

**HUBUNGAN KONSUMSI MAKRONUTRIEN DENGAN KADAR GULA
DARAH PUASA PADA PENDERITA OBESITAS TAHUN 2022**



Skripsi
Diajukan ke Fakultas Kedokteran Universitas Andalas sebagai
Pemenuhan Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Kedokteran

Oleh:

AININDIA KHAIRUNNISA
NIM : 2010311019



Pembimbing:

- 1. Dr. Almurdi, DMM, M.Kes**
- 2. Prof. dr. Nur Indrawati Lipoeto, M.Sc, Ph.D, Sp.GK(K)**

FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2023

**HUBUNGAN KONSUMSI MAKRONUTRIEN DENGAN KADAR GULA
DARAH PUASA PADA PENDERITA OBESITAS TAHUN 2022**



Skripsi
Diajukan ke Fakultas Kedokteran Universitas Andalas sebagai
Pemenuhan Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Kedokteran

Oleh:

AININDIA KHAIRUNNISA
NIM : 2010311019

FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2023

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

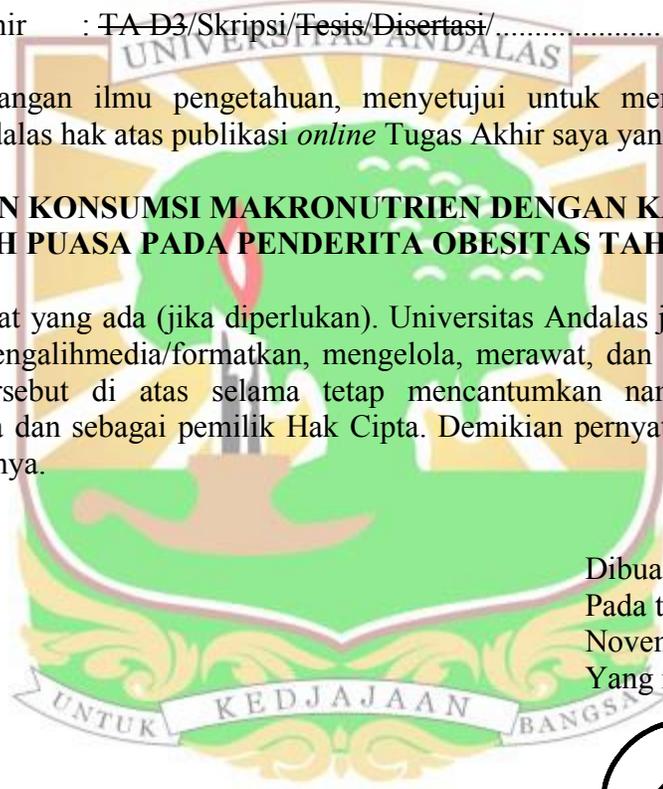
Saya mahasiswa/dosen/tenaga kependidikan* Universitas Andalas yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama lengkap : Ainindia Khairunnisa
No. BP/NIM/NIDN : 2010311019
Program Studi : Profesi Dokter
Fakultas : Kedokteran
Jenis Tugas Akhir : ~~TA-D3~~/Skripsi/Tesis/Disertasi/.....**

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Andalas hak atas publikasi *online* Tugas Akhir saya yang berjudul:

**HUBUNGAN KONSUMSI MAKRONUTRIEN DENGAN KADAR GULA
DARAH PUASA PADA PENDERITA OBESITAS TAHUN 2022**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Universitas Andalas juga berhak untuk menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola, merawat, dan mempublikasikan karya saya tersebut di atas selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Dibuat di Padang,
Pada tanggal 16
November 2023
Yang menyatakan,

(Ainindia Khairunnisa)

* pilih sesuai kondisi

** termasuk laporan penelitian, laporan pengabdian masyarakat, laporan magang, dll

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri,
dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar dan bukan merupakan plagiat

Nama : Ainindia Khairunnisa

NIM : 2010311019



Tanda Tangan

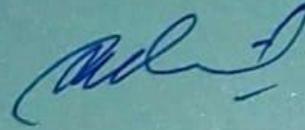
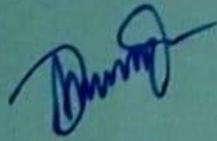
Tanggal : 16 November 2023

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi ini telah disetujui oleh:

Pembimbing I

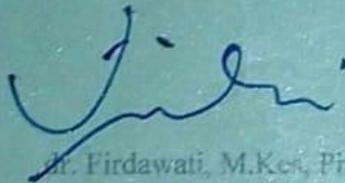
Pembimbing II



Dr. Almurdi, DMM, M.Kes
NIP. 196208231988111001

Prof. dr. Nur Indrawati Lipoeto, M.Sc, Ph.D. Sp.GK(K)
NIP. 196305071990012001

Disahkan oleh:
Ketua Program Studi Kedokteran



H. Firdawati, M.Kes, Ph.D
NIP. 197207031999032002

Diketahui oleh:
Wakil Dekan Bidang Akademik
dan Kemahasiswaan
Fakultas Kedokteran Universitas
Andalas



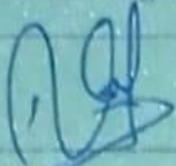
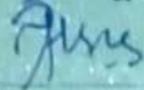
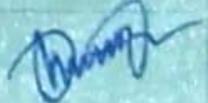
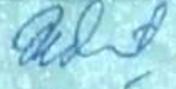
Dr. dr. Efrida, Sp.PK (K), M.Kes
NIP. 197010021999032002

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini telah diuji dan dinilai oleh Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Andalas

Padang, 16 November 2023

Tim Penguji :

Nama	Jabatan	Tanda Tangan
dr. Ulya Utu Fasmir, M.Biomed	Ketua Penguji	
Dr. dr. Yuniar Lestari, MKes, FISPH, FISCMM, Sp.KKLP	Sekretaris	
Dr. dr. Citra Manela, Sp.FM	Anggota 1	
Dr. Almurdi, DMM, M.Kes	Anggota 2	
Prof. dr. Nur Indrawati Lipoeto, M.Sc, Ph.D, Sp.GK(K)	Anggota 3	

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbi'l'alamin, puji syukur kehadiran Allah S.W.T dan selawat beserta salam untuk Nabi Muhammad S.A.W, berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Hubungan Konsumsi Makronutrien dengan Kadar Gula Darah Puasa Pada Penderita Obesitas tahun 2022” yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.

Penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan berkat dorongan maupun bimbingan berbagai pihak. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. dr. Afriwardi, S.H, Sp.KO, MA selaku Dekan beserta Wakil Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.
2. Dr. Almurdi, DMM, M.Kes dan Prof. dr. Nur Indrawati Lipoeto, MSc, PhD, Sp. GK(K) selaku dosen pembimbing skripsi yang bersedia meluangkan waktu dan memberikan bimbingan, saran, dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
3. dr. Muhammad Syauqie, SpM(K) selaku pembimbing akademik yang selalu memberikan semangat kepada penulis untuk selalu memperbaiki diri ke arah yang lebih baik.
4. dr. Ulya Uti Fasnini, M.Biomed, Dr. dr. Yuniar Lestari, MKes, FISPH, FISCM, Sp.KKLP, dan Dr. dr. Citra Manela, Sp.FM sebagai dosen penguji yang telah bersedia memberikan saran dan masukan agar terciptanya skripsi yang lebih baik.
5. Seluruh dosen pengajar di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis.
6. Orang tua saya Leon Martha dan Yetsi yang memberikan dukungan doa, moral dan materil untuk kesuksesan penulis.
7. Saudara saya Annisa Muhaimi dan Adam Syafiullah yang membantu selama penulisan skripsi penulis.

Penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi institusi pendidikan, dunia pendidikan, instansi terkait dan masyarakat luas. Semoga Allah S.W.T senantiasa mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada semua pihak yang telah banyak membantu. Akhir kata, segala saran dan masukan akan penulis terima demi kesempurnaan skripsi ini.

Padang, 16 November 2023

Penulis

ABSTRACT

RELATIONSHIP OF MACRONUTRIENTS CONSUMPTION WITH FASTING BLOOD SUGAR LEVELS IN OBESITY PATIENTS IN 2022

By

**Ainindia Khairunnisa, Almurdi, Nur Indrawati Lipoeto, Ulya Utı Fasnıni,
Yuniar Lestari, Citra Manela**

In order to maintain human body's nutrient, human body needs macronutrients such as carbohydrate, protein and fat. If the macronutrients are consumed in excessive portion, the chance to get obesity. Excessive consumption of carbohydrate, protein and fat could indirectly caused insulin resistance, which caused hyperglycemia. Hyperglycemia can lead to a degenerative diseases such as diabetes mellitus. The purpose of this research is to determine the relationship between macronutrient consumption and fasting blood sugar in obese patients.

This analytical research with a cross sectional approach to secondary data. The research sample consisted of 40 people. Macronutrien consumption was measured using the nutrisurvey application. GDP levels are measured using venous blood sampling. The data was analyzed by univariate and bivariate data analysis with the Spearman correlation test. The correlation declared significant if $p \leq 0.05$.

The results showed that there was no significant statistically relationship between carbohydrate, protein and fat consumption at GDP levels with p-values are 0,645, 0,776, 0,876, which is $p > 0,05$.

The conclusion of this research is there is no significant statistically relationship between macronutrient consumption and fasting blood glucose levels in obesity patients. This is due to other factors such as age, gender, heredity, physical activity, by increasing the food recall days and increasing the number of samples, it is hoped that the results of a person's food consumption will be able to provide a significant picture of the relationship between macronutrient consumption and a person's fasting blood sugar levels.

Keywords : Carbohydrates, Protein, Fat, Obesity, Hyperglycemia, Fasting Blood Glucose

ABSTRAK

HUBUNGAN KONSUMSI MAKRONUTRIEN DENGAN KADAR GULA DARAH PUASA PADA PENDERITA OBESITAS TAHUN 2022

Oleh

**Ainindia Khairunnisa, Almurdi, Nur Indrawati Lipoeto, Ulya Utı Fasrini,
Yuniar Lestari, Citra Manela**

Manusia membutuhkan zat gizi seperti karbohidrat, protein, lemak, untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Namun apabila dikonsumsi secara berlebihan dapat menyebabkan obesitas yang mana merupakan masalah di seluruh dunia. Konsumsi karbohidrat, protein, lemak yang berlebih secara tidak langsung dapat mengakibatkan resistensi insulin sehingga terjadinya hiperglikemia yang dapat memicu penyakit degeneratif seperti diabetes militus. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara konsumsi makronutrien dengan gula darah puasa pada penderita obesitas.

Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan pendekatan cross sectional pada data sekunder. Sampel penelitian berjumlah 40 orang. Konsumsi makronutrien diukur dengan menggunakan aplikasi *nutrisurvey*. Kadar GDP diukur menggunakan pengambilan darah vena. Analisis data menggunakan analisis data univariat dan bivariat dengan uji korelasi spearman. Korelasi dinyatakan bermakna jika $p < 0,05$.

Hasil analisis bivariat didapatkan tidak terdapat hubungan yang bermakna antara konsumsi karbohidrat, protein, dan lemak terhadap kadar GDP dengan nilai p-value masing-masing 0,645, 0,776, 0,876, yang mana $p > 0,05$.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah tidak terdapat hubungan yang bermakna antara konsumsi makronutrien dengan kadar glukosa darah puasa pada penderita obesitas. Hal ini disebabkan karena faktor lain seperti usia, jenis kelamin, keturunan, aktifitas fisik, dengan menambah hari recall makanannya, dan jumlah sampel diperbanyak, diharapkan hasil dari konsumsi makanan seseorang mampu memberikan gambaran yang signifikan antara hubungan konsumsi makronutrien dengan kadar gula darah puasa seseorang.

Kata Kunci : Karbohidrat, Protein, Lemak, Obesitas, Hiperglikemia, Glukosa Darah Puasa

DAFTAR ISI

SAMPUL	DEPAN
.....	Erro
r! Bookmark not defined.	
SAMPUL DALAM	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Tujuan Umum.....	4
1.3.2 Tujuan Khusus.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti.....	4
1.4.2 Manfaat Bagi Ilmu Pengetahuan.....	4
1.4.3 Manfaat Bagi Peneliti Lain.....	4
1.4.4 Manfaat Bagi Masyarakat.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Obesitas	5
2.1.1 Definisi Obesitas.....	5
2.1.2 Pengukuran Antropometri.....	5
2.1.3 Epidemiologi Obesitas.....	7
2.1.4 Faktor Risiko Obesitas.....	8
2.1.5 Patogenesis Obesitas.....	11
2.1.6 Komplikasi Obesitas.....	13

2.2 Glukosa Darah Puasa.....	15
2.2.1 Definisi Glukosa Darah Puasa.....	15
2.2.2 Metode Pemeriksaan Glukosa Darah Puasa.....	17
2.2.3 Kadar Glukosa Darah Puasa Naik.....	18
2.3 Konsumsi Makronutrien.....	20
2.3.1 Karbohidrat.....	20
2.3.2 Protein.....	26
2.3.3 Lemak.....	31
2.4 Metode Pengukuran Makronutrien.....	35
2.4.1 <i>Food Recall</i>	35
2.4.2 FFQ.....	37
2.5 Hubungan Asupan Makronutrien terhadap Kadar Gula Darah.....	38
2.6 Kerangka Teori.....	40
BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN.....	41
3.1 Kerangka Konsep.....	41
3.2 Hipotesis Penelitian.....	41
BAB 4 METODE PENELITIAN.....	42
4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian.....	42
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	42
4.2.1 Lokasi Penelitian.....	42
4.2.2 Waktu Penelitian.....	42
4.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	42
4.3.1 Populasi Penelitian.....	42
4.3.2 Sampel Penelitian.....	42
4.3.3 Besar Sampel.....	43
4.3.4 Teknik Pengambilan Sampel.....	43
4.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	43
4.4.1 Variabel Penelitian.....	43
4.4.2 Definisi Operasional.....	44
4.5 Instrumen Penelitian.....	45
4.6 Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data.....	45
4.7 Pengolahan Data dan Analisis Data.....	45
4.7.1 Pengolahan Data.....	45
4.7.2 Analisis Data.....	46

4.8 Alur Penelitian.....	47
4.9 Etika Penelitian.....	47
BAB 5 HASIL PENELITIAN	48
5.1 Karakteristik Umum Subjek Penelitian pada Penderita Obesitas.....	48
5.2 Rata-Rata Konsumsi Makronutrien pada Penderita Obesitas	49
5.3 Kadar Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas Tahun 2022.....	50
5.4 Hubungan Konsumsi Makronutrien dengan Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas	50
BAB 6 PEMBAHASAN	52
6.1 Karakteristik Umum Subjek Penelitian pada Penderita Obesitas.....	52
6.2 Rata-Rata Konsumsi Makronutrien pada Penderita Obesitas	53
6.3 Kadar Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas	56
6.4 Hubungan Konsumsi Makronutrien dengan Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas	56
6.5 Keterbatasan Penelitian	57
BAB 7 PENUTUP	59
7.1 Kesimpulan.....	59
7.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN.....	65
Lampiran 1. Rancangan Jadwal Kegiatan	Err
or! Bookmark not defined.	
Lampiran 2. Rancangan Dana Penelitian	Err
or! Bookmark not defined.	
Lampiran 3. Surat Izin Penelitian.....	65
Lampiran 4. Etik Penelitian.....	66
Lampiran 5. Hasil Turnitin.....	67
Lampiran 6. <i>Form Food Recall</i>	68
Lampiran 7. Prosedur Pengambilan Data.....	69

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Klasifikasi Obesitas Menurut WHO dan Asia Pasific Guidelines	21
Tabel 5.1 Karakteristik Umum Subjek Penelitian pada Penderita Obesitas	66
Tabel 5.2 Rata-Rata Konsumsi Makronutrien pada Penderita Obesitas	67
Tabel 5.3 Persentase Asupan Karbohidrat, Protein, dan Lemak terhadap Total Energi	67
Tabel 5.4 Rata-Rata Konsumsi Makronutrien Terhadap Kadar Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas	68
Tabel 5.5 Nilai Kadar Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas Tahun 2022	68
Tabel 5.6 Hubungan Konsumsi Makronutrien dengan Kadar Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas	69



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pengukuran Lingkar Perut	22
Gambar 2.2 Patogenesis Obesitas	27
Gambar 2.3 Patogenesis Hiperglikemia	34
Gambar 2.4 Kerangka Teori	58
Gambar 3.1 Kerangka Konseptual Penelitian	59
Gambar 4.1 Alur Penelitian	65



DAFTAR SINGKATAN

AgRP	: <i>Agouti-Related Peptide</i>
AKG	: Angka Kecukupan Gizi
BMI	: <i>Body Mass Index</i>
CART	: <i>Cocaine and Amphetamine-Regulated Transcript</i>
DM	: Diabetes Melitus
HbA1C	: Hemoglobin A1c
HDL	: <i>High Density Lipoprotein</i>
IDF	: <i>International Diabetes Federation</i>
IMT	: Indeks Massa Tubuh
LEP	: <i>Leptin</i>
NPY	: <i>Neuropeptide Y</i>
POMC	: <i>Pro-opiomelanocortin</i>
RAAS	: <i>Renin-Angiotensin Aldosterone</i>
Riskesdas	: Riset Kesehatan Dasar
SDM	: Sumber Daya Manusia
SDMK	: Sumber Daya Manusia Kesehatan
TNF-alfa	: <i>Tumor Necrosis Factor Alpha</i>
VLDL	: <i>Very Low Density Lipoprotein</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Obesitas merupakan penyakit multifaktorial yang terjadi akibat penumpukan jaringan adiposa yang berlebihan sehingga mengganggu kesehatan. Obesitas terjadi ketika ukuran dan jumlah sel lemak dalam tubuh seseorang meningkat. Ketika seseorang bertambah berat badan, sel-sel lemak bertambah besar dan kemudian bertambah jumlahnya.¹ Selama 25 tahun terakhir, obesitas dan dampaknya semakin banyak dibicarakan di berbagai pertemuan ilmiah dan program kesehatan masyarakat di dunia.² Obesitas adalah penyakit yang memengaruhi sebagian besar sistem tubuh seperti jantung, hati, ginjal, persendian, dan sistem reproduksi. Hal ini mengarah ke berbagai penyakit tidak menular (PTM), seperti diabetes tipe 2, penyakit kardiovaskular, hipertensi dan stroke, serta masalah kesehatan mental.³ Epidemi obesitas dengan cepat menjadi tantangan terbesar kesehatan masyarakat global, yang menjadi peringkat tiga besar penyebab gangguan kesehatan kronis.⁴

Obesitas merupakan masalah di seluruh dunia dan prevalensinya meningkat pesat baik di negara maju maupun negara berkembang. Peningkatan jumlah penderita obesitas di seluruh dunia berdampak besar pada masalah kesehatan dan penurunan kualitas hidup.⁵ Menurut data WHO pada tahun 2022, lebih dari 1 miliar orang di seluruh dunia mengalami obesitas, termasuk 650 juta orang dewasa, 340 juta remaja, dan 39 juta anak-anak. Jumlah ini masih terus bertambah. WHO memperkirakan pada tahun 2025 terdapat penambahan sekitar 167 juta orang (dewasa dan anak-anak) akan kelebihan berat badan atau obesitas dan tidak sehat.³

Hasil survei Riskesdas Kemenkes tahun 2018 menunjukkan prevalensi status gizi menurut klasifikasi IMT pada penduduk dewasa Sumbar (usia > 18 tahun) sebesar 20,4%, dibandingkan dengan rata-rata nasional sebesar 21,8%.⁶ Padang termasuk dalam 5 besar prevalensi obesitas sentral pada orang berusia ≥ 18 tahun, dengan total 24,4%. Perbandingan status gizi pria dan wanita usia 18 tahun ke atas di Kota Padang adalah 2:3. Berdasarkan perbandingan tempat tinggal perkotaan dan pedesaan rasionya adalah 2:1 dan untuk laki-laki dan perempuan adalah 5:6.⁷

Ada banyak faktor risiko obesitas. Faktor genetik dan lingkungan merupakan faktor yang saling berkaitan. Selain faktor genetik dan lingkungan, pola makan dan

aktivitas fisik juga memengaruhi perkembangan obesitas. Makanan yang meningkatkan risiko obesitas adalah makanan dengan terlalu banyak gula dan *junk food*. Makanan tinggi gula dapat mengubah fungsi hormon dan biokimia dalam tubuh, yang dapat memicu kenaikan berat badan. Terlalu banyak asupan makanan dikombinasikan dengan kebiasaan olahraga yang kurang dapat menyebabkan obesitas.⁸

