

TESIS

**ANALISIS KADAR FERITIN, TIBC DAN FE SERUM PADA
OBESITAS SENTRAL DAN NON OBESITAS SENTRAL**

*ANALYSIS OF FERRITIN, TIBC AND FE SERUM LEVELS
IN CENTRAL AND NON CENTRAL OBESITY*

Disusun dan diajukan oleh

**NURIL SOFIANTIN
P062182009**



**PROGRAM STUDI ILMU BIOMEDIK
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**ANALISIS KADAR FERITIN, TIBC DAN FE SERUM PADA
OBESITAS SENTRAL DAN NON OBESITAS SENTRAL**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Ilmu Biomedik

Disusun dan diajukan oleh

NURIL SOFIANTIN

Kepada

**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**ANALISIS KADAR FERITIN, TIBC, DAN FE SERUM PADA
OBESITAS SENTRAL DAN NON OBESITAS SENTRAL**

Disusun dan diajukan oleh

NURIL SOFIANTIN

Nomor Pokok : P062182009

Telah dipertahankan di hadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu Biomedik
Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 06 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

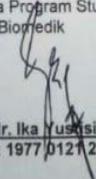
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Prof. dr. Mansyur Arif, Ph.D., Sp.PK. (K)
NIP : 1964 1104 1990 02 1001


Dr. dr. Liong Boy Kurniawan, M.Kes., Sp.PK. (K)
NIP : 1984 0714 2010 12 1008

Ketua Program Studi
Ilmu Biomedik


Dr. dr. Ika Yusofia, M.Sc
NIP : 1977 0121 2003 12 2003



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Nuril Sofiantin
Nomor Mahasiswa : P062182009
Program Studi : Ilmu Biomedik
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

Analisis Kadar Feritin, TIBC dan Fe Serum pada Obesitas Sentral dan Non Obesitas Sentral

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 06 Juli 2021

Yang menyatakan



Nuril Sofiantin

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah dengan memanjatkan Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya pada penulis, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul : “Analisis Kadar Feritin, TIBC, dan Fe Serum pada Obesitas Sentral dan Non Obesitas Sentral “ sebagai salah satu syarat dalam penyelesaian studi pada Program Magister Ilmu Biomedik, Konsentrasi Kimia Klinik, Universitas Hasanuddin Makassar. Salam dan Shalawat semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Pada penulisan tesis ini, penulis menyadari atas kesulitan-kesulitan baik dalam penyusunan maupun dilapangan, hingga akhirnya tesis ini terselesaikan sebagaimana mestinya. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada kedua orangtua tercinta Ayahanda Sudirman dan Ibunda Nurhayati yang senantiasa memberikan Do'a yang tulus, dukungan, dan motivasi. Dengan penuh kerendahan dan ketulusan hati dalam kesempatan ini izinkan pula penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Yth. Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A Selaku Rektor Universitas Hasanuddin Makassar dan Yth. Prof. Dr. Ir. Jamaluddin

Jompa, M.Sc Selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.

2. Yth. Dr. Ika Yustisia, M.Sc Selaku Ketua Program Studi Ilmu Biomedik Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Yth. Prof. dr. Mansyur Arif, Ph, D, Sp PK (K) Selaku Ketua Komisi Penasehat dan Yth. Dr. dr. Liong Boy Kurniawan, M.Kes, Sp PK (K) Selaku Anggota Komisi Penasehat, yang dengan penuh keikhlasan dan ketulusan telah memberikan waktu, tenaga, dan pemikiran dalam membimbing penulis, sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Yth. Dr. dr. Burhanuddin, Ms, Yth. Dr. dr. Nurahmi, M.kes, Sp, PK (K), Yth. Dr. dr. Tutik Harjianti, Sp. PD-KHOM, Selaku penguji yang telah memberikan arahan, masukan dan bimbingan selama penyelesaian tesis ini.
5. Kepala Instalasi Laboratorium Patologi Klinik Rumah Sakit Perguruan Tinggi Universitas Hasanuddin Makassar (RSPTN UH) beserta seluruh staf laboratorium yang sangat membantu dalam proses penelitian.
6. Seluruh dosen konsentrasi kimia klinik yang telah mendidik, membagikan ilmu dan pengalaman selama penulis menempuh pendidikan di Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.

7. Rekan seperjuangan Asni Ramayana Tina, S.ST, Chika Pratiwi, S. ST, Ida Mawadda Rasyid S.Tr.A.K dan Wardiman S.Pd.,M.Pd atas kebersamaan, kerjasama, dan dorongan semangatnya. serta terima kasih untuk semua pihak yang terlibat dalam membantu penulis selama menempuh pendidikan S2.

Akhir kalam, penulis menyadari jika penyusunan tesis ini masih jauh dari sempurna sebab keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan dari semua pihak demi perbaikan dan penyempurnaan berikutnya dan penulis berharap naskah tesis ini bisa memberi manfaat bagi siapapun yang membacanya.

Mohon maaf jika terdapat kesalahan yang kurang berkenan dalam penyusunan tesis ini. Semoga Rahmat dan Hidayah-Nya selalu tercurah kepada kita semua. Aamiin.

Makassar, 06 Juli 2021

Nuril Sofiantin

ABSTRAK

NURIL SOFIANTIN. *Analisis Kadar Ferritin, TIBC, dan Fe Serum pada Obesitas Sentral dan Nonobesitas sentral* (dibimbing oleh Liong Boy Kurniawan dan Mansyur Arif).

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kadar ferritin, TIBC, fe, dan saturasi transferrin pada obesitas sentral dan nonobesitas sentral.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan potong lintang dengan menggunakan 75 subjek. Penelitian dilaksanakan selama Agustus sampai dengan Desember 2020. Pemeriksaan Ferritin menggunakan metode ECLIA; TIBC dan fe menggunakan metode imunoturbidimetri dan kolorimetrik; dan saturasi transferrin menggunakan metode perbandingan nilai ferritin dan TIBC dalam satuan persen.

Hasil penelitian menunjukkan perbedaan berarti kadar TIBC pada subjek obesitas sentral dan nonobesitas sentral, sedangkan kadar ferritin, fe, dan saturasi transferrin tidak ada perbedaan bermakna. Uji korelasi menunjukkan hubungan bermakna antara kadar ferritin dan lingkar pinggang, sedangkan TIBC, fe, dan saturasi transferrin tidak ada hubungan bermakna. Peneliti menemukan kadar TIBC lebih tinggi secara signifikan pada obesitas sentral dan terdapat perbedaan yang bermakna dengan signifikansi ($p < 0,031$), serta terdapat korelasi signifikan antara lingkar pinggang dan kadar ferritin ($p < 0,001$).

Kata kunci: obesitas sentral, ferritin, TIBC, fe, saturasi transferan



ABSTRACT

NURIL SOFIANTIN. *Analysis of Ferritin, TIBC and Fe Serum Levels in Central and Non-Central Obesity* (Supervised by **Liong Boy Kurniawan** and **Mansyur Arif**)

The purpose of this study is to analyze the levels of ferritin, TIBC, Fe and transferrin saturation in central obesity and non-central obesity.

The experiment study with a cross-sectional design using 75 subjects during August-December 2020. Ferritin was examined using the ECLIA, TIBC and Fe method using immunoturbidimetric and colorimetric methods, transferrin saturation using the comparison method of Fe and TIBC values in percent units.

