang menyebabkan lingkaran pinggang seseorang melebihi batas normal, bahwa jaringan lemak di bawah kulit tidak mampu lagi menyimpan lemak (Nurhasanah et al., 2022).

Obesitas juga keadaan berlebihnya massa jaringan adiposa pada tubuh. Kondisi ini menyebabkan ketidak seimbangan antara energi yang masuk dengan yang dipakai atau dikarenakan kurangnya aktivitas fisik. Kemajuan teknologi dan semakin tingginya jasa pelayanan yang ditawarkan menyebabkan masyarakat tidak ingin melakukan aktivitas fisik sehingga potensi obesitas meningkat. Pada jaringan adiposa, selain adiposit, terdapat juga preadiposit, fibroblas dan sel lainnya. Adiposit, secara umum dapat berfungsi sebagai endokrin dan parakrin. Endokrin karena adiposit memproduksi leptin, hormon yang berperan pada berbagai aktivitas biologi seperti pengaturan selera makan, asupan makanan, pengaturan berat badan, estrogen dan hematopoiesis. Adiposit juga memproduksi berbagai peptida, sitokin seperti TNF- $\alpha$  (tumour necrosis factor (TNF $\alpha$ ) dan Interleukin-6 (IL-6). Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan sel pro-inflamasi, seperti neutrofil dan limfosit (Ivoni & Dewi, 2021).

Adapun Tipe obesitas berdasarkan bentuk tubuh yaitu:

#### 1. Obesitas Tipe Buah Apel

Kelebihan lemak pada pria dapat menyimpan lemak di bawah kulit dinding perut dan di rongga perut sehingga perut tampak gemuk dan mempunyai bentuk tubuh seperti buah apel (*apple type*). Disebabkan karena lemak banyak berkumpul di rongga perut, obesitas tipe buah apel disebut juga obesitas sentral, karena banyak terdapat pada laki-laki yang disebut juga sebagai obesitas tipe android.

## 2. Obesitas Tipe Buah Pear

Kelebihan lemak pada wanita disimpan dibawah kulit bagian daerah pinggul dan paha, sehingga tubuh berbentuk seperti buah pear (*pear type*). Disebabkan karena lemak berkumpul di pinggir tubuh yaitu di pinggul dan paha, obesitas tipe buah pear disebut juga sebagai obesitas perifer dan karena banyak terdapat pada perempuan (Suiraoaka, 2012).

### b. Penyebab dan Faktor-Faktor Obesitas

Faktor yang menyebabkan obesitas sebagaimana adalah kurangnya olahraga yang mempengaruhi obesitas. Kebiasaan olahraga dalam kehidupan sehari-hari juga termasuk dalam olahraga ringan, seperti jalan kaki atau bersepeda. Dimasa sekarang, orang jarang melakukan latihan fisik setiap hari karena banyaknya alat transportasi yang mudah ditemukan, dan tentunya alat transportasi yang kompleks seperti lift, mobil, motor dan eskalator, serta alat transportasi lainnya, anak-anak dan masyarakat tidak perlu bersusah payah berjalan kaki karena sarana transportasi yang canggih tersedia di zaman modern ini, dan juga efektif untuk perjalanan jarak jauh, sehingga setiap hari masyarakat kurang beraktifitas mengakibatkan dampak obesitas terhadap Kesehatan (Putra et al., 2022).

Obesitas diakibatkan karena adanya peningkatan konsumsi makanan cepat saji (*fast food*), aktivitas fisik yang rendah, faktor genetik, faktor psikologis, status sosial ekonomi, pola makan, usia dan jenis kelamin merupakan beberapa faktor yang menyebabkan perubahan keseimbangan energi dan memicu terjadinya obesitas (Putra et al., 2022).

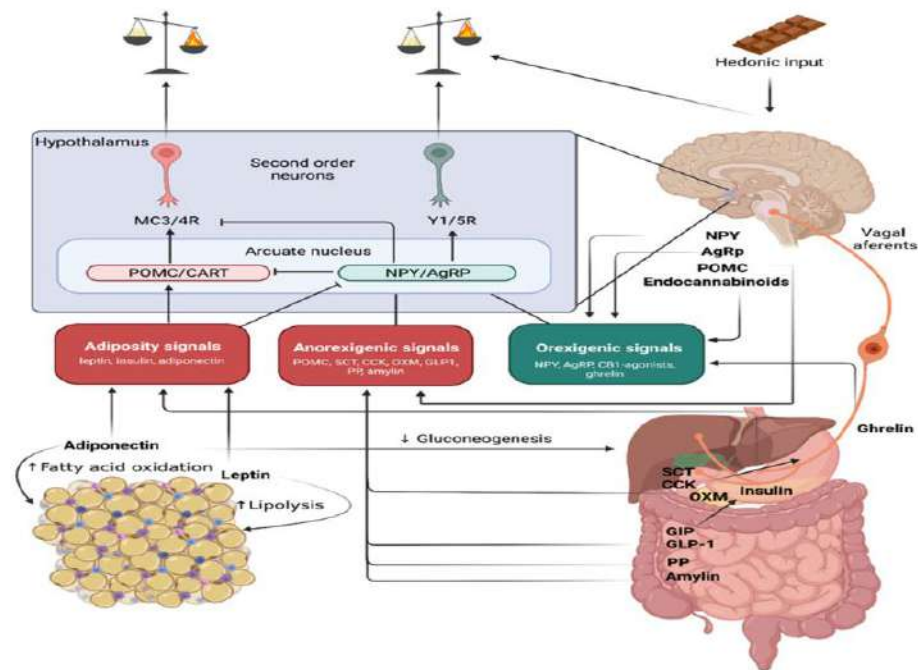
Obesitas disebabkan oleh lingkungan dan faktor genetik. Beberapa individu lebih rentan menjadi gemuk daripada yang lain, bahkan di lingkungan yang sama. Ketika populasi berada dalam kondisi yang sama dengan lingkungan obesogenik, Ini berarti bahwa beberapa individu lebih rentan menjadi gemuk dari pada yang lain (Albuquerque et al., 2017).