Menurut data analisis survei konsumsi pangan pribadi Riskesdas (SKMI, 2014), 40,7% masyarakat Indonesia mengonsumsi makanan tinggi lemak, 53,1% mengonsumsi makanan manis, 93,5% mengonsumsi sedikit sayur dan buah, serta 26,1% kurang berolahraga. Asupan sayuran dan produknya hanya 57,1 gram per orang per hari (disarankan 200-300 gram per orang per hari), asupan buah dan produknya hanya 33,5 gram per orang per hari (disarankan 150-250 gram pisang per orang per hari). Angka ini masih rendah dan belum cukup untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan vitamin, mineral, dan serat.⁹

Makronutrien yang dikonsumsi akan menghasilkan energi dalam tubuh melalui proses metabolisme anabolik dan katabolik.¹⁰ Sebagian nutrisi yang diserap oleh tubuh akan disimpan di otot, hati serta jaringan lemak sebagai cadangan makanan yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan glukosa otak pada saat keadaan berpuasa. Pada keadaan puasa, hal ini berpengaruh pada konsentrasi glukosa darah pada individu normal, dengan kisaran normalnya adalah 70-110 mg/dL.¹¹

Manusia membutuhkan zat gizi seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Protein yang berlebih akan dirubah menjadi glukosa melalui gluconeogenesis. Adiponektin yang dihasilkan oleh jaringan lemak berperan dalam regulasi dari metabolisme glukosa dan resistensi insulin. Konsumsi karbohidrat yang berlebih peningkatan gula di dalam darah berakibat pemecahan gula menjadi asam piruvat. Dalam siklus krebs akan mensintesis asetil ko- menjadi asam lemak bebas sehingga terjadi peningkatan asam lemak bebas yang berdampak terjadinya resistensi insulin.¹²

Perubahan gaya hidup masyarakat dan pola konsumsi makanan berdampak pada peningkatan penyakit degeneratif seperti diabetes melitus (DM).¹³ Diabetes melitus adalah sekelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang ditandai dengan gangguan sekresi insulin, gangguan kerja insulin, atau

keduanya.¹ Hiperglikemia kronis pada penderita diabetes bekerja secara sinergis dengan gangguan metabolisme lain hingga menimbulkan kerusakan pada berbagai sistem organ. Hal ini mengarah pada perkembangan komplikasi mikrovaskular (retinopati, nefropati, dan neuropati) dan komplikasi makrovaskular, yang mengakibatkan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular 2 hingga 4 kali lipat.¹⁴

International Diabetes Federation (IDF) memperkirakan pada tahun 2019, setidaknya 463 juta orang berusia 20-79 tahun menderita diabetes di seluruh dunia.¹⁵ Prevalensi diabetes di Indonesia terus meningkat, dari 5,7% (2007) menjadi 6,9% (2013).¹⁶ Pada tahun 2021, Indonesia menempati peringkat kelima prevalensi diabetes di dunia, kedua setelah China, India, Pakistan, dan Amerika Serikat, dengan jumlah penderita diabetes adalah 19,5 juta.¹⁷ Data Riskesdas tahun 2018 menunjukkan bahwa prevalensi diabetes yang didiagnosis dokter pada penduduk segala usia di Kota Padang sebesar 1,79%, dan prevalensi keseluruhan di Provinsi Sumatera Barat sebesar 1,15%. Hal ini membuat Padang menjadi peringkat ketiga setelah kota Pariaman (2,23%) dan kota Padang Panjang (1,89%).⁷

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sholihah (2019) menunjukkan adanya hubungan antara variabel konsumsi lemak dan tidak ada hubungan antara komposisi konsumsi karbohidrat dan protein dengan glukosa darah puasa pada mahasiswa praklinis Fakultas Kedokteran Universitas Jember.¹⁸ Berdasarkan penelitian lain yang dilakukan oleh Erniyani Edi (2017), terdapat hubungan asupan karbohidrat, protein dan lemak dengan kadar glukosa darah pada pasien diabetes tipe 2 di RSUD Panembahan Senopati Bantul Yogyakarta.¹⁹ Berdasarkan hal diatas, peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai hubungan konsumsi makronutrien dengan gula darah puasa pada penderita obesitas tahun 2022.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang sudah penulis paparkan, maka rumusan masalah yang didapatkan untuk penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana karakteristik umum subjek penelitian pada penderita obesitas ?
2. Berapa rata-rata konsumsi makronutrien pada penderita obesitas ?
3. Berapa kadar gula darah puasa pada penderita obesitas ?
4. Bagaimana hubungan konsumsi makronutrien dengan kadar gula darah puasa pada penderita obesitas ?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui hubungan antara konsumsi makronutrien dengan gula darah puasa pada penderita obesitas

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui karakteristik umum subjek penelitian pada penderita obesitas.
2. Untuk mengetahui rata-rata konsumsi makronutrien pada penderita obesitas.
3. Untuk mengetahui kadar gula darah puasa pada penderita obesitas.
4. Untuk mengetahui hubungan konsumsi makronutrien dengan gula darah puasa pada penderita obesitas.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti

Menjadi sarana bagi peneliti untuk melatih pola berpikir kritis terhadap pemahaman akan ilmu pengetahuan. Selain itu, penelitian ini sebagai wujud pengaplikasian disiplin ilmu yang telah dipelajari sehingga dapat menambah pengetahuan dan mengembangkan wawasan keilmuan peneliti.

1.4.2 Manfaat Bagi Ilmu Pengetahuan

Peneliti mengharapkan hasil penelitian ini dapat menambah informasi ilmiah mengenai hubungan konsumsi makronutrien dengan nilai gula darah puasa pada penderita obesitas

1.4.3 Manfaat Bagi Peneliti Lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai data dasar dan acuan bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian lain.

1.4.4 Manfaat Bagi Masyarakat

Dapat memberikan informasi kepada masyarakat bahwa konsumsi makronutrien dan indeks massa tubuh dipengaruhi oleh gaya hidup dan dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan jika tidak dalam batas normal, diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dan minat masyarakat untuk memperbaiki gaya hidup terutama hal-hal yang menjadi risiko meningkatnya indeks massa tubuh seperti konsumsi makronutrien yang berlebih.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Obesitas

2.1.1 Definisi Obesitas

Obesitas merupakan penyakit multifaktorial yang terjadi akibat penumpukan jaringan adiposa yang berlebihan sehingga mengganggu kesehatan. Obesitas terjadi ketika ukuran dan jumlah sel lemak dalam tubuh seseorang meningkat. Ketika seseorang bertambah berat badan, sel-sel lemak bertambah besar dan kemudian bertambah jumlahnya.¹ Akumulasi lemak atau jaringan adiposa yang berlebihan atau abnormal dalam tubuh yang mengganggu kesehatan melalui hubungannya dengan risiko perkembangan diabetes mellitus, penyakit kardiovaskular, hipertensi, dan hiperlipidemia.²⁰ Hal ini dapat mengakibatkan penurunan kualitas hidup dan harapan hidup secara dramatis.²¹ Menurut WHO, indeks massa tubuh (BMI) lebih dari 25 dianggap kelebihan berat badan atau *overweight*, dan lebih dari 30 dianggap obesitas. Sedangkan dalam kategori Asia Pasifik, BMI lebih dari 25 sudah masuk ke dalam obesitas.²²

Penyebab utama obesitas adalah ketidakseimbangan energi jangka panjang antara kalori yang dikonsumsi dan kalori yang dikeluarkan, yaitu jika asupan kalori yang berlebih tidak sebanding dengan pembakaran kalori melalui aktivitas fisik sehingga terjadi peningkatan berat badan.^{21,23} Ketidakseimbangan ini menimbulkan suatu surplus energi yang dalam keadaan keseimbangan energi positif sehingga terjadinya kelebihan berat badan. Hal ini diakibatkan karena perubahan sosial ekonomi yang diluar kendali semua individu.²⁴

2.1.2 Pengukuran Antropometri

Antropometri merupakan suatu pengukuran fisik dan komposisi tubuh seseorang secara umum. Alat ini berfungsi sebagai media untuk mengevaluasi status gizi seseorang, baik normal maupun obesitas yang diakibatkan oleh kelebihan atau kekurangan gizinya.²⁵ Pengukuran antropometri yang paling umum digunakan untuk mengetahui adanya *overweight* dan obesitas adalah menggunakan Indeks massa tubuh (IMT) dan lingkar perut.²⁶

1. Indeks Massa Tubuh

Indeks massa tubuh merupakan suatu perbandingan berat badan dengan tinggi badan pangkat dua (kg/m²). Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan alat untuk skrining obesitas dan memantau berat badan. Pengukuran antropometri paling sering digunakan pada orang normal maupun untuk menentukan prevalensi obesitas.

$$IMT = \frac{\text{berat badan (kg)}}{[\text{tinggi badan (m)}]^2}$$

IMT tidak dapat membedakan *fat mass dan fat free mass* atau identifikasi distribusi lemak tubuh, sehingga IMT tidak dapat digunakan untuk mengukur komposisi tubuh secara spesifik. Indeks massa tubuh hanya dapat digunakan untuk identifikasi status gizi secara umum tanpa spesifik menggambarkan jumlah total lemak tubuh. selain itu dalam pengukuran IMT juga mempunyai keterbatasan yaitu pada orang yang berotot dan bertulang besar dapat memiliki IMT tinggi tetapi tetap sehat, begitu juga pada lansia, lansia dengan massa otot yang rendah bisa memiliki IMT normal sehingga penggunaan IMT kurang tepat.²⁷

Tabel dibawah menunjukkan IMT beserta kategorinya.²⁵

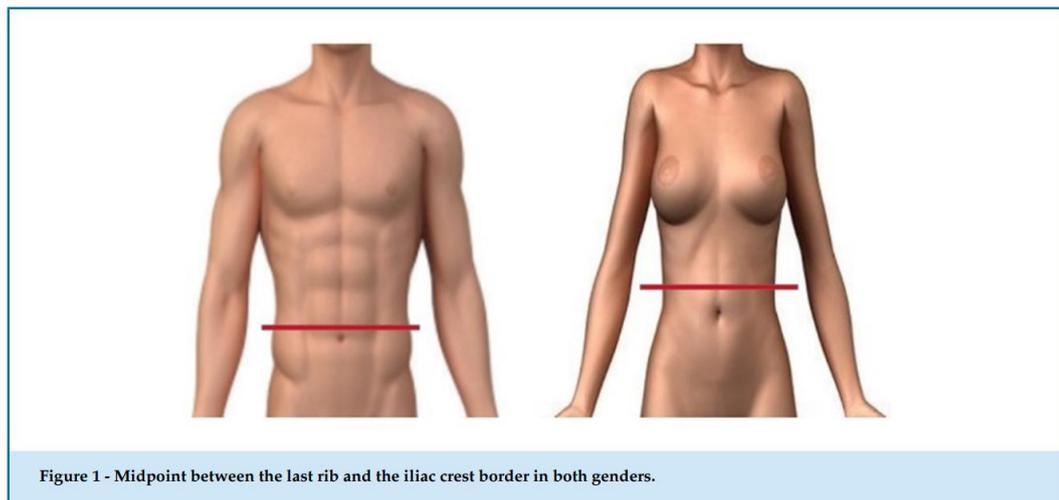
Tabel 2.1 Tabel Klasifikasi Obesitas menurut WHO dan Asia Pacific Guidelines²⁷