The results of this study show that there are no significant differences in TIBC levels in subjects with central obesity and non-central obesity, while there are no significant differences in ferritin, Fe and transferrin saturation. The correlation test shows a significant relationship between ferritin levels and waist circumference, while TIBC, Fe and transferrin saturation have no significant relationship. Researchers find that TIBC levels are significantly higher in central obesity and there is a significant difference with significance ($p = <0.031$) and there is a significant correlation between waist circumference and ferritin levels ($p < 0.001$).

Keywords: Central Obesity, Ferritin, TIBC, Fe, Transferrin Saturation



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah	4
C. Tujuan penelitian	4
D. Manfaat penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Obesitas Sentral	6
1. Definisi	6
2. Epidemiologi	8
3. Fisiologi	8
4. Faktor- Faktor Obesitas Sentral	9
5. Gejala Obesitas	13
6. Pengukuran Obesitas Sentral	14
7. Klasifikasi Obesitas Sentral	18
8. Dampak	18
B. Feritin	19
1. Definisi	19

2. Struktur.....	19
3. Feritin dan Obesitas	21
C. Fe	22
1. Definisi	22
2. Sumber	22
3. Fungsi Fe	24
4. Metabolisme Fe	24
D. <i>total iron banding capacity</i> (TIBC).....	26
E. Saturasi Transferin	27
F. Obesitas Sentral, Feritin, fe, TIBC dan Saturasi ransferin	28
G. Kerangka Teori	30
H. Kerangka Konsep	31
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Desain penelitian.....	32
B. Tempat dan waktu penelitian	32
C. Populasi penelitian	32
D. Sampel dan cara pemelihan sampel	33
E. Perkiraan besar sampel	33
F. Kriteria sampel	34
G. Izin subyek penelitian	35
H. Cara Kerja.....	35
I. Prosedur pemeriksaan laboratorium	37
J. Variabel dan Operasional penelitian.....	41
K. Analisis data.....	42
L. Alur Penelitian	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. HASIL	44
B. PEMBAHASAN.....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN.....	60
B. SARAN.....	60

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1.	Klasifikasi Indeks massa tubuh7
2.	Klasifikasi Obesitas Sentral 18
3.	Daftar sumber zat Besi.....23
4.	Karakteristik subjek penelitian.....45
5.	karakteristik subjek penelitian berdasarkan kelompok obesitas sentral dan non obesitas sentral46
6.	Perbedaan Kadar Feritin, Fe, <i>total iron banding capacity</i> (TIBC) Dan Saturasi Transferin Pada Subjek Obesitas sentral Dan Non Obesitas Sentral48
7.	Perbedaan Kadar Feritin, Fe, <i>total iron banding capacity</i> (TIBC) dan saturasi Transferin Pada Subjek laki-laki dan perempuan obesitas sentral dan non obesitas sentral49
8.	Korelasi Kadar Feritin, Fe, <i>total iron banding capacity</i> (TIBC) dan Saturasi Transferin dengan Lingkar Pinggang 50

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Gambar Lingkar Pinggang	15
2. Gambar Lingkar panggul	16
3. Gambar Lingkar Pinggang-Panggul	18
4. Gambar Struktur Feritin	20
5. Gambar Kerangka Teori	30
6. Gambar Kerangka Konsep	31
7. Gambar Alur Penelitian	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penjelasan untuk Persetujuan

Lampiran 2. Formulir Persetujuan

Lampiran 3. *Inform Consen*

Lampiran 4. Data Penelitian

Lampiran 5. Persetujuan Etik Penelitian

DAFTAR SINGKATAN

BB	: Berat badan
BIA	: <i>Bioelectrical impedance analysis</i>
BMI	: <i>Body mass index</i>
BMR	: <i>Basal metabolic rate</i>
CRP	: C-reactive protein
DM	: Diabetes mellitus
ECLIA	: <i>Electrochemiluminescence immunoassay</i>
FE	: Zat besi
HB	: Hemoglobin
IL-1	: <i>Interleukin 1</i>
IL-6	: <i>Interleukin 6</i>
IMT	: Indeks massa tubuh
LiPa	: Lingkar panggul
LiPi	: Lingkar pinggang
LP	: Lingkar pinggang
PJK	: Penyakit jantung koroner
Risikesdas	: Riset kesehatan dasar
RLPP	: Rasio lingkar pinggang – panggul
TB	: Tinggi badan
TIBC	: <i>Total iron binding capacity</i>
TNF α	: <i>tumor necrosis alpha</i>
WCR	: <i>Waist chest ratio</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>

WHR : *Waist hip ratio*

WHTR : *Waist to height ratio*

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Obesitas adalah akumulasi lemak abnormal atau berlebihan yang dapat mengganggu kesehatan (WHO, 2014). Menurut *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2014 lebih dari 1,9 miliar orang dewasa yang berusia > 18 tahun kelebihan berat badan, dari jumlah tersebut lebih dari 600 juta mengalami obesitas. Secara keseluruhan, sekitar 13% dari populasi dunia dewasa (11% laki-laki dan 15% perempuan) yang mengalami obesitas pada tahun 2014. Prevalensi obesitas di seluruh dunia meningkat dua kali lipat antara tahun 1980 dan 2014 (WHO, 2015).

Obesitas dapat dibedakan menjadi obesitas sentral dan obesitas umum. Obesitas sentral merupakan obesitas yang menyerupai apel, yaitu lemak disimpan pada bagian pinggang dan rongga perut. Penumpukan lemak ini diakibatkan oleh jumlah lemak berlebih pada jaringan lemak subkutan dan lemak viseral perut. Penumpukan lemak pada jaringan lemak viseral merupakan bentuk dari tidak berfungsinya jaringan lemak subkutan dalam menghadapi kelebihan energi akibat konsumsi lemak berlebih (Puspitasari, 2018). Salah satu faktor resiko kesehatan yang diakibatkan oleh obesitas sentral yaitu terjadinya penyakit degeneratif, seperti diabetes mellitus, penyakit jantung coroner, dan hipertensi (Lebowitz, 2012).

Prevalensi obesitas sentral di Indonesia menurut Riskesdas (2018) berdasarkan lingkaran pinggang mengalami peningkatan. Tahun 2007 secara nasional angka obesitas sentral mencapai 18,8%, meningkat mencapai 26,6% ditahun 2013 dan pada tahun 2018 jumlahnya menjadi 31%. Menurut hasil Riskesdas 2013 untuk wilayah provinsi Sulawesi selatan, persentase obesitas sentral pada usia lebih dari 15 tahun di Kota Makassar sebesar 34,6%. Makassar berada pada posisi tertinggi ketiga untuk obesitas sentral di Sulawesi Selatan. Persentase obesitas sentral lebih dari 18 tahun perempuan di Makassar berada pada posisi tertinggi yaitu sebesar 24,7% dan untuk laki-laki sebesar 12% yang merupakan angka tertinggi setelah kota Pare-pare (Taslim, 2018).

Obesitas dikaitkan dengan keadaan inflamasi kronis tingkat rendah. Akumulasi asam lemak bebas dalam individu obesitas meningkatkan sitokin pro-inflamasi seperti IL-1, IL-6, dan TNF- α yang selanjutnya meningkatkan protein fase akut, seperti salah satunya adalah *C-Reactive Protein* (CRP). Peningkatan protein fase akut menyebabkan peningkatan sekuestrasi dari makrofag dan menurunkan absorpsi besi di usus (Syari dkk, 2019). Selain *C-Reactive Protein* (CRP), feritin juga salah satu protein fase akut (Kroot, 2011).