### c. Patogenesis

Obesitas monogenik memberikan efek yang sangat besar yaitu pada biomolekul dalam pathogenesis obesitas, gen yang terlibat dalam hemostastis berat badan, yang bertindak pada system saraf yaitu Leptin dan reseptornya

(Lepr), reseptor melanocortin 4 (Mc4r) dan pro-opiomelanocortin (Pomc) (Myers et al., 2010).

Obesitas monogenik sebagai mekanisme yang mengatur kelaparan dan rasa kenyang. Selain itu, keseimbangan energi di kendalikan oleh interaksi kompek yaitu saraf pusat, jaringan adiposa dan organ lainnya seperti usus, hati, dan pankreas (Van Der Klaauw & Farooqi, 2015).



Sumber: (Jankovic et al., 2015).

Gambar 2. 1 Sinyal Keseimbangan Energi

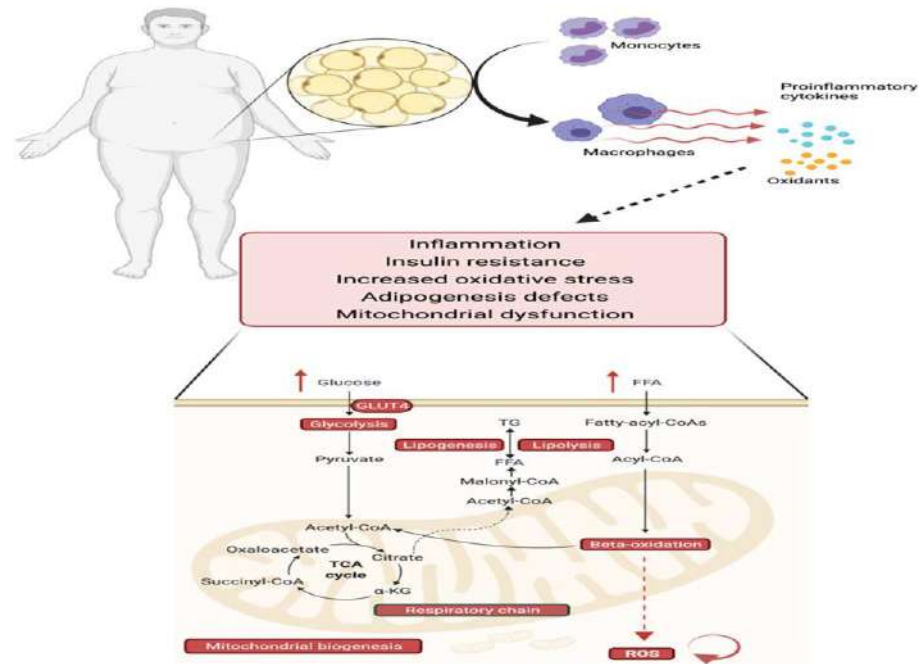
Mekanisme regulasi keseimbangan energi hipotalamus: neuron primer dalam inti arkuat termasuk neuron yang menghambat nafsu makan (kokain dan ametamin-stimulasi transkripsi (CART) dan Proopiomelanocortin yang merangsang reseptor melanocortin (MC3 DAN MC4). Stimulasi MC3/4R meningkatkan pengeluaran energi dan menurunkan nafsu makan. sirkuit ini dirangsang oleh sinyal adipositas dan anoreksigen. Sinyal peripheral yang terkait dengan sipanan energi jangka panjang yang dihasilkan oleh jaringan adiposa (leptin, adiponectin) dan pankreas (insulin).

Hormon usus dengan efek insulin tergantung pada glukosa (GIP) dan oxytomodulin (OXM) meningkatkan respon pankreas endokrin terhadap nutrisi yang diserap yaitu GLP-1 dan OXM juga dapat mengurangi asupan makanan yaitu secretin (SCT) dan cholecystokin dalam struktur. Hipotalamus juga

mempunyai peran penting untuk regulasi metabolisme energi. Hipotalamus memberikan sinyal yang dapat menyimpan energi jangka panjang dan memasukan nutrisi jangka pendek yang menghasilkan asupan makanan, aktivitas fisik, pengeluaran energi. Selanjutnya, neuron menstimulating dalam inti arkuat mengandung neuropeptide Y (NPY), yang merangsang reseptor Y (Y1 dan Y5), dan peptide agoit (AgRP) dan aktivitas reseptor MC3/4. Peptida otak yang merangsang nafsu makan adalah NPY, AgRP dan endocannabinosis. Ghrelin dilepaskan oleh perut dan memiliki efek oreksigenik (Gjermeni et al., 2021).