	WHO (BMI)	Asia-Pacific (BMI)
Underweight	<18.5	<18.5
Normal	18.5-24.9	18.5-22.9
Overweight	25-29.9	23-24.9
Obese	≥30	≥25

2. Lingkar Perut

Lingkar perut dapat menggambarkan lemak tubuh seseorang dan tidak termasuk berat tulang (kecuali tulang belakang) atau massa otot yang besar yang mungkin akan bervariasi dan mempengaruhi hasil pengukuran.¹

Pengukuran dilakukan dengan cara subjek diminta dengan cara yang santun untuk membuka pakaian bagian atas untuk menentukan titik pengukuran namun jika keberatan maka responden boleh memakai pakaian yang tipis tidak terlalu tebal.²⁷ WHO menganjurkan agar lingkar perut sebaiknya diukur pada pertengahan antara batas bawah iga dan krista iliaka, dengan menggunakan ukuran pita secara horizontal. Pada saat akhir ekspirasi dengan kedua tungkai dilebarkan 20-30 cm. Subyek diminta untuk tidak menahan perutnya dan diukur memakai pita dengan tegangan pegas yang konstan.¹



Gambar 2.1 Pengukuran Lingkar Perut¹

Lingkar perut mempunyai korelasi yang tinggi dengan jumlah lemak intra abdominal dan lemak total, dimana tebal kulit subkutan untuk mengembangkan suatu korelasi regresi untuk mengoreksi massa lemak intra abdominal. Pada tahun 1995 penelitian di Belanda mendapatkan bahwa lingkar perut > 102 cm pada laki-laki dan > 88 cm pada perempuan, berhubungan dengan peningkatan substansial risiko obesitas dan komplikasi metabolik. Sedangkan Asia Pasifik memakai ukuran lingkar pinggang laki-laki > 90 cm dan perempuan > 80 cm sebagai batasan.¹

2.1.3 Epidemiologi Obesitas

Prevalensi kenaikan berat badan yang berlebihan telah berlipat ganda di seluruh dunia sejak tahun 1980, dan sekitar sepertiga dari populasi global telah ditentukan mengalami obesitas atau kelebihan berat badan. Tingkat obesitas telah meningkat secara dramatis pada pria dan Wanita di semua usia, dengan prevalensi yang lebih tinggi secara proporsional pada orang tua dan Wanita.²¹ Di seluruh dunia, tingkat prevalensi kelebihan berat badan atau obesitas antara tahun 1980 dan 2013 meningkat 27,5% untuk orang dewasa dan 47,1% untuk anak-anak, dengan total 2,1 miliar orang dianggap kelebihan berat badan atau obesitas. Peningkatan ini terlihat di negara maju dan berkembang. Namun, prevalensi kelebihan berat badan dan obesitas lebih tinggi di negara maju daripada di negara berkembang pada semua umur. Di Amerika Serikat, tingkat obesitas adalah 12,4% untuk anak laki-laki di bawah 20 tahun, 31,7% untuk pria 20 tahun atau lebih, 13,4% untuk anak perempuan di bawah 20 tahun, dan 33,9% untuk wanita 20 tahun atau lebih.²⁸

Menurut data Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit (CDC) 2011-2012, satu dari lima remaja, satu dari enam anak usia sekolah dasar, dan satu dari 12 anak usia prasekolah mengalami obesitas. Obesitas lebih umum di Afrika Amerika, diikuti oleh Hispanik dan Kaukasia. Negara bagian AS bagian selatan memiliki prevalensi tertinggi, diikuti oleh Midwest, Timur Laut, dan barat.²⁰ Menurut data WHO pada tahun 2022, lebih dari 1 miliar orang di seluruh dunia mengalami obesitas, termasuk 650 juta orang dewasa, 340 juta remaja, dan 39 juta anak-anak. Jumlah ini masih terus bertambah. WHO memperkirakan pada tahun 2025 sekitar 167 juta orang (dewasa dan anak-anak) akan kelebihan berat badan atau obesitas dan tidak sehat.³

Hasil survei Riskesdas Kemenkes tahun 2018 menunjukkan prevalensi status gizi menurut klasifikasi IMT pada penduduk dewasa Sumbar (usia > 18 tahun) sebesar 20,4%, dibandingkan dengan rata-rata nasional sebesar 21,8%.⁶ Padang termasuk dalam 5 besar prevalensi obesitas sentral pada orang berusia ≥ 18 tahun, dengan total 24,4%.⁷ Perbandingan status gizi pria dan wanita usia 18 tahun ke atas di Kota Padang adalah 18,93:29,17 atau 2:3. Berdasarkan perbandingan tempat tinggal perkotaan dan perdesaan, rasionya adalah 2:1 untuk laki-laki dan 5:6 untuk perempuan.⁷ Federasi Obesitas Dunia memperkirakan bahwa pada tahun 2020 sekitar 770 juta orang dewasa secara global dipengaruhi oleh obesitas, dan angka tersebut diperkirakan akan melebihi satu miliar pada tahun 2030 kecuali jika kita segera bertindak.²⁹

2.1.4 Faktor Risiko Obesitas

Obesitas terjadi sebagai akibat dari ketidakseimbangan energi antara kalori yang dikonsumsi dan kalori yang dikeluarkan. Ketidakseimbangan energi ini sebagian merupakan akibat dari perubahan sosial dan ekonomi yang mendalam pada tingkat yang jauh di luar kendali individu mana pun. Perubahan "obesogenik" ini berupa pertumbuhan ekonomi, tumbuhnya ketersediaan pangan yang banyak, terjangkau, dan kebanyakan rendah akan nutrisi, industrialisasi, transportasi mekanis, urbanisasi yang telah terjadi di negara-negara berpenghasilan tinggi sejak awal abad ke-20, dan saat ini kekuatan ini semakin cepat. Namun, tidak semua dari kita yang tinggal di lingkungan obesogenik mengalami pertumbuhan lingkaran pinggang yang sama. Faktor keturunan seperti genetik, riwayat keluarga, dan lingkungan sosio

ekonomi dan sosiokultural kita telah terbukti memengaruhi risiko obesitas bahkan di lingkungan obesogenik yang tampak serupa. Pola makan dan asupan makanan merupakan beberapa faktor utama terjadinya obesitas. Pola makan berlebihan tanpa diimbangi aktivitas adalah salah satunya komponen multifaktorial yang terkait dengan sindrom metabolik dan juga menjadi pemicu obesitas. Pekerjaan monoton dan kegiatan rekreasi atau gerakan tubuh minimal bisa juga menjadi pemicu obesitas.³⁰

Faktor Risiko Obesitas sebagai berikut :

1. Genetik

Kerentanan seseorang dalam menderita obesitas dapat dilihat dari jenis genotipe yang dimiliki. Faktor genetik berhubungan dengan penambahan berat badan, BMI, dan lingkar pinggang. Jika ayah atau ibu menderita kegemukan maka kemungkinan anak kegemukan adalah 40-50%. Jika kedua orang tua menderita obesitas kemungkinan anaknya menjadi obesitas adalah 70-80%. Temuan ini menunjukkan bahwa orang dewasa di Indonesia dengan genotipe AT/AA FTO rs9939609 memiliki risiko obesitas lebih tinggi dan preferensi asupan makanan berlemak lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang memiliki genotipe TT.³⁰ Cacat gen tunggal yang langka dikaitkan dengan tingkat kelaparan yang tinggi dan dapat menyebabkan obesitas yang dramatis pada anak kecil. Studi-studi ini menunjukkan bahwa obesitas pada masa kanak-kanak harus dipertimbangkan dalam konteks lingkungan dan warisan genetik. Ada beberapa prekursor genetik, neuroendokrin, dan kromosom yang dapat menyebabkan obesitas. PWS adalah gangguan perkembangan saraf dengan disfungsi hipotalamus, akibat defisiensi gen tercetak. Gangguan endokrin seperti PCOS juga dapat menyebabkan peningkatan lemak tubuh.²¹

2. Jenis Kelamin

Risiko obesitas tampaknya lebih sering mengenai wanita dibandingkan pria. Hormon estrogen yang ada di wanita merupakan faktor penting dalam menjaga berat badan ideal. Pada umumnya Pengeluaran energi pada wanita lebih rendah daripada pria karena kurangnya aktivitas fisik.³⁰

3. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik yang tidak terlalu menuntut kekuatan fisik telah diringankan dengan penggunaan robot dan teknologi komputer atau olahraga pada hari-hari aktif yang berdampak pada obesitas.³¹ Bukti yang baru-baru ini ditinjau dari percobaan acak dan studi observasi mendukung rekomendasi AS tahun 2008 untuk manajemen berat badan, secara konsisten menunjukkan bahwa secara umum, 150-250 menit per minggu aktivitas intensitas sedang diperlukan untuk mencegah penambahan berat badan, atau membantu penurunan berat badan jika disertai dengan pembatasan diet.²⁴

4. Stres

Regional Kanada menemukan hubungan yang signifikan antara obesitas dan stres kerja. Pekerja yang obesitas dapat diakibatkan oleh tekanan kerja yang tinggi akibat stres kerja. Stres dapat mendukung obesitas yang disebabkan oleh perilaku dan metabolisme serta merupakan dampak lingkungan psikososial yang merugikan.³²

5. Pola Konsumsi

Meningkatnya konsumsi makanan olahan yang mudah dikonsumsi (makanan siap saji) dan memiliki kepadatan energi yang lebih tinggi dibandingkan makanan rumahan menyebabkan konsumsi energi pasif. Makanan yang dimasak sendiri di rumah lebih sehat dan proporsional dibandingkan membeli di luar rumah. Konsumsi gula secara berlebihan, makan dalam porsi besar, dan konsumsi makanan cepat saji menyebabkan obesitas karena satu sendok tambahan gula yang dikonsumsi setiap hari meningkatkan risiko obesitas sekitar 14%.³⁰