Feritin digunakan sebagai penanda kekurangan zat besi di berbagai fasilitas kesehatan di seluruh dunia. Inflamasi yang terjadi pada jaringan lemak tubuh obesitas menyebabkan besi terperangkap didalam *reticuloendothelial system*, sehingga kadar besi pada individu obesitas

menurun. Selain fungsinya yang dikenal sebagai penyimpan cadangan besi, feritin juga merupakan salah satu protein fase akut yang meningkat pada keadaan inflamasi. Sebagai salah satu protein fase akut, meningkatnya kadar feritin serum dimodulasi oleh sitokin proinflamasi. Kadar feritin cenderung lebih tinggi pada orang dengan berat badan berlebih dan obesitas, dikarenakan inflamasi kronis subklinis. Feritin berkorelasi positif dengan penanda inflamasi, CRP, dan body mass index (BMI). Oleh karena itu, feritin lebih cenderung menjadi penanda inflamasi dibandingkan menjadi penanda status besi pada individu obesitas (Khan et al., 2016).

Peningkatan volume plasma dan inflamasi yang disebabkan oleh peningkatan jaringan lemak dianggap sebagai penghubung antara status besi dan obesitas. Orang dengan berat badan berlebih atau obesitas mengalami inflamasi yang dapat menyebabkan kekurangan zat besi (Alam et al., 2015).

Meningkatnya kejadian obesitas sentral menjadi acuan untuk peneliti melakukan penelitian ini untuk melihat tingkat inflamasi dan status besi pada seseorang yang mengalami obesitas sentral. Peran feritin sebagai protein fase akut sekaligus protein penyimpan besi membuat penggunaan feritin sebagai parameter status besi dan juga penanda inflamasi pada obesitas sentral perlu disertai pemeriksaan parameter besi yang lainnya seperti fe serum, *total iron binding capacity* (TIBC) dan saturasi transferin dalam menyimpulkan status besi pada obesitas sentral.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu “Bagaimana kadar feritin, TIBC, fe serum dan saturasi transferin pada obesitas sentral ?”.

C. TUJUAN PENELITIAN

1. Tujuan Umum

Mengetahui kadar feritin, TIBC, fe serum dan saturasi transferin pada penderita obesitas sentral

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui kadar feritin, TIBC, fe serum dan saturasi transferin pada subjek obesitas sentral dan obesitas sentral
- b. Mengetahui hubungan kadar feritin, TIBC, fe serum dan saturasi transferin pada subjek obesitas sentral dan non obesitas sentral

D. MANFAAT PENELITIAN

1. Manfaat Teoritis

Peneliti dapat mengetahui gangguan metabolisme besi, utamanya pada obesitas sentral.

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang bahaya obesitas sentral yang menyebabkan inflamasi kronik tingkat rendah namun memicu banyak penyakit degeneratif.

- b. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi penelitian lebih lanjut mengenai obesitas sentral

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA
A. Obesitas sentral

1. Definisi

Obesitas adalah suatu keadaan dimana terjadi penumpukan lemak tubuh yang berlebih, sehingga berat badan seseorang jauh di atas normal dan dapat membahayakan kesehatan. Obesitas terjadi karena ketidakseimbangan energi yang masuk dengan energi yang keluar. Obesitas atau disebut juga dengan kegemukan merupakan suatu masalah yang cukup merisaukan dikalangan remaja. Obesitas terjadi saat badan menjadi gemuk yang disebabkan oleh penumpukan adiposa secara berlebihan (Sharma, 2015).

Obesitas dapat ditentukan dengan menggunakan penghitungan IMT (Indeks Masa Tubuh) untuk melihat status gizi pada orang dewasa yang berhubungan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. Perhitungan Indeks Massa Tubuh dilakukan dengan memasukkan data berat badan dalam satuan kilogram, dibagi dengan tinggi badan dalam satuan meter kuadrat. Berikut ini adalah rumus perhitungan IMT :

$$\frac{\text{Berat Badan (Kg)}}{\text{Tinggi Badan}^2 \text{ m}}$$

Klasifikasi IMT yang dipakai pada penelitian ini berdasarkan klasifikasi IMT dari Depkes RI, yaitu :

Tabel 1. Klasifikasi Berat Badan berdasarkan Indeks Massa Tubuh

Klasifikasi	IMT
Kurus	<18,5
Normal	18,5 - <24,9
Berat badan lebih	25 - <27
Obesitas	≥ 27,0

Sumber : Kemenkes, 2013

Obesitas sentral didefinisikan sebagai penumpukan lemak dalam tubuh bagian perut yang diakibatkan oleh jumlah lemak berlebih pada jaringan lemak subkutan dan lemak visceral perut. Penumpukan lemak pada jaringan lemak visceral merupakan bentuk dari tidak berfungsinya jaringan lemak subkutan dalam menghadapi ketidakseimbangan energi pada tubuh (Tchernof, 2013).

Laki-laki yang mempunyai lebih dari 25% lemak badan dan perempuan yang mempunyai lebih dari 30% lemak badan dikatakan obesitas. Obesitas yang lebih berbahaya adalah obesitas sentral karena lemak ada di dalam perut dan membungkus organ-organ sehingga menyebabkan berbagai penyakit seperti memengaruhi kesuburan dan memicu kanker bahkan obesitas sentral merupakan faktor resiko bagi penyakit jantung koroner (Cheng, 2013).

Pada obesitas ini terjadi akumulasi lipid di daerah perut, terjadi penumpukan lipid baik intraperitoneal maupun retroperitoneal. Faktor risiko penyakit lebih tinggi pada penderita obesitas sentral karena lemak

yang berada di abdomen tersebut dapat sewaktu waktu dilepaskan ke pembuluh darah sehingga terjadi hiperplasi lemak dan Waist-Hip Ratio (WHR) $> 0,90$. Lemak yang mendominasi pada obesitas sentral adalah lemak jenuh. Pengukuran sederhana yang dapat digunakan untuk mendeteksi obesitas sentral yaitu lingkaran perut, rasio pinggang-panggul (*waist hip ratio*), WCR (*waist chest ratio*) dan WHtR (*waist to height ratio*). (Ranggadwipa et al., 2014)

2. Epidemiologi

Prevalensi obesitas sentral di Indonesia menurut Riskesdas (2018) berdasarkan lingkaran pinggang mengalami peningkatan. pada tahun 2007 secara nasional angka obesitas sentral mencapai 18,8%, meningkat mencapai 26,6% ditahun 2013 dan pada tahun 2018 jumlahnya menjadi 31%. Menurut hasil Riskesdas 2013 untuk wilayah provinsi Sulawesi selatan, persentase obesitas sentral pada usia lebih dari 15 tahun di Kota Makassar sebesar 34,6%. Makassar berada pada posisi tertinggi ketiga untuk obesitas sentral di Sulawesi Selatan. persentase obesitas sentral lebih dari 18 tahun perempuan di Makassar berada pada posisi tertinggi yaitu sebesar 24,7% dan untuk laki-laki sebesar 12% yang merupakan angka tertinggi setelah kota Pare-pare (Taslim, 2018).

3. Fisiologis

Zat gizi makro dan mikro menghasilkan energi yang diperlukan oleh tubuh. Asupan zat gizi makro yaitu karbohidrat, protein dan lemak bila dikonsumsi berlebihan dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Asupan

lemak lebih banyak menghasilkan energi dibandingkan dengan karbohidrat atau protein. Setelah makan, lemak dikirim ke jaringan adiposa untuk disimpan sampai dibutuhkan kembali sebagai energi, oleh karena itu asupan lemak berlebih akan lebih mudah menambah berat badan. Kelebihan asupan protein juga dapat diubah menjadi lemak tubuh. Asupan protein yang melebihi kebutuhan tubuh, maka asam amino akan melepaskan ikatan nitrogennya dan diubah melalui serangkaian reaksi menjadi trigliserida. Kelebihan karbohidrat akan disimpan dalam bentuk glikogen dan lemak. Glikogen akan disimpan didalam hati dan otot. Kemudian lemak akan di simpan disekitar perut dan dibawah kulit (Kharismawati, 2010).