Mitokondria merupakan mempunyai fungsi utama pada adiposity karena sebagai organel pada jalur metabolisme utama yaitu oksidasi beta dan produksi ATP, mitokondria pada adiposity memiliki dampak yang signifikan tidak hanya pada adiposity sendiri tetapi pada metabolisme tubuh lengkap (Heinonen et al., 2020).

Pengurangan kelebihan energi dalam fosforilasi oksidatif menghasilkan akumulasi intermediat metabolik yaitu diacylglycerol (DG) dan ceramides (CER) yang ikut pada pengembangan resisten insulin melalui penghambat reseptor insulin yang dimediasi melalui interaksi dengan Proteinkinase C (PKC). Mitokondria adalah peningkatan asam lemak bebas yang menyebabkan ROS selama oksidasi beta mitokondria serta dapat menginduksi makrofag dan apoptosis yang menghasilkan penurunan jumlah mitokondria. Adiposit mengeluarkan sitokin proinflamasi seperti monosit serta makrofag proinflamasi tertarik pada jaringan adipose (Jankovic et al., 2015).



Sumber: (Gjermeni et al., 2021).

Gambar 2. 2 Obesitas Terkait dengan disfungsi

Pada obesitas makrofag proinflamasi tertarik pada jaringan adiposa dan melepaskan sitokin proinflamasi yang memicu reaksi lainnya yaitu peradangan, peningkatan stres oksidatif, dan disfungsi mitokondria. Kelebihan nutrisi diet menyebabkan kelebihan mitokondria dengan asam lemak bebas (FFA) dan glukosa yang mengganggu beberapa fungsi mitokondria. Mengurangi oksidasi beta menyebabkan peningkatan spesies oksigen reaktif (ROS) yang memperkuat kerusakan mitokondria dan berkontribusi terhadap resistensi insulin dan mempengaruhi disfungsi jaringan (Gjermeni et al., 2021).

#### d. Diagnosa

Pengukuran antropometri seperti BMI untuk obesitas umum dan lingkar pinggang untuk obesitas perut merupakan ukuran utama untuk mendiagnosis obesitas dalam konteks klinis maupun dalam penelitian epidemiologi.

##### 1. Pemeriksaan Antropometri

###### a. Pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT)

Pengukuran berat badan dan tinggi badan dilakukan agar nilai IMT yang diperoleh dapat digunakan dalam menentukan derajat obesitas.

###### b. Pengukuran Lingkar Pinggang

IMT memiliki hubungan positif yaitu dengan lemak total tubuh, tetapi IMT bukan salah satu indikator untuk obesitas.

## 2. Pemeriksaan Fisik

Pemeriksaan fisik dapat dilakukan yaitu pemeriksaan tekanan darah dan denyut nadi.

## 3. Pemeriksaan Penunjang

- a. Pemeriksaan penunjang yang biasanya digunakan sebagai penentu obesitas adalah analisis komposisi tubuh dan alat yang digunakan khusus yaitu body composition analyzer.
- b. Pemeriksaan ini dapat yang disebabkan oleh penyakit yang disebabkan oleh obesitas yaitu dibutuhkan pemeriksaan laboratorium (Kemenkes RI, 2015).

## e. Pengukuran BMI

BMI (Body Mass Index) atau Indeks Massa Tubuh merupakan ukuran yang digunakan secara global untuk menilai berat badan seseorang berdasarkan tinggi dan berat badan. Namun, standar BMI untuk penilaian status berat badan bisa berbeda antara dunia secara umum dan Asia. IMT didapatkan dari berat badan dalam satuan kilogram dibagi dengan pangkat 2 dari tinggi badan dalam satuan meter, kemudian didapatkan IMT dengan satuan  $\text{kg/m}^2$  (Salisayah Mardiyatun Jihada, Eko Prabowo, Suci Wahyu Ismiyasa, 2021)

Tabel 2. 1 Klasifikasi BMI

Klasifikasi	WHO (BMI)	ASIA (BMI)
<i>Underweight</i>	<18.5	<18.5
Berat badan normal	18.5-24.9	18.5-22.9
<i>Overweight</i>	25-29.9	23-24.9
Obesitas	$\geq 30$	$\geq 25$

## 2. Leukosit

### a. Pengertian Leukosit

Sel darah putih dikenal sebagai sel darah yang masih mempunyai inti sel, berbeda dengan eritrosit. leukosit dinamai demikian juga karena relatif lebih tidak berwarna jika dibandingkan dengan eritrosit. Leukosit pada umumnya dibedakan menjadi 5 kelompok, yaitu neutrofil, basofil, eosinofil, monosit, dan

limfosit. Kelima jenis leukosit tersebut masing-masing mempunyai karakteristik dan fungsi berbeda. Kisaran jumlah leukosit darah normal adalah  $4,3-10,8 \times 10^9/L$ . Neutrofil dan limfosit menyusun komposisi leukosit dengan persentase terbesar, secara berturut-turut 45-74% dan 16-45%. Sisanya, monosit menyusun 4-10%, eosinofil 0-7%, dan basofil 0-2% dari total leukosit. Fungsi leukosit secara keseluruhan adalah dalam memediasi kekebalan, baik bawaan (nonspesifik), atau spesifik (adaptif), peradangan (Rosita et al., 2019).