Untuk mempertahankan berat badan yang sehat dalam jangka panjang, bukti dari kohort pengamatan menunjukkan bahwa diet yang dianggap “lebih sehat” mengarah pada pemeliharaan berat badan jangka panjang yang lebih baik, atau setidaknya mengurangi kenaikan berat badan yang biasanya terkait dengan penuaan hingga usia paruh baya. Kelompok makanan tertentu, seperti minuman yang dimaniskan dengan gula, telah mendapat banyak perhatian terutama karena konsumsi gula tambahan telah meningkat bersamaan dengan prevalensi obesitas.²⁴

Pemasaran obesogenik untuk mempromosikan minuman atau makanan yang tinggi gula dan lemak secara negatif memodulasi perilaku manusia. Iklan dapat meningkatkan preferensi untuk makanan dan minuman padat energi. Hal ini berlaku terutama untuk makanan cepat saji tinggi lemak dan tinggi gula yang dapat merangsang pusat penghargaan otak, bagian otak yang sama yang dirangsang oleh

kokain, heroin, dan obat-obatan adiktif lainnya, yaitu, produk-produk ini secara khusus dirancang untuk membuat ketagihan. Penghargaan otak menawarkan mekanisme yang masuk akal untuk menjelaskan peningkatan massa lemak tubuh, namun tampaknya hanya individu tertentu yang menunjukkan karakteristik ini menurut teori ini.²¹

6. Merokok dan Konsumsi Alkohol

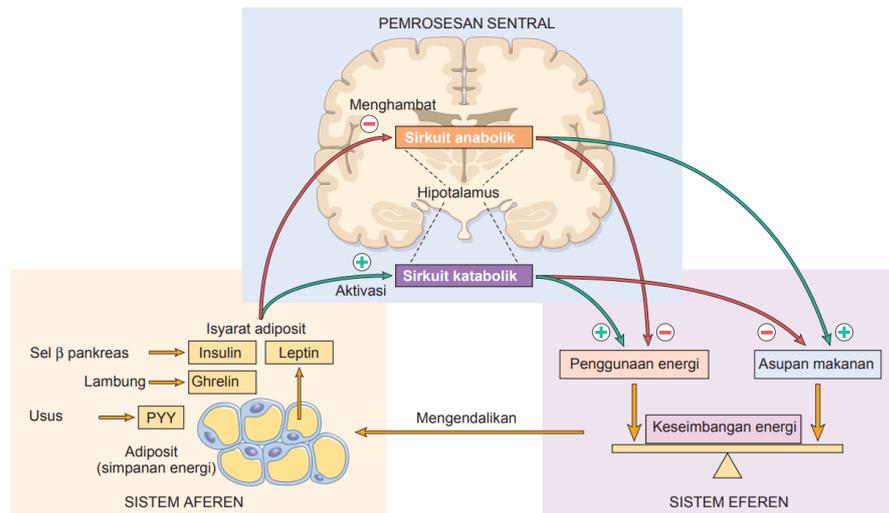
Responden yang merokok setiap hari 1,73 kali lebih mungkin mengalami obesitas dibandingkan bukan perokok. Paparan asap rokok telah terbukti meningkatkan resistensi insulin dan berhubungan dengan akumulasi lemak sentral. Peminum alkohol mendapatkan asupan kalori tambahan dari alkohol dan gula yang terkandung dalam minuman tersebut. Alkohol dapat meningkatkan kadar trigliserida dalam tubuh. Peminum alkohol mendapatkan asupan kalori tambahan dari alkohol dan gula yang terkandung dalam minuman tersebut.³²

2.1.5 Patogenesis Obesitas

Patogenesis obesitas melibatkan pengaturan pemanfaatan kalori, nafsu makan, dan aktivitas fisik, dimana memiliki interaksi yang kompleks dengan ketersediaan sistem perawatan kesehatan, peran status sosial ekonomi, dan faktor keturunan dan lingkungan yang mendasarinya.²¹ Efek dari obesitas, seringkali tidak hanya tentang berat badan, tetapi mengenai distribusi penyimpanan lemak, sehingga risiko terkena penyakit lebih tinggi.³²

Penyebab obesitas belum seluruhnya diketahui. Diduga adanya keterlibatan dari faktor gen, lingkungan, dan psikologik. Kedua sisi keseimbangan energi, asupan dan penggunaannya, diatur secara halus oleh mekanisme saraf dan hormon, sehingga berat badan dipertahankan dalam kisaran sempit selama bertahun-tahun. Akumulasi metabolit lipid, pensinyalan inflamasi, atau mekanisme kerusakan neuron hipotalamus lainnya juga dapat menyebabkan obesitas, yang mungkin menjelaskan pertahanan biologis dari peningkatan massa lemak tubuh.²¹

Mekanisme neurohumoral yang mengatur keseimbangan energi dan berat badan, dapat dibagi menjadi tiga komponen :³⁴



Gambar 2.2 Patogenesis Obesitas³⁴

Kondisi dan aktivitas menyimpan kelebihan energi di jaringan adiposit dikomunikasikan ke sistem saraf sentral melalui mediator leptin dan sinyal-sinyal lain. Sistem perifer atau aferen menghasilkan isyarat dari berbagai tempat. Komponen utama berupa leptin dan adiponektin, yang di produksi oleh sel lemak, insulin dari pankreas, ghrelin dari lambung, dan peptida YY dari ileum dan kolon. Sekresi ghrelin akan merangsang nafsu makan dan dapat berfungsi sebagai isyarat mulai makan. Peptida YY yang dilepaskan pada postprandial oleh sel endokrin di ileum dan kolon, adalah isyarat kenyang.

Nukleus arkuatus di hipotalamus yang memproses dan mengintegrasikan isyarat perifer dan menghasilkan isyarat baru, yang ditransmisikan oleh neuron POMC, CART dan Neuron NPY dan AgRP. Sistem eferen, yang terdiri atas saraf hipotalamik, diatur oleh nukleus arkuatus. Saraf POMC/ CART mengaktifkan saraf eferen yang meningkatkan pengeluaran energi dan turunnya berat badan, sedangkan saraf NPY/ AgRP mengaktifkan saraf eferen, yang meningkatkan asupan makanan dan menambah berat badan. Isyarat yang ditransmisikan oleh saraf eferen juga berkomunikasi dengan pusat di otak depan dan otak tengah, yang mengendalikan sistem saraf autonomy.³⁴

Kondisi dan aktivitas menyimpan kelebihan energi di jaringan adiposit dikomunikasikan ke sistem saraf sentral melalui mediator leptin dan sinyal-sinyal lain. Mekanisme terjadinya obesitas pada dasarnya akibat faktor genetik atau lingkungan dalam hal :³⁴

A) Leptin

Melalui mekanisme yang kompleks dan belum sepenuhnya dimengerti, hasil luaran leptin diatur oleh kecukupan simpanan lemak. Kalau jaringan lemak banyak, sekresi leptin dirangsang dan hormonnya mengalir ke hipotalamus, tempat stimulasi saraf POMC/CART dan menghambat saraf NPY/AgRP, sehingga asupan makanan dikurangi. Rangkaian peristiwa sebaliknya terjadi kalau simpanan lemak tubuh tidak adekuat. Sekresi leptin berkurang dan asupan makan meningkat. Pada orang yang berat badannya stabil, aktivitas jalur ini seimbang.³⁴

B) Jaringan Lemak

Jaringan lemak menghasilkan adiponektin, sitokin, kemokin dan hormon steroid, sehingga metabolisme lemak, nutrisi dan reaksi inflamasi dapat dihubungkan oleh jaringan lemak. Seseorang dengan masa kecil yang memiliki kelebihan berat dapat mengakibatkan kegemukan di kemudian hari. Meskipun pada dewasa sekitar 10% sel adiposit mengalami pergantian setiap tahunnya, namun jumlah sel lemak tetap sama, tidak bergantung kepada massa tubuh individual.³⁴

C) Hormon Usus

Hormon usus adalah terminator dengan respon cepat terhadap keinginan makan. Misalnya prototipenya adalah ghrelin dan peptide YY (PYY). Ghrelin berfungsi untuk meningkatkan asupan makanan, bekerja dengan merangsang saraf NPY/AgRP di hipotalamus. Kadar ghrelin normalnya naik sebelum makan dan turun empat sampai dua jam sesudahnya, tetapi penurunan ini berkurang pada orang yang mengalami obesitas. PYY disekresikan oleh sel-sel endokrin ileum dan kolon sebagai reaksi terhadap konsumsi makanan. Hormon ini mungkin bertindak merangsang saraf POMC/ CART di hipotalamus, sehingga mengurangi asupan makanan.³²

2.1.6 Komplikasi Obesitas

1. Diabetes Melitus Tipe 2

Dalam keadaan kelebihan lemak pada tubuh dapat terjadi keabnormalitasan yang mendasar pada pengisyratan insulin yang dapat berujung pada keadaan resistensi insulin. Resistensi insulin ini bahkan dapat ditemukan pada obesitas sederhana yang tidak diikuti dengan hiperglikemia. Obesitas sentral merupakan obesitas yang sering kali dikaitkan sebagai penyebab munculnya resistensi insulin. Ditemukan bahwa risiko diabetes berbanding lurus dengan meningkatnya IMT

sebagai presentasi lemak di dalam tubuh. Hal ini dapat diartikan bahwa adanya hubungan antara kandungan lemak di dalam tubuh dengan proses terjadinya resistensi insulin.³²

2. Hipertensi

Obesitas bisa mengakibatkan terjadinya hipertensi baik secara langsung maupun tidak langsung. Lemak berlebih dapat menimbulkan sumbatan pada pembuluh darah sehingga dapat meningkatkan tekanan darah. Stress, atau situasi yang menimbulkan distress dan menciptakan tuntutan fisik dan psikis pada seseorang.³³ Secara langsung obesitas menyebabkan peningkatan *cardiac output*. Diketahui bahwa semakin besar massa tubuh maka makin banyak jumlah darah yang beredar dan mengakibatkan curah jantung meningkat. Sedangkan secara tidak langsung, terjadi melalui perangsangan aktivitas sistem saraf simpatis dan Renin Angiotensin Aldosteron System (RAAS) oleh mediator-mediator seperti sitokin, hormon dan adipokin. Hormon aldosteron merupakan salah satu yang berkaitan erat dengan retensi air dan natrium yang dapat membuat volume darah akan meningkat.³⁶