4. Faktor- Faktor yang mempengaruhi

Ada beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi obesitas sentral, yaitu sebagai berikut :

a. Umur

Peningkatan umur diikuti dengan terjadinya penurunan metabolisme dan aktivitas fisik. Penurunan massa otot juga terjadi pada perempuan dewasa sekaligus penurunan *Basal Metabolic Rate* (BMR) dan peningkatan lemak tubuh yang dimulai pada umur 30 tahun sehingga terjadi penurunan kebutuhan energi, kebutuhan energi harus diseimbangkan dengan energi yang diperlukan agar tidak terjadi penumpukkan lemak dalam tubuh (Novitasari, dkk 2013).

b. Jenis kelamin

Proporsi lemak pada laki-laki banyak terdapat pada bagian atas tubuh, seperti bagian abdominal atau perut, sedangkan proporsi lemak pada wanita lebih banyak pada bagian bawah tubuh, seperti pada pinggang dan panggul (Pujiati, 2010).

c. Genetik

Obesitas juga dikaitkan dengan faktor genetik atau disebut bersifat familial. Pewarisan berat badan dan pewarisan tinggi badan walaupun tidak mengikuti hukum *Mendel*. Tingkat pewarisan IMT berkisar 40-70%. Afek genetik ini tampaknya berhubungan dengan asupan dan penggunaan energi (Flier and Maratos, 2017)

d. Hormon Seks

Dimorfisme pola lemak tubuh manusia pada pria dan wanita menunjukkan peranan hormon seks dalam akumulasi lemak regional. hormone testosteron berhubungan dengan efek anabolic untuk meningkatkan massa otot skeletal (Tchernof and Despres, 2013). kadar testosteron pada subjek dewasa muda dengan obesitas sentral secara signifikan lebih rendah dibandingkan obesitas non sentral (Kurniawan, 2020). Hormon esterogen juga diketahui menjadi faktor utama dalam regulasi metabolisme adiposit dan deposisi lemak dalam sel adiposit, esterogen memainkan peran penting dalam regulasi dan deposisi baik pada wanita dan pria telah terbukti memberikan pengaruh terhadap jumlah sel adiposit. jaringan adiposit adalah jaringan yang sangat responsif

terhadap rangsangan estrogen. estrogen bisa mempengaruhi sel adiposit secara tidak langsung dengan memodulasi selera makan atau penggunaan energi (Setiawan, 2012).

e. Aktifitas Fisik

Aktivitas fisik juga berhubungan dengan terjadinya obesitas sentral. Aktivitas fisik yang rutin diketahui dapat mendorong penurunan yang cukup besar pada jaringan lemak dalam tubuh seseorang. Hal ini disebabkan aktivitas fisik dapat meningkatkan massa jaringan bebas lemak dan menurunkan massa jaringan lemak (Tchernof, 2013).

f. Makanan

Pemilihan makanan yang tidak tepat dapat meningkatkan resiko terjadinya obesitas abdominal. Pemilihan makanan yang kurang sehat, seperti konsumsi karbohidrat dan lemak berlebihan memiliki resiko lebih besar mengalami obesitas abdominal, ekonomi rendah berhubungan dengan pemilihan makanan yang kurang tepat dimana cenderung mengonsumsi makanan tinggi kalori, tinggi karbohidrat, tinggi lemak, dan rendah protein, sedangkan konsumsi makanan tinggi serat, seperti sayur dan buah dapat menurunkan resiko terjadinya obesitas abdominal (Sharma dkk 2017). Konsumsi tinggi protein dapat menurunkan jumlah lemak abdominal sehingga dapat menurunkan resiko terjadinya obesitas abdominal (Arciero et al., 2013).

g. Konsumsi minuman beralkohol

Mekanisme hubungan antara tingginya asupan minuman beralkohol dengan simpanan lemak perut tidak begitu jelas, kemungkinan karena minuman beralkohol menyediakan sejumlah energi (6-10% asupan energi). Seseorang yang mengkonsumsi alkohol berisiko mengalami obesitas sentral, hubungan antara konsumsi minuman beralkohol dengan obesitas sentral diperkirakan karena kontribusi alkohol terhadap total energi dan pengaruhnya pada metabolisme energi. Etil alkohol (etanol) merupakan zat yang paling banyak dikonsumsi di dunia dan memberikan jumlah energi yang besar untuk kehidupan organisme. (Watson et al., 2013)

h. Status ekonomi

Perubahan pengetahuan, sikap, perilaku hidup, gaya hidup dan pola makan serta faktor peningkatan pendapatan mampu mempengaruhi perubahan dalam pemilihan jenis makanan dan jumlah yang dikonsumsi. Daerah perkotaan ditemukan ibu-ibu berperan ganda sebagai ibu rumah tangga sekaligus sebagai wanita pekerja. Hal ini mengakibatkan perubahan pola dan jenis makanan. Frekuensi makan di luar rumah cenderung meningkat, dan seringkali makanan cepat saji menjadi pilihan utama (Gakidou et al., 2014).

i. Kondisi mental

Masalah yang dapat berdampak tidak langsung terhadap gangguan mental emosional adalah obesitas yang telah mencapai proporsi epidemi secara global, lebih dari 1 miliar orang dewasa kelebihan berat badan, setidaknya 300 juta di antaranya mengalami obesitas secara klinis dan merupakan penyumbang utama terhadap beban global penyakit kronis dan kecacatan. Obesitas adalah masalah yang kompleks dimana banyak faktor berkontribusi dan memberikan berbagai risiko kesehatan, Dalam beberapa tahun terakhir, dunia menjadi semakin sadar akan beban dan potensi yang sangat besar ini untuk kesehatan mental (WHO, 2013).

5. Gejala Obesitas

Secara umum obesitas dapat ditandai dengan gangguan pernafasan yang disebabkan oleh adanya penimbunan lemak di bawah diafragma dan di dalam dinding dada yang dapat menekan paru-paru. Gangguan pernafasan dapat terjadi walaupun melakukan aktivitas ringan dan terjadi pada saat tidur yang menyebabkan terhentinya pernafasan untuk sementara waktu (tidur apneu) sehingga pada siang hari sering mengantuk. Menurut Irwan (2016) obesitas dapat dikenali dengan tanda dan gejala sebagai berikut :

- a. Daggu rangkap
- b. Leher relatif pendek
- c. Dada yang mengembung dengan payudara yang membesar mengandung lemak

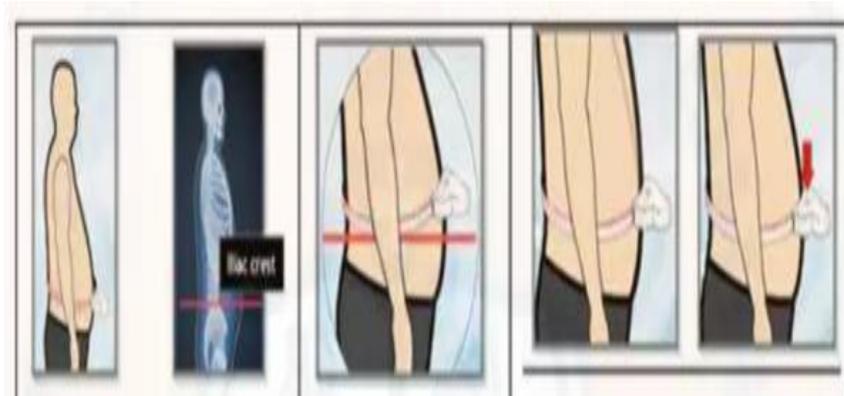
- d. Perut membuncit dan dinding perut berlipat-lipat
- e. Kedua tungkai umumnya berbentuk X dengan kedua pangkal paha bagian dalam saling menempel sehingga menyebabkan laserasi dan ulserasi yang dapat menimbulkan bau tidak sedap.