Perubahan dalam kuantitas dan kualitas sel tertentu sangat memengaruhi leukosit, karena mereka memiliki rentang hidup singkat dalam sirkulasi darah perifer. Interval yang berbeda antara dewasa dan anak-anak dapat digunakan sebagai tanda bahwa kenaikan atau penurunan jenis sel tertentu menunjukkan respons tubuh yang berbeda terhadap serangan seperti infeksi, inflamasi, penyakit kronis, infestasi parasit, dan sebagainya. Reaksi leukosit terhadap infeksi atau rangsangan lain akan mengubah jumlah dan jenis sel tertentu. (Aliviameita Andika;Puspitasari, 2015)

b. Fungsi leukosit

Leukosit berfungsi untuk sistem pertahanan tubuh untuk mencegah masuknya antigen, benda asing, yang menyebabkan penyakit, ke dalam tubuh melalui fagositosis dan mengaktifkan respons imun tubuh. Leukosit memiliki kemampuan untuk melawan antigen yang terdiri dari mikroorganisme yang telah dikenal dan unik, seperti virus HIV, bakteri penyebab TBC, dan sel kanker. Leukosit juga memiliki kemampuan untuk menghancurkan dan membersihkan sel-sel yang telah mati dari tubuh. Peningkatan jumlah leukosit dapat disebabkan oleh infeksi atau kerusakan jaringan. Jumlah leukosit normal berkisar antara 5.000 dan 10.000 sel/ $\mu l$ . Disebut diapedesis, leukosit dapat memasuki jaringan melalui pori-pori membran kapiler (Aliviameita Andika;Puspitasari, 2015)

Setiap granula sel berperan dalam menghasilkan gejala tertentu, misalnya granula eosinofilik mengandung histamin. Pada pasien alergi, eosinofil akan meningkat. Histamin yang dilepaskan oleh eosinofil akan menstimulasi gejala yang berhubungan dengan alergi seperti mata berair, mata gatal dan rhinorrhea. Menariknya, kebanyakan alergi obat mengandung antihistamin,



diformulasikan untuk memblokir gejala alergi. Pada banyak kasus, pasien yang memiliki infeksi baru akan menunjukkan peningkatan leukosit. Gejala yang dikombinasikan dengan peningkatan jumlah leukosit dapat merefleksikan proses infeksi (Alivameita Andika;Puspitasari, 2015).

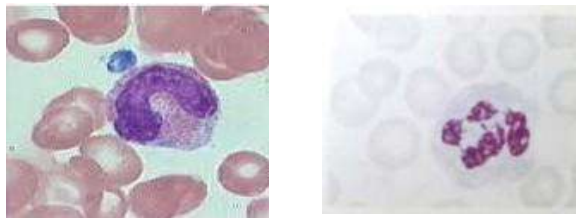
Karena leukosit berfungsi dalam sistem pertahanan tubuh, mereka dapat mengidentifikasi infeksi yang disebabkan oleh virus dan bakteri serta melihat kekebalan tubuh dan potensi alergi. Leukosit perifer dapat menjadi sumber informasi untuk diagnostik dan prognosa, serta menunjukkan adanya kerusakan organ dan pemulihan setelah latihan berat. Tidak bergantung pada jenis kelamin atau tingkat kebugaran individu, jumlah leukosit sebanding dengan intensitas kerja dan durasi latihan

Adanya peningkatan jumlah leukosit (leukositosis) terjadi bila tubuh mengalami infeksi. Penurunan jumlah leukosit disebut leukopenia. Leukopenia dapat disebabkan oleh stress berkepanjangan, infeksi virus, penyakit atau kerusakan sumsum tulang, radiasi atau kemoterapi, penyakit sistemik parah seperti lupus eritematosus, penyakit tiroid, dan sindrom cushing. Pada leukopenia, semua atau salah satu jenis leukosit saja yang dapat terpengaruh. Jumlah eritrosit leukosit menurun pada penyakit infeksi usus, keracunan bakteri (septicemia), kehamilan, dan partus (Alivameita Andika;Puspitasari, 2015).

Leukopoiesis merupakan proses pembentukan leukosit. Proses ini dirangsang oleh Colony Stimulating Factor (CSF) yang dihasilkan oleh leukosit matur. Pembentukan leukosit terjadi di sumsum tulang (terutama seri granulosit), akan disimpan dalam sumsum tulang sampai diperlukan dalam sistem sirkulasi darah. Ada dua jenis leukosit, yaitu granulosit dan agranulosit. Oleh karena itu pembentukannya disesuaikan dengan seri leukositnya. Pembentukan sel seri granulosit atau granulopoiesis dimulai dengan fase mieloblast. Pada pembentukan sel seri agranulosit ada dua jenis sel, yaitu limfosit dan monosit. Pada pembentukan limfosit (limfopoiesis) diawali dengan fase limfoblast, sedangkan pembentukan monosit (monopoiesis) diawali oleh fase monoblast (Alivameita Andika;Puspitasari, 2015).