3. Penyakit jantung

Ada bukti tegas bahwa ada peningkatan risiko penyakit arteri koroner pada obesitas. Dalam studi Asian Pacific Cohort Collaboration yang diikuti lebih dari 300.000 peserta, terjadi peningkatan 9 persen kejadian penyakit jantung iskemik untuk satu unit perubahan BMI. Ketika risiko gagal jantung dievaluasi dalam studi Framingham, risiko HF ditemukan 2 kali lipat pada kelompok obesitas dibandingkan kelompok non-obesitas. Namun, tampaknya memiliki BMI yang lebih tinggi meningkatkan kelangsungan hidup pada pasien dengan gagal jantung kongestif. Dalam analisis retrospektif dari 7.767 pasien dengan CHF yang dikategorikan ke dalam 4 rentang BMI termasuk obesitas, terjadi penurunan angka kematian kasar pada semua kasus dengan kelompok BMI yang lebih tinggi berturut-turut secara hampir linier. Alasan untuk ini tidak jelas. Para penulis berpendapat bahwa morbiditas kardiovaskular lain yang terkait dengan obesitas dan kelebihan berat badan mungkin telah mengarah pada diagnosis HF pada tahap awal pada kelompok obesitas dibandingkan pada kelompok dengan BMI lebih rendah, oleh karena itu, mengurangi risiko kematian akibat CHF.²² Namun, hasil pengujian cardiopulmonary pasien kelebihan berat badan dan berat badan sehat, dengan CHF

telah ditemukan serupa.^{23,24} Oleh karena itu, argumen sebelumnya tidak mungkin menjelaskan perbedaan ini.³¹

4. Dislipidemia

Individu dengan obesitas, biasanya disertai hipertriglisieridemia dan tingkat kolesterol HDL yang rendah.³² Dislipidemia, yang dimanifestasikan oleh penurunan lipoprotein densitas tinggi (HDL) dan peningkatan trigliserida, dikaitkan dengan obesitas. Mekanisme yang mendasari sebagian besar disebabkan oleh resistensi insulin. Klirens lipoprotein densitas sangat rendah (VLDL) dalam plasma bergantung pada kecepatan sintesis hati dan katabolisme oleh lipoprotein lipase, enzim yang juga terlibat dalam pembentukan HDL. Pada obesitas, resistensi insulin dikaitkan dengan peningkatan sintesis hati VLDL dan gangguan lipoprotein lipase. Terdapat bukti bahwa dislipidemia masih dapat terjadi tanpa adanya resistensi insulin pada obesitas. Pada tahun 1998, sebuah studi oleh Gary et al. menunjukkan hubungan yang signifikan antara obesitas, terutama obesitas sentral, dan dislipidemia setelah disesuaikan dengan resistensi insulin.³¹

5. Sindrom metabolik

Obesitas sentral dan resistensi insulin, yang mengarah pada perubahan metabolisme lipid dan glukosa, tampaknya menjadi dasar dari gambaran yang terlihat pada sindrom metabolik. Sindrom ini awalnya ditujukan untuk memprediksi risiko penyakit kardiovaskular, namun hal ini baru-baru ini dipertanyakan. Karena jumlah faktor risiko gabungan tampaknya tidak menawarkan lebih dari jumlah faktor individu.³¹

Kelebihan berat badan merupakan faktor predisposisi terjadinya penyakit degeneratif sendi (osteoarthritis). Sering terjadi pada orang tua, terutama disebabkan oleh dari kumulatif penggunaan dan kerusakan (wear and tear) pada sendi. Semakin besar beban lemak tubuh, semakin besar trauma pada sendi, seiring dengan waktu.³²

2.2 Glukosa Darah Puasa

2.2.1 Definisi Glukosa Darah Puasa

Glukosa adalah suatu karbohidrat penting yang digunakan sebagai sumber tenaga yang berperan sebagai pembentukan energi.³⁴ Karbohidrat, lemak, dan protein semuanya akhirnya terurai menjadi glukosa, yang kemudian berfungsi sebagai bahan bakar metabolisme utama yang berfungsi sebagai prekursor utama

untuk sintesis berbagai karbohidrat seperti glikogen, ribosa, dan deoksiribosa, galaktosa, glikolipid, glikoprotein, dan proteoglikan. Pada tingkat sel, glukosa adalah substrat terakhir yang memasuki sel jaringan dan diubah menjadi ATP (adenosin trifosfat).³⁵ Karbohidrat akan dikonversikan menjadi glukosa didalam hati dan berguna untuk pembentukan energi dalam tubuh. Glukosa yang disimpan dalam tubuh berupa glikogen yang disimpan pada plasma darah (blood glucose). Glukosa berfungsi dalam otak dan sebagai bahan bakar proses metabolisme.³⁴

Pada saat kenyang, sebagian besar gula beredar dalam darah berasal dari makanan. Saat puasa, glukoneogenesis dan glikogenolisis mempertahankan konsentrasi glukosa. Sedikit sekali gula ditemukan dalam makanan sebagai glukosa, kebanyakan ditemukan dalam bentuk karbohidrat yang lebih kompleks yang dipecah menjadi monosakarida melalui proses pencernaan. Sekitar setengah dari total karbohidrat dalam makanan berbentuk polisakarida dan sisanya sebagai gula sederhana. Sekitar dua pertiga gula dalam makanan adalah sukrosa, yang merupakan disakarida dari glukosa dan fruktosa.

Gula darah merupakan istilah yang mengacu kepada kadar glukosa di dalam darah dan berasal dari pembentukan karbohidrat dari makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot skelet.³⁴ Kadar glukosa darah, diatur dengan ketat di dalam tubuh. Glukosa yang dialirkan melalui darah adalah sumber utama energi untuk sel-sel tubuh.³² Insulin dan glukagon yang berasal dari pancreas adalah hormon yang mempengaruhi kadar glukosa darah.³⁷

Glukosa darah puasa adalah pemeriksaan kadar glukosa darah dengan mengambil sampel darah dari partisipan yang telah berpuasa selama 8-12 jam. Partisipan diminta untuk melakukan puasa sebelum melakukan tes untuk menghindari adanya peningkatan gula darah lewat makanan yang mempengaruhi hasil tes.³⁶

Kadar glukosa darah secara normal dipertahankan pada jarak sangat sempit, biasanya antara 70 hingga 110 mg/dL.³² Nilai rujukan kadar glukosa darah dalam plasma ialah 70-110 mg/dl, glukosa 2 jam post prandial (setelah pemberian glukosa) ≤ 140 mg/dl/2 jam, dan glukosa darah sewaktu ≤ 110 mg/dl, dan gula darah puasa ≤ 125 mg/dl.³⁴ Kadar glukosa ini meningkat setelah makan dan biasanya berada dikadar terendah pada pagi hari, sebelum orang makan. Bila kadar glukosa terlalu

tinggi disebut hiperglikemia. Dalam mengambil keputusan atau menetapkan diagnosis, pemberian obat dan evaluasi pengobatan klinik diperlukan antara lain pemeriksaan glukosa. Pemeriksaan dilakukan pada pasien curiga diabetes melitus sebagai tes diagnosa serta tes pengendalian.³⁷

2.2.2 Metode Pemeriksaan Glukosa Darah Puasa

Pemeriksaan glukosa darah diperlukan sebagai penegakan diagnosis penyakit Diabetes Melitus. Pemeriksaan digunakan untuk mengetahui kemampuan seseorang dalam mengatur kadar glukosa darah supaya dapat terkontrol secara baik.³² Kadar glukosa darah puasa (GDP) ditentukan dengan mengambil sampel darah dari partisipan yang telah berpuasa selama 8-12 jam. Itu dapat diukur dalam mmol / L atau dalam mg / dL. Untuk perbandingan, nilai-nilai ini dikonversi dalam mmol/L. Biomarker terkait lainnya, seperti hemoglobin A1c (HbA1c), dapat digunakan untuk membantu menghitung estimasi nasional.³⁶ Dalam keadaan puasa tidak ada makanan yang diabsorpsi. Maka proses untuk mempertahankan kadar glukosa normal tergantung dari interaksi yang terintegrasi baik antara hati, jaringan perifer dan hormon-hormon yang dapat meningkatkan atau menurunkan kadar glukosa darah. Penundaan pemeriksaan menyebabkan glukosa dapat mengalami penguraian dan nilai yang diperoleh kurang dari nilai yang seharusnya.³⁸ Konsentrasi glukosa puasa 126 mg/dL atau lebih pada lebih dari satu kesempatan dapat menegakkan diagnosis diabetes.³²

Faktor-faktor yang memengaruhi hasil pemeriksaan glukosa darah. Penundaan pemeriksaan serum dapat menyebabkan penurunan kadar glukosa darah yang disebabkan oleh :

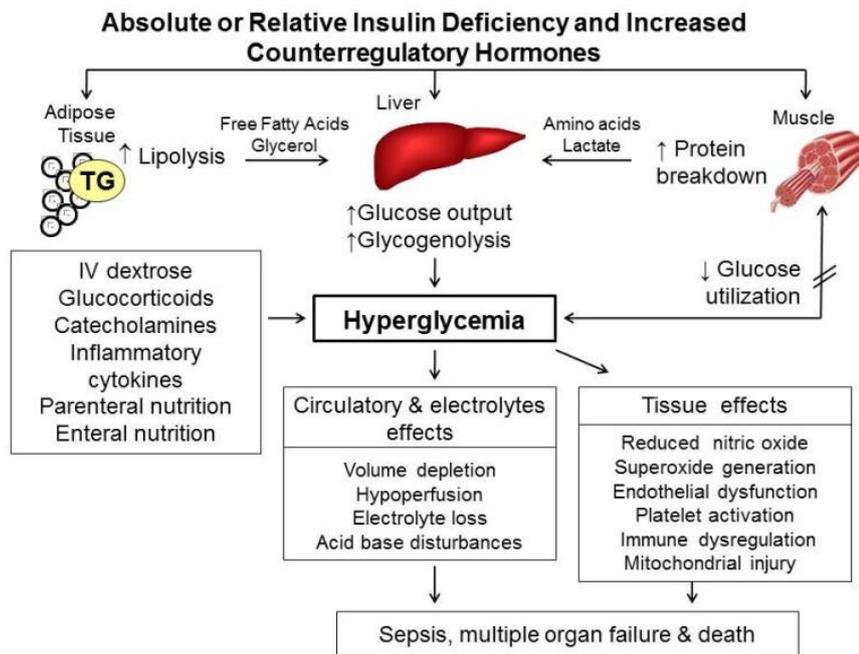
1. Glikolisis
2. Jumlah sel darah yang tinggi juga menyebabkan glikolisis yang berlebihan
3. Kontaminasi bakteri
4. Suhu dan masa penyimpanan.³⁸