6. Pengukuran Obesitas sentral

Penilaian obesitas sentral dapat dilakukan dengan mengukur lingkaran pinggang atau rasio lingkaran pinggang-panggul. Menurut WHO pengukuran lingkaran pinggang dilakukan dengan mengukur titik tengah antara bagian atas puncak tulang panggul dengan tulang rusuk terakhir, sedangkan lingkaran pinggul diukur pada lingkaran pinggul terbesar (WHO,2008).

1) Lingkaran Pinggang

Lingkaran pinggang adalah salah satu indikator untuk menentukan jenis obesitas yang diperoleh melalui hasil pengukuran panjang lingkaran yang diukur di antara crista illiaca dan costa XII pada lingkaran terkecil, diukur dengan pita meteran non elastis (ketelitian 1 mm). Ukuran lingkaran pinggang yang besar berhubungan dengan peningkatan faktor risiko terhadap penyakit kardiovaskular karena lingkaran pinggang dapat menggambarkan akumulasi dari lemak intraabdominal atau lemak visceral, pengukuran lingkaran pinggang digunakan untuk memprediksi adanya timbunan lemak pada intraabdominal atau disebut juga dengan obesitas sentral (Coulston et al 2013).



Gambar 1. Pengukuran lingkaran pinggang International Chair on Cardiometabolic Risk 2011

Berikut adalah teknik pengukuran lingkaran pinggang menurut Riskesdas 2013:

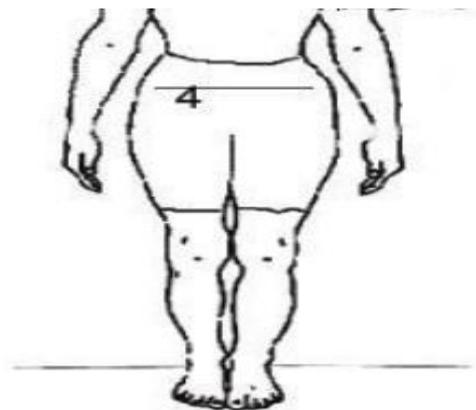
- a. Responden diminta dengan cara yang santun untuk membuka pakaian bagian atas atau menyingkapkan pakaian bagian atas dan raba tulang rusuk terakhir responden untuk menetapkan titik pengukuran.
- b. Tetapkan titik batas tepi tulang rusuk paling bawah.
- c. Tetapkan titik ujung lengkung tulang pangkal paha/panggul.
- d. Tetapkan titik tengah di antara diantara titik tulang rusuk terakhir titik ujung lengkung tulang pangkal paha/panggul dan tandai titik tengah tersebut dengan alat tulis. Minta responden untuk berdiri tegak dan bernafas dengan normal (ekspirasi normal).
- e. Lakukan pengukuran lingkaran perut dimulai/diambil dari titik tengah kemudian secara sejajar horizontal melingkari pinggang dan perut kembali menuju titik tengah diawal

pengukuran.

- f. Apabila responden mempunyai perut yang gendut kebawah, pengukuran mengambil bagian yang paling buncit lalu berakhir pada titik tengah tersebut lagi.
- g. Pita pengukur tidak boleh melipat dan ukur lingkaran pinggang mendekati angka 0,1 cm.

2) Lingkar Panggul

Lingkar panggul juga merupakan salah satu indikator untuk menentukan jenis obesitas yang diperoleh melalui hasil pengukuran panjang lingkaran maksimal dari pantat dan pada bagian atas symphysis ossis pubis. Lingkar panggul yang besar (tanpa menilai IMT dan lingkaran pinggang) memiliki risiko diabetes melitus dan penyakit kardiovaskular yang lebih rendah dibandingkan dengan obesitas *apple shaped* (Oviyanti, 2010).



Gambar 2. Lingkar panggul (Artaria, 2009)

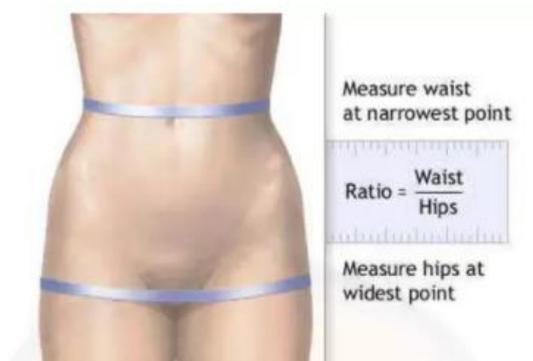
Berikut adalah teknik pengukuran lingkaran pinggang menurut Riskesdas 2013:

- a. Responden diminta berdiri tegap dengan kedua kaki dan berat merata pada setiap kaki.
- b. Palpasi dan tetapkan daerah trochanter mayor pada tulang paha.
- c. Lingkarkan pita ukur tanpa melakukan penekanan.
- d. Posisikan pita ukur pada lingkaran maksimum dari bokong, untuk wanita biasanya di tingkat pangkal paha, sedangkan untuk pria biasanya sekitar 2 - 4 cm bawah pusar.
- e. Ukur lingkaran pinggul mendekati angka 0,1cm

3) Rasio lingkaran pinggang – panggul (RLPP)

Pola penyebaran lemak tubuh tersebut dapat ditentukan oleh rasio lingkaran pinggang dan panggul. Pinggang diukur pada titik yang tersempit, sedangkan panggul diukur pada titik yang terlebar; lalu ukuran pinggang dibagi dengan ukuran panggul (Arora, 2008). Rasio Lingkaran Pinggang (LiPi) dan Lingkaran Panggul (LiPa) merupakan cara sederhana untuk membedakan obesitas bagian bawah tubuh (panggul) dan bagian atas tubuh (pinggang dan perut). Jika rasio antara lingkaran pinggang dan lingkaran panggul untuk perempuan di atas 0.85 dan untuk laki-laki di atas 0.95 maka berkaitan dengan obesitas sentral / *apple shaped obesity* dan memiliki faktor resiko stroke, DM dan penyakit jantung koroner, sebaliknya jika rasio lingkaran pinggang dan lingkaran panggul untuk perempuan dibawah

0,85 dan untuk laki-laki dibawah 0,95 maka disebut obesitas perifer / *pear shaped obesity* (Inandia, 2012).



Gambar 3. Pengukuran lingkaran pinggang dan panggul (Dewar, 2013)

7. Klasifikasi Obesitas Sentral

Menurut WHO (2000) mengenai klasifikasi obesitas sentral pada laki-laki dan perempuan berdasarkan lingkaran perut (cm) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Klasifikasi obesitas sentral, WHO (2000)

Klasifikasi	Internasional	Asia
Laki – laki	≥ 102	≥ 90
Perempuan	≥ 90	≥ 80

Sumber : *World Health Organization* (2000) .

8. Dampak obesitas sentral

Obesitas sentral dapat menyebabkan gangguan kesehatan, seperti diabetes mellitus tipe II, dislipidemia, penyakit kardiovaskular, hipertensi, kanker, sleep apnea, dan sindrom metabolik (Tchernof & Despres, 2013).