## 1. Jenis-Jenis leukosit

### a). Neutrofil



Sumber: (Aliviameita Andika;Puspitasari, 2015)  
Gambar 2. 3 Sel Neutrofil stab dan segmen

Neutrofil mempunyai granula lebih kecil dibandingkan leukosit granuler, terdistribusi merata, dan berwarna lilac pucat. Karena granula tidak tertarik baik pada asam/eosin (merah) atau basa (biru), leukosit ini adalah neutrofilik (neutro = neutral, bersifat netral). Nukleus memiliki dua hingga lima lobus, dihubungkan oleh untaian material nukleus yang sangat tipis. Seiring bertambahnya umur sel, jumlah lobus nukleus meningkat (Rosita et al., 2019).

Neutrofil berperan sebagai pertahanan tubuh pertama pada infeksi akut. Neutrofil mempunyai respon lebih cepat terhadap inflamasi dan jaringan daripada leukosit lainnya. Segmen merupakan neutrofil yang matang/matur, sedangkan stab merupakan neutrofil yang imatur dan dapat bermultiplikasi cepat pada infeksi akut. Neutrofil jumlahnya paling banyak di darah perifer. Masa hidup sel ini 10 jam di dalam sirkulasi. Ada kurang lebih 50% neutrofil dalam darah perifer menempel pada dinding pembuluh darah. Neutrofil masuk ke jaringan dengan cara bermigrasi sebagai respon terhadap faktor kemotaktik. Neutrofil berperan dalam migrasi, fagositosis, dan destruksi.

### b). Eosinofil



Sumber: (Aliviameita Andika;Puspitasari, 2015)  
Gambar 2. 4 Sel Eosinofil

Eosinofil mempunyai granula berukuran besar dan seragam. Eosinofil tertarik kuat pada eosin, atau bersifat eosinofilik (menyukaieosin). Eosin berwarna merah-oranye dan bersifat asam, sehingga eosinofil akan terlihat kemerahan. Granula biasanya tidak menutupi atau mengaburkan nukleus, sehingga nukleus tetap akan tampak. Eosinofil paling sering memiliki dua atau tiga lobus yang dihubungkan oleh untaian tipis material nucleus (Rosita et al., 2019).

Eosinofil memiliki inti bilobus dan granula yang berwarna merah oranye (mengandung histamin). Eosinofil berperan dalam respon terhadap penyakit parasitik dan alergi. Pelepasan isi granula ke patogen yang lebih besar, seperti cacing sehingga mampu membantu proses destruksi dan fagositosis berikutnya (Alivameita Andika;Puspitasari, 2015).

#### c) Basofil



Sumber: (Alivameita Andika;Puspitasari, 2015)

*Gambar 2. 5 Sel Basofil*

Basofil berhubungan dengan sel mast karena berasal dari prekursor granulosit dalam sumsum tulang. Basofil merupakan jenis sel yang paling sedikit jumlahnya di darah perifer. Sel ini mempunyai granula gelap besar yang dapat menutupi inti. Granulanya berisi histamin dan heparin yang dilepaskan setelah proses pengikatan IgE ke reseptor permukaan. Basofil berperan penting pada reaksi hipersensitivitas segera. Sel mast juga berperan dalam pertahanan untuk melawan alergen dan patogen parasitik.

## d). Limfosit



Sumber: (Aliviameita Andika;Puspitasari, 2015)  
Gambar 2. 6 Sel Limfosit

Limfosit merupakan komponen penting pada respon imun yang berasal dari sel stemhemopoietik. Sel stem limfoid umum mengalami diferensiasi dan proliferasi menjadi sel B (sebagai perantara imunitas humoral atau imunitas yang diperantarai antibodi) dan sel T (diproses di dalam timus) sebagai perantara imunitas seluler. Limfosit matur berupa sel mononuklear kecil dengan sitoplasma berwarna agak kebiruan. Limfosit yang ada di perifer sebagian besar adalah sel T (70%), yang kemungkinan memiliki sitoplasma dan mengandung granula lebih banyak daripada sel B. Pematangan limfosit terjadi terutama di sumsum tulang (sel B) dan di dalam timus (sel T) serta melibatkan kelenjar getah bening, hati, limpa, dan bagian sistem retikuloendotelial (RES) lain.

## e) Monosit



Sumber: (Aliviameita Andika;Puspitasari, 2015)  
Gambar 2. 7 Sel Monosit

Monosit berada dalam peredaran darah selama 20-40 hari. Kemudian masuk ke jaringan sebagai makrofag. Disini monosit matur dan

menjalankan fungsi utamanya untuk fagositosis dan destruksi. Dijaringan monosit hidup beberapa hari sampai dengan beberapa bulan dengan morfologi yang berubah-ubah namun berinti satu (mononuklear), granula berukuran kecil di dalam darah perifer (Alivameita Andika;Puspitasari, 2015).

c. Nilai Normal Jenis Leukosit

Jenis leukosit pada orang dewasa yaitu:

- 1) Neutrofil 50-70%
- Segmen 50-60%
- Stab 0-5%
- 2) Eosinofil 1-3%
- 3) Basophil 0,4-1,0%
- 4) Monosit 4-6%
- 5) Limfosit 25-35

d. Jangka Hidup Leukosit

Tabel 2. 2 Jangka Hidup Leukosit

Jenis Sel	Dalam Sirkulasi Darah	Dalam Jaringan Hidup
Granulosit	6-8 jam, memendek pada infeksi akut	2-3 hari
Monosit	<36 jam	Berbulan bulan, sebagai makrofak jaringan
Limfosit T	Beberapa jam tetap dalam darah, di sirkulasi kira-kira setiap 10 jam	Mulai beberapa tahun
Limfosit B	Sedikit yang beredar	Pada umumnya menetap didalam jaringan limfoid setelah menjadi sel plasma, hidup 2-3 jam

### 3. Laju Endap Darah (LED)

Pemeriksaan hematologi merupakan salah satu pemeriksaan yang dapat dipakai sebagai penunjang diagnosis yang berkaitan dengan terapi dan prognosis. Untuk mendapatkan diagnosis yang tepat diperlukan hasil yang teliti, akurat dan cepat. Salah satunya ialah tes Laju Endap Darah (Sukarmin & Iqlima, 2019).