Nilai yang diharapkan untuk konsentrasi glukosa darah puasa normal adalah antara 70 mg/dL (3,9 mmol/L) dan 100 mg/dL (5,6 mmol/L). Saat glukosa darah puasa antara 100 hingga 125 mg/dL (5,6 hingga 6,9 mmol/L), perubahan gaya hidup dan pemantauan glikemia direkomendasikan. Jika glukosa darah puasa 126 mg/dL (7 mmol/L) atau lebih tinggi pada dua tes terpisah, diabetes didiagnosis. Biasanya

konsentrasi glukosa dalam darah dipertahankan pada konsentrasi yang relatif stabil dari 80 sampai 120 mg/dl. Sifat pereduksi glukosa yang kuat membuatnya relatif mudah untuk diukur dan dengan demikian estimasi klinis glukosa yang bersirkulasi adalah salah satu tes paling awal yang tersedia untuk dokter.³⁹

Seseorang dengan konsentrasi glukosa darah puasa rendah (hipoglikemia) di bawah 70 mg/dL (3,9 mmol/L) akan mengalami pusing, berkeringat, jantung berdebar, penglihatan kabur dan gejala lain yang harus dipantau. Peningkatan konsentrasi glukosa darah puasa (hiperglikemia) merupakan indikator risiko diabetes yang lebih tinggi. Glukosa plasma darah puasa seseorang (GDP) mungkin berada dalam kisaran normal karena individu tersebut bukan penderita diabetes atau karena pengobatan yang efektif dengan obat penurun glukosa pada penderita diabetes. Rata-rata GDP di tingkat nasional digunakan sebagai proksi untuk promosi pola makan dan perilaku sehat dan, pengobatan diabetes.³⁶

2.2.3 Kadar Glukosa Darah Puasa Naik



Gambar 2.3 Patogenesis Hiperglikemia

Hiperglikemia adalah glukosa darah lebih besar dari 125 mg/dL saat puasa dan lebih dari 180 mg/dL 2 jam postprandial. Seorang pasien mengalami gangguan toleransi glukosa, atau pra-diabetes, dengan glukosa plasma puasa dari 100 mg/dL

sampai 125 mg/dL. Seorang pasien disebut diabetes dengan glukosa darah puasa lebih besar dari 125 mg/dL.³⁴

Hiperglikemia merupakan suatu kondisi medik yaitu berupa peningkatan kadar glukosa didalam darah melebihi batas normal. Hiperglikemi sebagai salah satu tanda khas penyakit diabetes mellitus.³⁴ Hiperglikemia terjadi akibat peningkatan produksi glukosa hepatic dan gangguan pemanfaatan glukosa di jaringan perifer. Berkurangnya insulin dan kelebihan hormon kontra-regulasi (glukagon, kortisol, katekolamin, dan hormon pertumbuhan) meningkatkan lipolisis dan pemecahan protein (proteolisis), dan mengganggu pemanfaatan glukosa oleh jaringan perifer.⁴¹

Hormon yang berfungsi untuk mengatur kadar glukosa darah :

1. Insulin

Ketika kadar glukosa darah tinggi, insulin memindahkan glukosa dalam sel dan menyimpan glukosa sebagai glikogen dalam sel hati dan otot (insulin menurunkan atau menormalkan kadar glukosa darah setelah makan).

2. Glukagon

Ketika kadar glukosa darah rendah, hormon glukagon membawa glukosa keluar dari cadangan (dari glikogen) untuk meningkatkan kadar glukosa darah.

3. Epinefrin

Selama stress, epinefrin dapat menghidrolisa glikogen hati untuk meningkatkan kadar glukosa darah.⁴⁰

Hiperglikemia menyebabkan diuresis osmotik yang menyebabkan hipovolemia, penurunan laju filtrasi glomerulus, dan hiperglikemia yang memburuk. Pada tingkat sel, peningkatan kadar glukosa darah mengakibatkan cedera mitokondria dengan menghasilkan spesies oksigen reaktif, dan disfungsi endotel dengan menghambat produksi oksida nitrat. Hiperglikemia meningkatkan kadar sitokin pro-inflamasi seperti TNF- α dan IL-6 yang menyebabkan disfungsi sistem kekebalan tubuh. Perubahan ini pada akhirnya dapat menyebabkan peningkatan risiko infeksi, gangguan penyembuhan luka, kegagalan banyak organ, lama tinggal di rumah sakit dan kematian.⁴¹

Hiperglikemia pada penderita diabetes berhubungan dengan kerusakan jangka panjang yakni terjadinya disfungsi atau kegagalan beberapa organ tubuh terutama pada organ tubuh yaitu mata, ginjal, saraf, jantung dan pembuluh darah. Faktor yang

mempengaruhi hiperglikemia adalah penurunan sekresi insulin, penurunan penggunaan glukosa, dan peningkatan produksi glukosa. Homeostasis glukosa yaitu keseimbangan antara produksi glukosa hati dan penyerapan dan pemanfaatan glukosa perifer. Insulin merupakan pengatur homeostasis glukosa yang paling penting.³⁴ Dengan demikian, sangat penting untuk mengelola hiperglikemia secara efektif dan efisien untuk mencegah komplikasi penyakit dan meningkatkan hasil pasien.⁴²

Insulin adalah pengatur homeostasis glukosa yang paling penting. Hiperglikemia pada pasien dengan diabetes tipe 1 adalah hasil dari faktor genetik, lingkungan, dan imunologi. Ini menyebabkan penghancuran sel beta pankreas dan defisiensi insulin. Pada pasien dengan diabetes tipe 2, resistensi insulin dan sekresi insulin yang abnormal menyebabkan hiperglikemia. Menurut penelitian terbaru, gangguan metabolisme seperti diabetes melitus tipe 2 meningkatkan risiko penurunan kognitif dan demensia Alzheimer. Demensia alzheimer juga merupakan faktor risiko diabetes tipe 2. Studi terbaru menunjukkan penyakit ini terhubung baik pada tingkat klinis dan molekuler. Seperti resistensi insulin perifer yang menyebabkan diabetes tipe 2, resistensi insulin otak terkait dengan disfungsi saraf dan gangguan kognitif pada demensia Alzheimer.⁴²

2.3 Konsumsi Makronutrien

2.3.1 Karbohidrat

2.3.1.1 Definisi

Karbohidrat atau sakarida adalah komponen esensial semua organisme hidup. Karbohidrat adalah suatu zat gizi yang sangat dibutuhkan oleh manusia yang berfungsi untuk menghasilkan energi bagi tubuh manusia.⁴³ Secara umum definisi karbohidrat adalah senyawa organik yang mengandung unsur Carbon (C), Hidrogen (H) dan Oksigen (O) yang terdapat dalam alam dan berasal dari tanaman melalui proses fotosintesis.⁴⁰ Banyak karbohidrat mempunyai rumus empiris CH_2O . Nama karbohidrat berasal dari kebanyakan senyawa dari golongan ini mempunyai rumus empiris yang menunjukkan bahwa senyawa tersebut adalah karbon “hidrat” dan memiliki perbandingan 1:2:1 untuk C, H, dan O. Perbandingan jumlah atom H dan O adalah 2:1 seperti pada molekul air. Sir Walter Norman Haworth seorang ahli kimia berpendapat bahwa pada molekul glukosa, kelima atom karbon yang pertama dengan

atom oksigen, dapat membentuk cincin segi enam. Oleh karena itu, diusulkanlah penulisan rumus struktur karbohidrat sebagai bentuk cincin furan atau piran.⁴⁴

Karbohidrat menyediakan energi sebesar 4 kkal/gram. Zat gizi ini merupakan zat gizi makro yang paling banyak tersedia dan mudah untuk dicerna serta sebagai sumber energi terbesar, yaitu sekitar 55-60 %.⁴⁰ Di dalam tubuh karbohidrat dapat dibentuk dari beberapa asam amino dan sebagian dari gliserol lemak. Akan tetapi sebagian besar karbohidrat diperoleh dari bahan makanan yang dikonsumsi sehari-hari, terutama sumber bahan makan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan.⁴⁵

Reaksi fotosintesis :

Sinar matahari



Pada proses fotosintesis, klorofil pada tumbuh-tumbuhan akan menyerap dan menggunakan energi matahari untuk membentuk karbohidrat dengan bahan utama CO₂ dari udara dan air yang berasal dari tanah.⁴⁵ Sumber karbohidrat seperti biji-bijian, roti, gula tebu, buah-buahan, susu dan madu. Sumber karbohidrat ini merupakan sumber energi penting pada manusia dan binatang.⁴³

2.3.1.2 Klasifikasi

Penggolongan karbohidrat yang paling sering dipakai dalam ilmu gizi berdasarkan jumlah molekulnya :

1) Monosakarida

Monosakarida adalah karbohidrat yang sederhana, dalam arti molekulnya hanya terdiri atas beberapa atom karbon saja dan tidak dapat diuraikan dengan cara hidrolisis dalam kondisi lunak menjadi karbo lain. Monosakarida tidak berwarna, bentuk kristalnya larut dalam air tetapi tidak larut dalam pelarut nonpolar.⁴⁴

Monosakarida mempunyai satu molekul karbohidrat menyediakan sekitar 10% dari sumber energi. Formula monosakarida, yaitu C_nH_{2n}O_n. Monosakarida yang paling umum adalah heksosa dengan 6 karbon (formula : C₆H₁₂O₆).⁴⁰

Klasifikasi monosakarida ada 2, yaitu :

a. Heksosa (6 buah karbon) :

1) Glukosa

Glukosa disebut juga “dextrose”, “grape sugar” dan “blood sugar”. Glukosa ditemukan dalam buah-buahan, beberapa sayuran, madu, sirup jagung dan ‘molasses’. Semua makanan yang mengandung CHO dalam tubuh diubah menjadi glukosa. Otak hanya dapat menggunakan glukosa sebagai energi. Level glukosa dalam darah diatur dengan ketat.⁴⁰ Di dalam tubuh glukosa didapat dari hasil akhir pencernaan amilum, sukrosa, maltosa dan laktosa. Glukosa dijumpai di dalam aliran darah (disebut Kadar Gula Darah) dan berfungsi sebagai penyedia energi bagi seluruh sel-sel dan jaringan tubuh.⁴⁵