Selain itu obesitas sentral dapat menyebabkan resistensi insulin. Peningkatan resistensi insulin terjadi bersamaan dengan peningkatan kadar lemak dalam tubuh. Kematian di dunia akibat obesitas, sebanyak 3,4 juta orang dewasa meninggal setiap tahunnya. Dilaporkan 44% kematian terjadi akibat diabetes, 23% dari penyakit jantung iskemik dan 7–41 % adalah akibat kanker (WHO, 2013).

B. Feritin

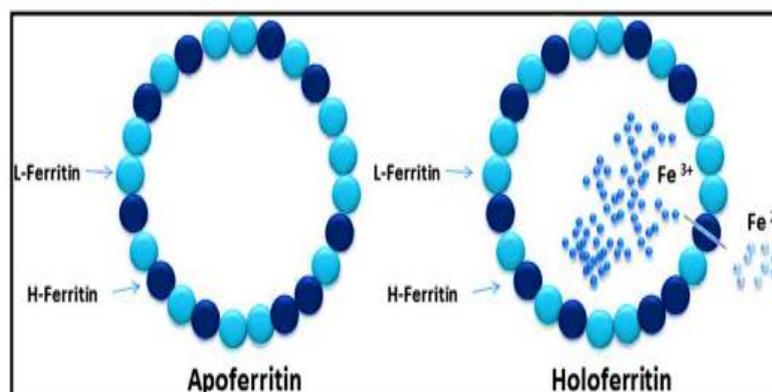
1. Definisi

Serum feritin merupakan petunjuk kadar cadangan besi dalam tubuh, feritin merupakan protein yang terdiri dari 22 molekul apoferitin sementara, bagian intinya terdiri atas kompleks fosfat/besi, dengan 4000–5000 molekul besi tiap intinya. Feritin bersifat larut dalam air dan sejumlah kecil larut dalam pasma. Makin besar jumlah feritin makin besar yang terlarut dalam plasma (Nestel, 2012).

2. Struktur feritin

Molekul feritin terdiri dari lapisan luar protein tiga dimensi dengan diameter 12-13 nm yang membungkus lapisan dalam dengan diameter 7-8 nm. Bagian luar selubung protein feritin melindungi inti dari eric-hydroxy-phosphate dan mampu membawa 4000 atom fe. Sementara di rongga bagian dalam, feritin mampu mensekuestrasi Fe^{+2} sebagai mineral ferrihydrate (Rosario et al., 2013).

Protein feritin merupakan protein dengan massa molekul sekitar 500 kDa yang terdiri dari 24 subunit dengan 2 tipe subunit yaitu subunit H dan subunit L. Gen yang terekspresi pada subunit H berada pada kromosom 11 (11q13) dan subunit L berada pada kromosom 19 (19q13). Gen H dan L pada manusia memiliki struktur yang sama, namun memiliki intron yang berbeda dalam hal ukuran dan sekuens. Messenger Ribonucleic Acid (mRNA) pada gen feritin mengandung 1.1 kb. Subunit H memiliki ukuran sedikit lebih besar (178 asam amino) dibandingkan subunit L (174 asam amino). Kedua subunit feritin H dan L memiliki fungsi berbeda dalam proses mineralisasi besi. Feritin subunit H memiliki daya proteksi yang lebih baik dibandingkan feritin subunit L. Feritin subunit L sebagian besar berada di dalam sel dan berperan dalam penyimpanan besi (Viljoen, 2011).



Gambar 4. Struktur subunit feritin, Rosario et al, 2013

Struktur subunit feritin memiliki 5 heliks dan loop interheliks yang panjang. Loop L dan residu N terminal berada di luar dari subunit 24, sementara residu C terminal berada di dalam. Pada manusia, isoferitin H

ditemukan banyak ditemukan pada sel otot jantung, sel darah merah, limfosit dan monosit, sedangkan isoferitin L ditemukan pada liver, limpa, dan plasenta. Komposisi subunit molekul feritin penting sebagai determinan utama fungsi isoform feritin. Ekspresi feritin dan subunitnya dipengaruhi oleh jumlah besi yang dimetabolisme, adanya stress oksidatif, serta sitokin pro dan anti inflamasi (Rosario et al, 2013).

3. Feritin dan Obesitas Sentral

Feritin digunakan sebagai penanda kekurangan zat besi di berbagai fasilitas kesehatan di seluruh dunia. Inflamasi yang terjadi pada jaringan lemak tubuh obesitas menyebabkan besi terperangkap didalam *reticuloendothelial system*, sehingga kadar besi pada individu obesitas menurun. Feritin selain fungsinya yang dikenal sebagai penyimpan cadangan besi, feritin juga merupakan salah satu protein fase akut yang meningkat pada keadaan inflamasi. Sebagai salah satu protein fase akut, meningkatnya kadar feritin serum dimodulasi oleh sitokin pro-inflamasi. (Viljoen et al., 2011)

Kadar feritin cenderung lebih tinggi pada orang dengan berat badan berlebih dan obesitas, dikarenakan inflamasi kronis subklinis. Feritin berkorelasi positif dengan petanda inflamasi, CRP dan *body mass index* (BMI). Oleh karena itu, ferritin lebih cenderung menjadi petanda inflamasi dibandingkan menjadi petanda status besi pada individu obesitas (Khan A et all., 2016).

C. Zat Besi (FE)

1. Definisi

Zat besi merupakan mineral yang diperlukan untuk membentuk hemoglobin atau sel darah merah. Zat besi juga berperan dalam pembentukan mioglobin (protein yang membawa oksigen ke otot), kolagen (protein yang terdapat pada tulang, tulang rawan, dan jaringan penyambung), serta enzim. Zat besi juga dapat digunakan untuk sistem pertahanan tubuh (Kemenkes, 2015).

Zat besi memiliki sifat yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh, sehingga kita harus mencukupi kebutuhan zat besi dari makanan. Zat besi merupakan unsur yang sangat penting untuk membentuk hemoglobin (Hb). Dalam tubuh, zat besi mempunyai fungsi yang berhubungan dengan pengangkutan, penyimpanan dan pemanfaatan oksigen dan berada dalam bentuk hemoglobin, mioglobin atau cytochrom. Untuk memenuhi kebutuhan guna pembentukan hemoglobin, sebagian besar zat besi yang berasal dari pemecahan sel darah merah akan dimanfaatkan kembali, kekurangannya harus dipenuhi dan diperoleh melalui makanan. Taraf gizi besi bagi seseorang sangat dipengaruhi oleh jumlah konsumsinya melalui makanan, bagian yang diserap melalui saluran pencernaan, cadangan zat besi dalam jaringan eksresi dan kebutuhan tubuh (Wijatmadi, 2012).

2. Sumber zat besi

Sumber zat besi dalam bahan makanan berikatan dengan protein (heme) dan sebagai senyawa besi organik yang kompleks (non-heme).

Heme berasal dari bahan makanan hewani seperti daging, ikan, hati, telur, dan susu sedangkan non heme berasal dari bahan makanan tumbuh-tumbuhan seperti kacang-kacangan, sayuran daun hijau, buah-buahan, dan sereal (Fauda et al., 2019).

Sumber zat besi (Fe) yaitu produk hewani dan sayuran hijau dengan kebutuhan 15 mg/hari yang berfungsi untuk produksi dan juga fungsi sel darah merah. Sumber baik zat besi adalah makanan hewani seperti daging, ayam dan ikan, sumber zat besi lainnya seperti telur, sereal kacang-kacangan sayuran hijau dan buah (Almatsier, 2011). Pemenuhan zat besi dapat juga diperoleh melalui suplemen tablet besi (Ramayulis dkk 2016).