Pemeriksaan Laju Endap Darah pada umumnya digunakan untuk mendeteksi dan memantau kerusakan jaringan, inflamasi, dan penyakit (bukan tingkat

keparahan) baik akut maupun kronis. Namun, beberapa dokter masih menggunakannya untuk membuat perhitungan kasar tentang proses penyakit sebagai pemeriksaan screening (penyaring) dan memantau berbagai macam penyakit in vitro (Sukarmin & Iqlima, 2019).

Proses Laju Endap Darah dapat dibagi dalam 3 tingkatan.

1. Pertama, tingkatan penggumpalan yang menggambarkan periode eritrosit membentuk gulungan (rouleaux) dan sedikit sedimentasi.
2. Kedua, tingkatan pengendapan cepat, yaitu eritrosit mengendap secara tetap dan lebih cepat.
3. Ketiga, tingkatan pemadatan, pengendapan gumpalan eritrosit mulai melambat karena terjadi pemadatan eritrosit yang mengendap.

a. Metode

- 1) Pemeriksaan Laju Endap Darah metode westergreen

Pada tahun 1973, *International Council for Standardization in Haematology* (ICSH) menetapkan pemeriksaan tingkat endap darah sebagai metode standar dan digunakan secara luas di seluruh dunia. Metode westergreen masih digunakan hingga saat ini, meskipun telah banyak dipublikasikan metode pemeriksaan tingkat endap darah yang lebih baru.

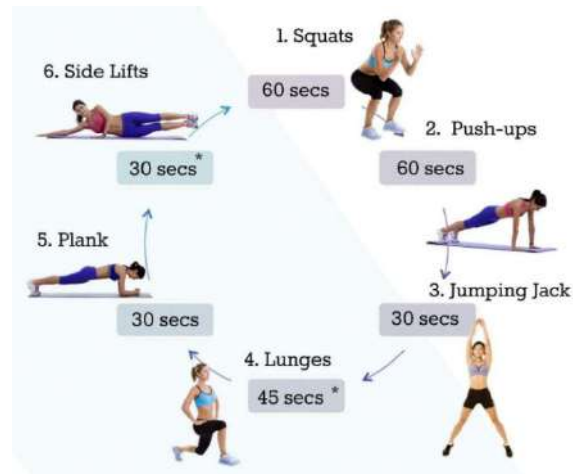
- 2) Pemeriksaan Laju Endap Darah metode automatic

Metode yang menghabiskan waktu hanya 30 menit. Tes Laju Endap Darah cara automatic merupakan teknik temuan terbaru yang bertujuan untuk menghindari atau menurunkan resiko terpajannya petugas laboratorium terhadap cemaran bahan infeksius. Metode ini banyak digunakan terutama di laboratorium besar yang sudah memiliki sarana automatic, pemeriksaan Laju Endap Darah cara automatic yang menghabiskan waktu hanya 30 menit. Sangat umum untuk menggunakan metode ini, terutama di laboratorium besar yang sudah memiliki sarana automatic (Sukarmin & Iqlima, 2019).

#### 4. *Circular Exercise*

Aktivitas fisik yang rutin dapat membantu dalam menurunkan beberapa faktor risiko kelainan kardiovaskuler termasuk dislipidemia, hipertensi,

sindroma metabolik, dan diabetes mellitus. Selain manfaat fisik yang jelas, olahraga teratur menghasilkan banyak keterampilan yang lebih halus. Rutinitas latihan sirkuit awal mereka terdiri dari beberapa stasiun yang diatur dalam lingkaran untuk melatih kelompok otot secara bergantian dari satu posisi ke posisi lainnya (Sudha & Maniazhagu, 2019).



Sumber: <https://www.ob-fit.com/wp-content/uploads/2020/10/Ringkasan-Singkat-scaLaju Endap Darah.jpg>  
Gambar 2. 8 Circular Training

Latihan *circular exercise* banyak mempunyai manfaat yaitu:

1. Meningkatkan daya tahan otot

Daya tahan otot merupakan kemampuan tubuh untuk mempertahankan latihan untuk jangka waktu tertentu.

2. Meningkatkan kekuatan dan pertumbuhan otot

Pertumbuhan otot hipertrofi yang mengharuskan seseorang untuk mengangkat beban sedang hingga berat untuk menstimulasi pertumbuhan otot dengan adanya pelatihan sirkuit ini menempatkan otot yang tegang merangsang adaptasi neuromuscular dan pertumbuhan otot menjadi besar dan kuat.

3. Meningkatkan Kesehatan jantung

Latihan sirkuit ini digunakan banyak orang karena menggabungkan latihan kekuatan dan latihan kardiorespirasi karena saat melakukan latihan sirkuit ada sedikit istirahat diantara latihan yang menyebabkan detak jantung tetap meningkat disetiap sirkuit dan membantu memperkuat dan mengurangi stress.

#### 4. Latihan seluruh tubuh

Latihan sirkuit ini mencakup berbagai gerakan sehingga biasanya bergantian antara kelompok yang gerakannya dari latihan ke olahraga contohnya Latihan tubuh bagian atas seperti *pull-up*, sedangkan bagian bawah dengan beristirahat.

#### 5. Efisien terhadap waktu

Kekurangan waktu saat latihan itu dapat melakukan Latihan yang berkualitas dengan latihan sirkuit, selama latihan ada istirahat minimal selama sesi dan bisa juga menyelesaikan latihan dalam waktu yang singkat, latihan ini dilakukan hanya 20-30 menit.

#### 6. Penurunan berat badan

Latihan sirkuit dapat membakar banyak kalori dan membantu menurunkan berat badan dan latihan sirkuit dapat meningkatkan metabolisme tubuh, selain itu ada faktor yang menyebabkan penurunan berat badan yaitu diet, manajemen stress dan pola tidur.

#### 7. Meningkatkan mood

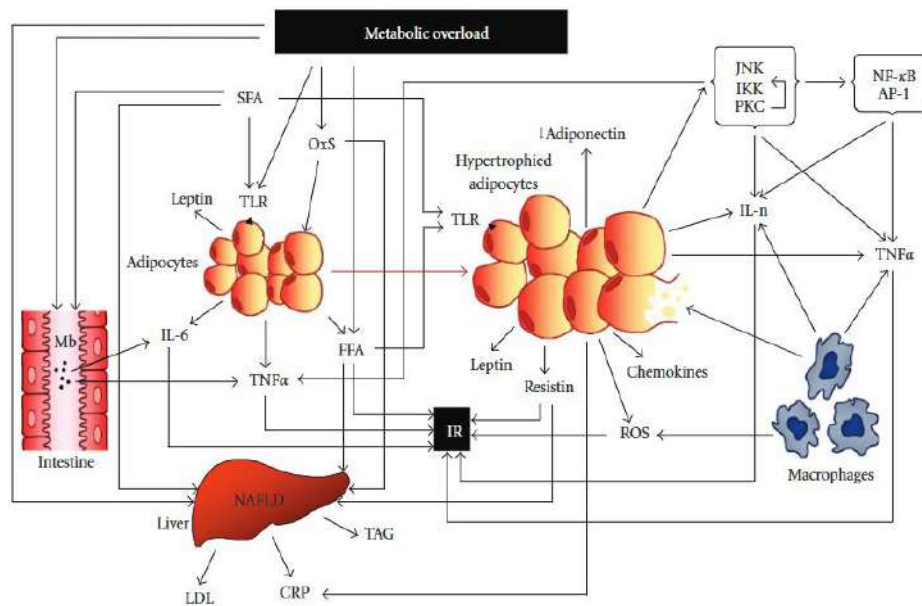
Latihan sirkuit juga dapat membantu mengangkat suasana hati dan meningkatkan kesehatan mental dengan latihan kardio dan kekuatan.

#### 8. Meningkatkan kepatuhan Latihan

### 5. Proses Inflamasi Pada Obesitas

Kemajuan dalam pengetahuan tentang jaringan kejadian patofisiologis yang sangat kompleks ini yang mencakup berbagai jenis sel, sitokin, nutrisi, dalam status saraf dan hormonal yang bervariasi, serta kendala fisik dan kolonisasi mikroba tertentu, akan membuka jalan bagi exercise terapeutik yang efektif. Mediator inflamasi adalah menunjukkan kegunaannya sebagai biomarker status metabolik/inflamasi/rentan penyakit pada pasien dengan sindrom metabolik. Namun, pola makan akan tetap memainkan peran penting dalam berbagai aspek gambaran besar ini. Meskipun masih banyak yang harus diketahui dalam hal nutrisi, tantangan terbesarnya adalah mengembalikan gaya hidup obesogenik (Monteiro & Azevedo, 2010).