Zat besi dapat diperoleh dari dua sumber yaitu hewani dan nabati. Beberapa sumber zat besi nabati dan hewani disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 3. Sumber zat besi nabati dan hewani.

Sumber Zat Besi Nabati	Nilai Fe(mg/100g)	Sumber Zat Besi Hewani	Nilai Fe(mg/100g)
Bayam	3.9	Udang	8
Sawi	2.9	Hati sapi	6.6
Daun singkong	2	Daging	2.8
Kacang kedelai	8	Telur bebek	2.8
Kacang hijau	6.7	Telur ayam	2.7
Kacang merah	5	Ikan	2
Kacang tunggak	6.7	Ayam	2.5

Sumber : Marmi, Gizi dalam Kesehatan Reproduksi, 2013.

3. Fungsi zat besi

Zat Besi mempunyai beberapa fungsi esensial di dalam tubuh yaitu sebagai alat angkut oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, sebagai alat angkut elektron di dalam sel, dan sebagai bagian terpadu berbagai reaksi enzim di dalam jaringan tubuh (Susiloningtyas, 2012).

Menurut Almatsier (2010), besi berperan sebagai respirasi sel, yaitu sebagai kofaktor bagi enzim-enzim yang terlibat dalam reaksi oksidasi-reduksi. Fungsi besi lainnya, yaitu :

- a. Metabolisme Energi
- b. Kemampuan Belajar
- c. Sistem Kekebalan
- d. Pelarut Obat-obatan

Zat besi (Fe) sangat dibutuhkan oleh tenaga kerja untuk menunjang aktifitas kerjanya. Di dalam tubuh berperan sebagai alat angkut oksigen dari paru-paru ke jaringan, sebagai alat angkut elektron pada metabolisme energi, sebagai bagian dari enzim pembentuk kekebalan tubuh dan sebagai pelarut obat-obatan. Manfaat lain dalam mengkonsumsi makanan sumber zat besi adalah terpenuhinya kecukupan vitamin A, karena makanan sumber zat besi biasanya merupakan vitamin A (Waryana, 2010).

4. Metabolisme zat besi

Besi yang ada dalam tubuh yang berasal dari tiga sumber, yaitu besi yang diperoleh dari perusakan sel-sel darah merah (hemolisis), besi yang

diambil dari penyimpanan dalam tubuh dan besi yang diserap dari saluran pencernaan. Dari ketiga sumber tersebut pada manusia yang normal kira-kira 20 – 25 mg besi per hari berasal dari hemolysis dan sekitar 1 mg berasal dalam jumlah terbatas, dan dalam keadaan normal, diperkirakan seorang dewasa menyerap dan mengeluarkan besi dalam jumlah terbatas, sekitar 0,5 -2,2 mg per hari. Sebagian penyerapan terjadi di dalam duosenum, tetapi dalam jumlah terbatas pada jejunum dan ileum (Wijatmadi, 2012).

Proses penyerapan zat besi menurut Adriani dan Wijatmadi (2012), meliputi tahap-tahap utama sebagai berikut:

- a. Besi yang terdapat dalam bahan pangan, baik dalam bentuk ferri (Fe^{+++}) dan Ferro (Fe^{++}) mula-mula mengalami proses pencernaan
- b. Di dalam usus, Fe^{+++} larut dalam asam lambung kemudian diikat oleh gastroferin dan direduksi menjadi Fe^{++}
- c. Di dalam usus, Fe^{++} dioksidasi menjadi Fe^{+++} , Fe^{++} selanjutnya berikatan dengan apoferritin yang kemudian ditransformasi menjadi ferritin, membebaskan Fe^{++} ke dalam plasma darah
- d. Di dalam plasma Fe^{++} dioksidasi Fe^{+++} , dan berikatan dengan transferrin
- e. Tranferin mengangkut Fe^{++} ke dalam sumsum tulang untuk bergabung membentuk hemoglobin.

D. Total Iron Binding Capacity (TIBC)

Total Iron Binding Capacity (TIBC) atau daya ikat besi total merupakan gambaran kapasitas daya ikat transferin dalam mengikat besi serum. Kapasitas pengikatan zat besi total (TIBC), tes penting yang digunakan untuk diagnosis anemia defisiensi besi dan gangguan metabolisme zat besi lainnya, atau anemia inflamasi kronis. Dalam Studi pengikatan zat besi penting untuk diagnosis kekurangan zat besi dan kondisi kelebihan zat besi. Dalam kondisi kekurangan zat besi, kandungan transferin relatif dibandingkan dengan kandungan zat besi meningkat, dan dengan demikian nilai TIBC tinggi. Hal sebaliknya terjadi pada kondisi tubuh yang kelebihan zat besi, jumlah transferin bebas dalam darah menurun, dan akibatnya nilai TIBC rendah. Kapasitas pengikatan zat besi juga menurun pada penyakit hati, seperti sirosis karena transferin disintesis oleh hati. Kadar TIBC mungkin rendah pada anemia multifactorial kasus seperti itu, informasi tambahan mengenai komponen kekurangan zat besi dapat diperoleh melalui penghitungan zat besi atau saturasi transferin (Faruqi et al 2020).

Pemeriksaan laboratorium untuk menentukan status besi sebagai berikut :

Konsentrasi besi serum (Fe serum) menggambarkan jumlah besi yang terikat pada transferrin dan beredar dalam sirkulasi. *total kapasitas pengikatan zat besi* (TIBC) adalah zat besi yang berhubungan dengan transferin plasma (protein) yang bertanggung jawab terhadap transportasi

zat besi ke sumsum tulang untuk sintesa hemoglobin. *kapasitas pengikatan zat besi* (TIBC) bisa dikatakan perhitungan secara tidak langsung terhadap transferin yang bersirkulasi. Transferin adalah protein yang terbentuk didalam hati yang berfungsi sebagai pembawa besi ke sumsum tulang untuk sintesis hemoglobin atau digunakan oleh sel tubuh (Pagana, 2010)

E. Saturasi transferin

Saturasi transferin adalah jumlah besi yang ada di plasma atau serum, kadar besi dalam serum digunakan untuk menghitung persen saturasi. Saturasi transferin diketahui dengan kadar serum iron terhadap kapasitas daya ikat besi total (TIBC) dalam persen kejenuhan. Pengukuran status besi ini menunjukkan kadar transferin yang terikat dengan besi. Pada kondisi defisiensi besi absolut maupun defisiensi fungsional, Kadar saturasi transferin dapat mencapai < 20%. Saturasi transferin > 45% dapat terjadi pada penyakit hemokromatosis, transfusi berulang dan keracunan besi. Peningkatan saturasi transferin dapat terjadi pada kondisi post pemberian zat besi intravena sedangkan penurunan saturasi transferin akan terjadi ada kondisi infeksi atau kanker (Suega K, 2015).