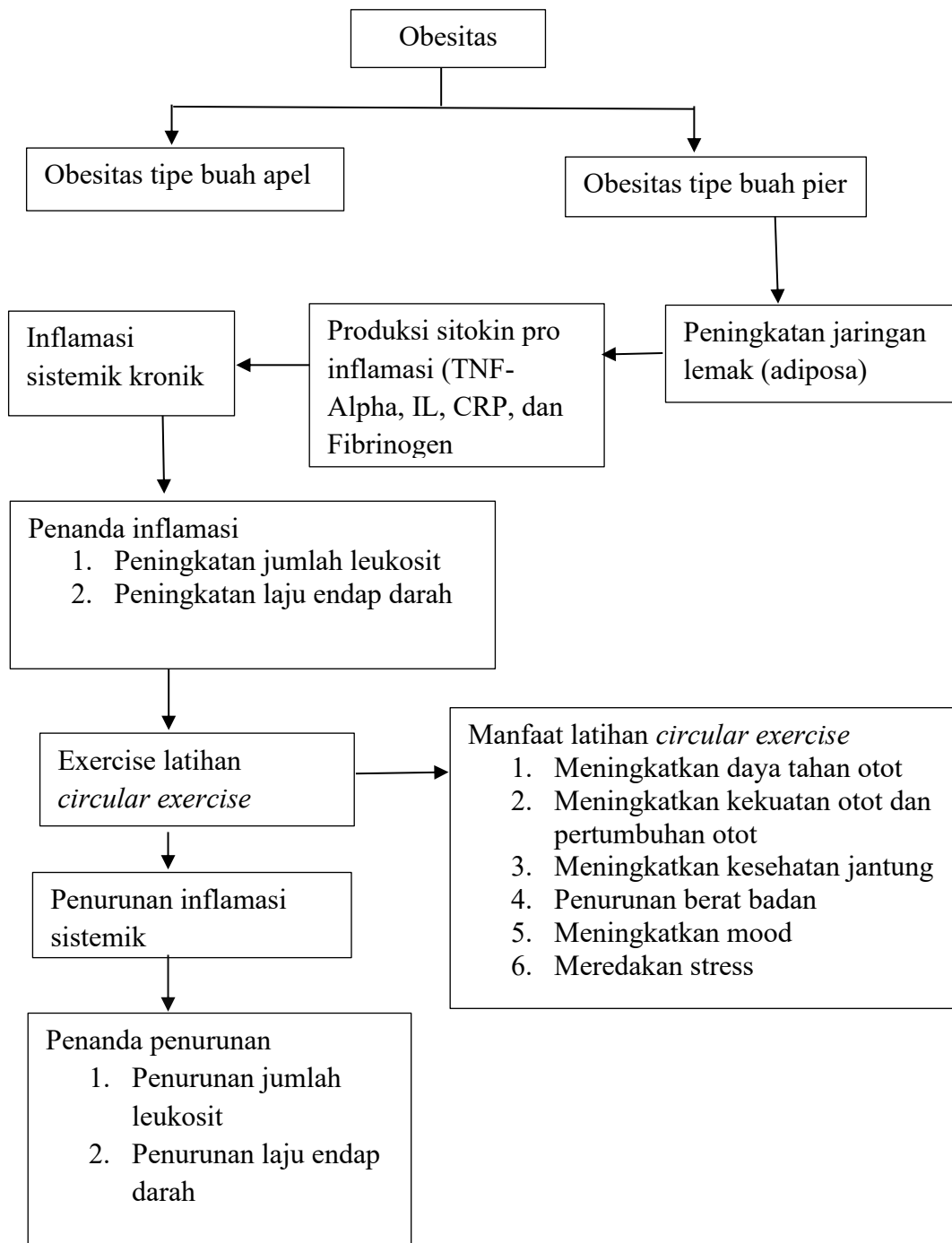
Sumber: (Monteiro & Azevedo, 2010)

Gambar 2. 9 Interaksi Kompleks antara sindrom metabolik peradangan obesitas

Efek metabolik yang berlebihan pada jaringan adiposa, yang menyebabkan stres organel melalui produksi ROS dan adipokin, serta aktivasi kinase, yang meningkatkan transkripsi gen inflamasi dan mengganggu pensinyalan insulin. Hipotrofi memungkinkan adiposit yang menarik untuk pecah dan mengaktifkan makrofag, yang memperkuat proses inflamasi melalui peningkatan produksi ROS dan sitokin inflamasi serta penurunan produksi adiponektin, sitokin antiinflamasi.

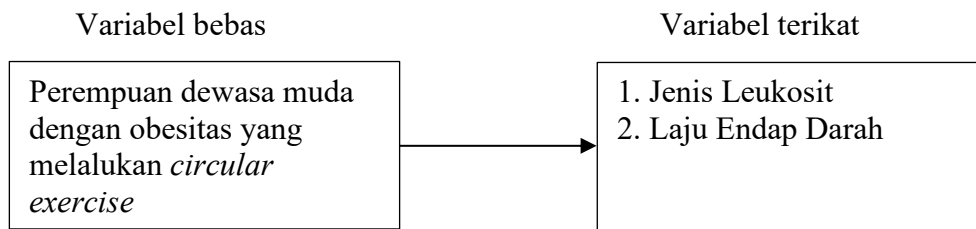
Peningkatan konsentrasi FFA, yaitu SFA yang berasal dari makanan dan kelebihan jaringan adiposa, terakumulasi di hati, di antara organ-organ lainnya. Akumulasi lemak di hati menyebabkan produksi LDL berlebih dan bersama dengan IL-6, CRP NAFLD merupakan konsekuensi yang sering terjadi dari disregulasi metabolik ini, dan semua ini berdampak pada sensitivitas insulin SFA mengaktifkan reseptor seperti TOLL dalam adiposit, yang berkontribusi pada aktivasi respons inflamasi. Lemak juga memiliki efek pada permeabilitas usus dan pada mikrobiota, dengan konsekuensi inflamasi sistemik.

## B. Kerangka Teori



Gambar 2. 10 Kerangka teori

### C. Kerangka Konsep



Gambar 2. 11 Kerangka konsep

### D. Hipotesis

Ho : Tidak ada perbedaan jenis leukosit dan Laju Endap Darah *pre* dan *post circular exercise* pada perempuan dewasa muda dengan obesitas.

H1 : Ada perbedaan jenis leukosit dan Laju Endap Darah *pre* dan *post circular exercise* pada perempuan dewasa muda dengan obesitas