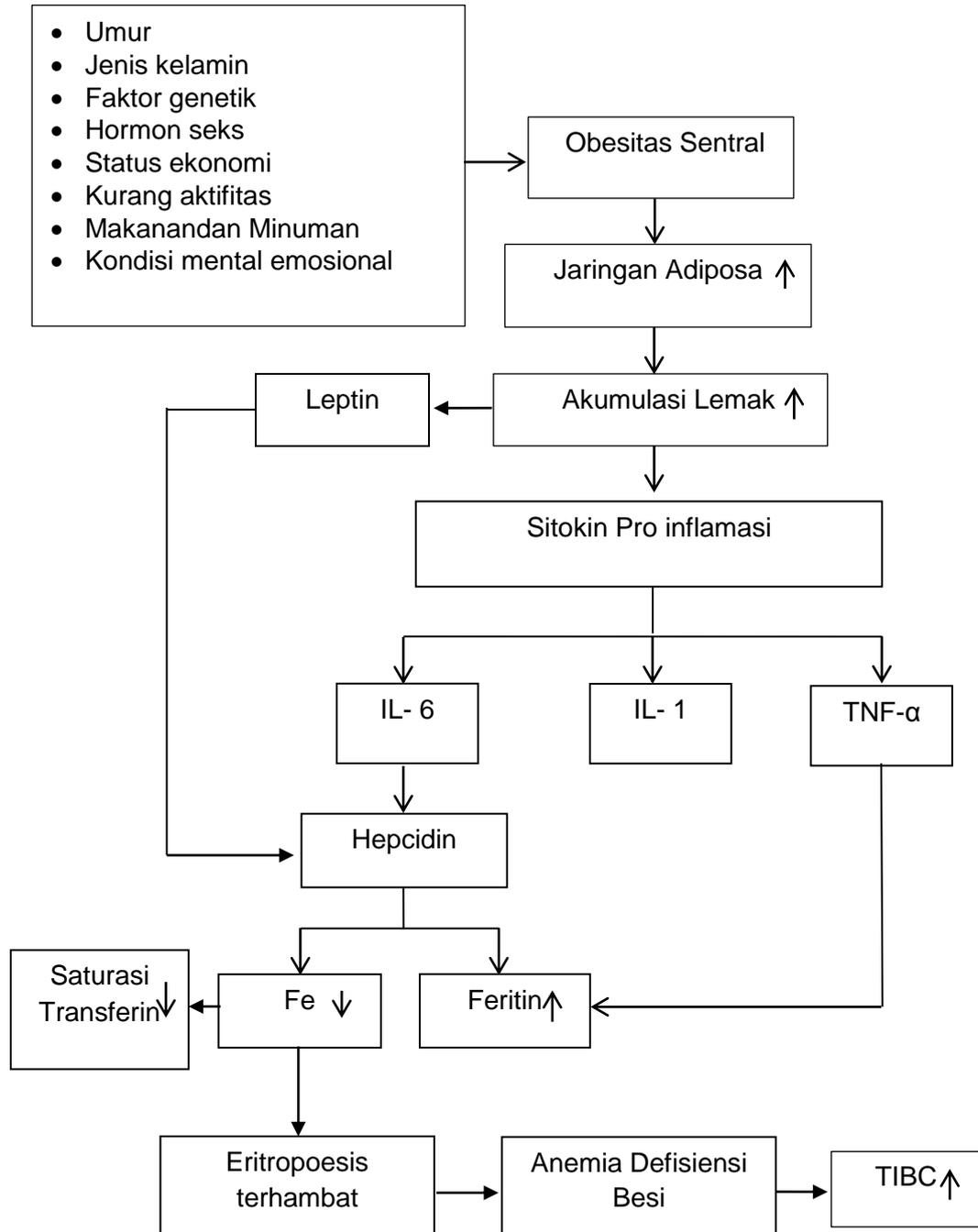
F. Hubungan Obesitas dengan Feritin, TIBC, Fe Serum dan Saturasi Transferin.

Pada tubuh obesitas terjadi inflamasi subklinis. Proses inflamasi yang terjadi pada jaringan lemak orang obesitas menghasilkan sitokin yang selanjutnya memodulasi produksi protein fase akut, salah satunya adalah feritin. Kadar feritin serum lebih tinggi digunakan sebagai petanda inflamasi, bukan sebagai petanda defisiensi besi atau anemia defisiensi besi pada orang obesitas dan *overweight*. Feritin suatu petanda inflamasi yang dikaitkan dengan obesitas pada beberapa penelitian dan dikatakan bahwa feritin merupakan petanda inflamasi dari pada petanda status besi pada obesitas atau kelebihan berat badan (Wijayanti, 2019)

Obesitas juga berkaitan dengan anemia karena penimbunan lemak dan inflamasi kronis di jaringan adiposa dapat menurunkan penyerapan zat besi, konsentrasinya menurun pada awal perkembangan defisiensi zat besi. Konsentrasi ferritin serum yang rendah merupakan indikator sensitif defisiensi zat besi. Obesitas berhubungan dengan perubahan inflamasi, dimana meningkatkan penyimpanan zat besi di jaringan dan mengakibatkan serum fe di sirkulasi darah berkurang berakibat zat besi untuk proses hematopoesis berkurang. Besi merupakan mineral makro yang paling banyak terdapat di dalam tubuh manusia dan hewan, yaitu sebanyak 3-5 gram di dalam tubuh manusia dewasa. Pada anemia defisiensi Fe terjadi hal berikut : Bila cadangan besi menurun, keadaan ini disebut keseimbangan zat besi yang negatif, yaitu tahap deplesi besi

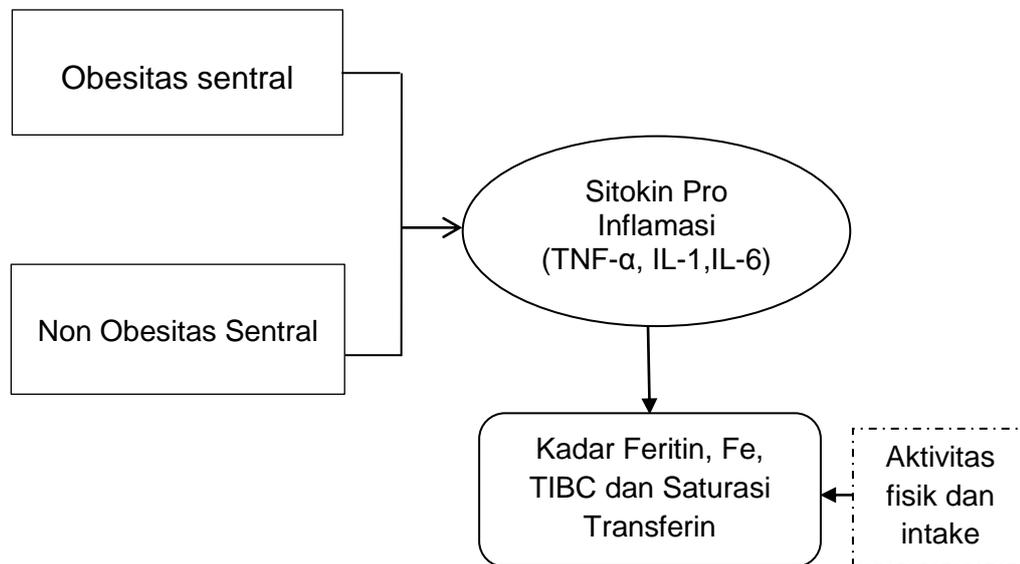
(iron depleted state). Apabila kekurangan besi berlanjut maka, penyediaan besi untuk eritropoesis berkurang sehingga menimbulkan gangguan pada bentuk eritrosit, menyebabkan kapasitas ikat besi total meningkat, serta peningkatan reseptor transferin dalam serum. Apabila penurunan jumlah besi terus terjadi maka eritropoesis semakin terganggu sehingga kadar hemoglobin mulai menurun, akibatnya timbul anemia mikrositik hipokrom, disebut sebagai anemia defisiensi besi (Bakta, 2006)

G. Kerangka Teori



Gambar 5. Kerangka teori

H. Kerangka konsep



Keterangan Variabel :



: Variabel bebas



: Variabel antara



: Variabel terikat



: Variabel perancu

Gambar 6. Kerangka Konsep