2) Fruktosa

Fruktosa juga dikenal dengan “levulose” dan “fruit sugar”. Fruktosa ditemukan dalam buah-buahan, madu dan ‘molasses’. Jenis heksosa ini jenis karbohidrat paling manis.⁴⁰ Banyak dijumpai pada mahkota bunga, madu dan hasil hidrolisa dari gula tebu. Di dalam fruktosa didapat dari hasil pemecahan sukrosa.⁴⁵

3) Galaktosa

Galaktosa tidak ditemukan secara bebas di alam. Galaktosa merupakan bagian dari laktosa disakarida. Di dalam hati galaktosa diubah menjadi glukosa.⁴⁰ Galaktosa yang ada di dalam tubuh merupakan hasil hidrolisa dari laktosa.⁴⁵

b. Pentosa (5 buah karbon)

1) Ribosa

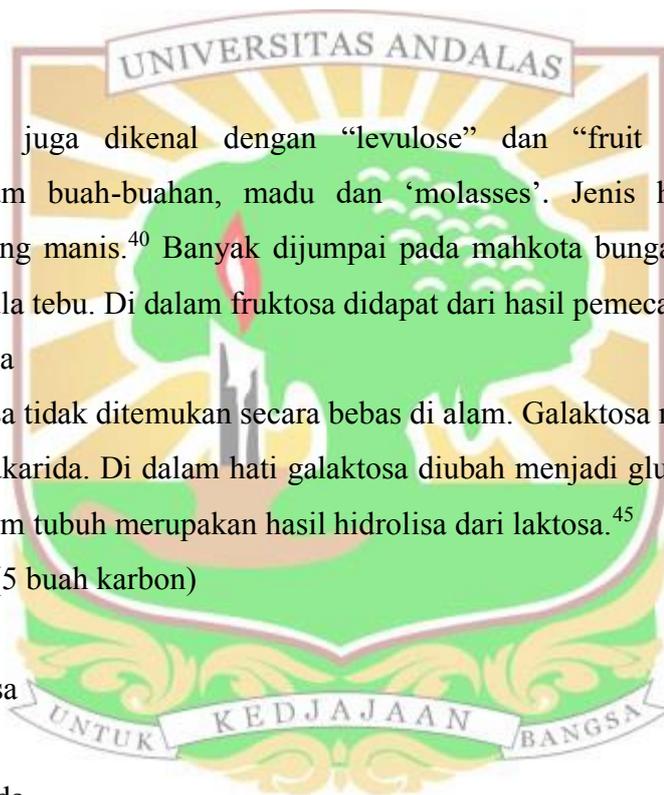
2) Arabinosa

3) Xylosa⁴⁰

2) Disakarida

Disakarida merupakan sepasang monosakarida yang terikat bersama dengan ikatan glikosidik dari karbon 1 dari satu satuan ke suatu OH satuan lain. Seperti halnya monosakarida, senyawa ini larut dalam air, sedikit larut dalam alcohol, dan praktis tidak larut dalam eter dan pelarut organik nonpolar. Contoh dari disakarida adalah maltose, sukrosa, dan laktosa.⁴⁴

Disakarida menyumbang sekitar 35% dari total konsumsi karbohidrat. Contoh jenis disakarida adalah sukrosa, laktosa dan maltosa. Semua makanan sumber disakarida dihidrolisa menjadi monosakarida selama proses pencernaan.⁴⁰



a. Sukrosa

Sukrosa (gula umum) terdiri dari molekul glukosa dan fruktosa. Sukrosa terbuat dari gula kaleng dan digunakan secara umum sebagai pemanis. Makanan sumber sukrosa dihidrolisa menjadi glukosa dan fruktosa selama proses penyerapan dan fruktosa kemudian dikonversi menjadi glukosa dalam hati.⁴⁰

Contoh sukrosa adalah gula meja (table sugar) atau gula pasir dan disebut juga gula invert. Mempunyai 2 (dua) molekul monosakarida yang terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa. Sumber dari tebu (100% mengandung sukrosa), bit, gula nira (50%), jam, jelly.⁴⁵

b. Maltosa

Maltosa terbuat dari 2 molekul glukosa, ditemukan dalam sirup jagung. Maltosa tidak ditemukan dalam banyak makanan.⁴⁰ Di dalam tubuh maltosa didapat dari hasil pemecahan amilum, lebih mudah dicerna dan rasanya lebih enak dan nikmat. Dengan yodium, amilum akan berubah menjadi warna biru. Amilum terdiri dari 2 fraksi (dapat dipisahkan dengan air panas):⁴⁸

Secara umum penduduk di negara-negara Asean, khususnya Filipina, Malaysia, Thailand dan Indonesia menyenangi nasi dengan kandungan amilosa medium, sedangkan Jepang dan Korea menyenangi nasi dengan amilosa rendah.⁴⁸

c. Laktosa

Laktosa (gula susu) terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul galaktosa.⁴³ Laktosa kurang larut di dalam air. Sumber : hanya terdapat pada susu sehingga disebut juga gula susu (susu sapi 4-5% dan asi 4-7%).⁴⁷ Makanan yang mengandung laktosa dihidrolisa oleh enzim laktase selama pencernaan menjadi glukosa dan galaktosa, kemudian galaktosa dikonversi menjadi glukosa dalam hati (semua makanan sumber CHO dikonversi menjadi monosakarida dalam tubuh). Dikenal kondisi laktosa intolerans, yaitu keadaan ketidakmampuan dalam mencerna laktosa karena tidak cukupnya atau gagal dalam menghasilkan enzim laktase. Dapat disubstitusi pada produk susu fermentasi (yogurt, buttermilk dan keju). “Lactaid” dapat juga digunakan menjadi laktosa hidrolisa dalam susu.⁴⁰ Kelainan ini dapat dijumpai pada bayi, anak dan orang dewasa, baik untuk sementara maupun secara menetap. Gejala yang sering dijumpai adalah diare, gembung, flatulensi dan kejang perut.⁴⁸

3) Oligosakarida

Pada sel, oligosakarida paling banyak terdiri dari tiga atau lebih unit residu monosakarida. Oligosakarida ini tidak berada dalam keadaan bebas tetapi sering berikatan dengan molekul non gula seperti lipid membentuk glikolipid, protein membentuk glikoprotein yang keduanya mempunyai fungsi pengatur. Glikoprotein dan glikolipid adalah glycoconjugates. Contoh oligosakarida yang tidak terikat dengan molekul lain adalah Fructooligosaccharide.⁴³

4) Polisakarida

Polisakarida tersusun dari banyak unit monosakarida yang saling berhubungan melalui ikatan glikosida.⁴⁸ Polisakarida yang terdiri dari satu macam monosakarida disebut homopolisakarida, sedangkan yang mengandung senyawa lain disebut heteropolisakarida. Umumnya, polisakarida berupa senyawa berwarna putih dan tidak berbentuk Kristal, dapat mengandung lebih dari 60.000 molekul monosakarida yang tersusun membentuk rantai lurus ataupun bercabang. Polisakarida rasanya tawar (tidak manis), tidak seperti monosakarida dan disakarida.⁴⁷ Berat molekul polisakarida yang larut dalam air akan membentuk larutan koloid. Beberapa polisakarida yang penting diantaranya adalah amilum, glikogen, dekstrin, dan selulosa⁴⁴

Polisakarida merupakan senyawa karbohidrat kompleks, Di dalam Ilmu Gizi ada 3 (tiga) jenis yang ada hubungannya yaitu amilum, dekstrin, glikogen dan selulosa.

d. Amilum (zat pati)

Pati merupakan sejumlah besar molekul glukosa yang terikat pada alpha (α)-1,4 ikatan glikosidik. Pati terdiri dari 3000 atau lebih monosakarida yang terikat bersamaan, disimpan dalam bentuk glukosa dalam tanaman. Pati dihidrolisa menjadi glukosa selama pencernaan oleh enzim amilase.⁴⁰

Sumber pati dalam makanan :

- a. Seeds dan grains corn, tepung (70% per gram)
- b. Dried peas dan beans soybeans, kidney beans (40 % per gram)
- c. Tubers-potatoes, yams⁴⁰

Selain itu merupakan sumber energi utama bagi orang dewasa di seluruh penduduk dunia, terutama di negara berkembang oleh karena dikonsumsi sebagai

bahan makanan pokok. Disamping bahan pangan kaya akan amilum juga mengandung protein, vitamin, serat dan beberapa zat gizi penting lainnya. Amilum merupakan karbohidrat dalam bentuk simpanan bagi tumbuh-tumbuhan dalam bentuk granul yang dijumpai pada umbi dan akarnya. Sumber: umbi-umbian, sereal dan biji-bijian merupakan sumber amilum yang berlimpah ruah oleh karena mudah didapat untuk di konsumsi. Jagung, beras dan gandum kandungan amilumnya lebih dari 70%, sedangkan pada kacang-kacangan sekitar 40%. Amilum tidak larut di dalam air dingin, tetapi larut di dalam air panas membentuk cairan yang sangat pekat seperti pasta; peristiwa ini disebut "gelatinisasi".⁴⁷

e. Dekstrin

Merupakan zat antara dalam pemecahan amilum. Molekulnya lebih sederhana, lebih mudah larut di dalam air, dengan yodium akan berubah menjadi warna merah.⁴⁷

f. Glikogen

Glikogen merupakan banyak molekul glukosa yang terikat bersama. Glikogen adalah bentuk cadangan glukosa dalam tubuh manusia dan hewan (glikogen tidak terdapat dalam tanaman). Cadangan glikogen dalam tubuh manusia terbatas jumlahnya (kira-kira 340 gram), dalam otot 2/3 dan hati 1/3. Cadangan glikogen dalam hati dapat dihidrolisa secara cepat untuk memelihara kadar glukosa darah ketika konsumsi CHO rendah.⁴⁰

Glikogen merupakan "pati hewani", terbentuk dari ikatan 1000 molekul, larut di dalam air (pati nabati tidak larut dalam air) dan bila bereaksi dengan iodine akan menghasilkan warna merah. Glikogen terdapat pada otot hewan, manusia dan ikan. Glikogen disimpan di dalam hati dan otot sebagai cadangan energi, yang sewaktu-waktu dapat diubah kembali menjadi glukosa bila dibutuhkan. Sumber : banyak terdapat pada kecambah, sereal, susu, sirup jagung (26%).⁴⁷

g. Selulosa

Selulosa adalah kumpulan molekul glukosa yang terikat pada beta- (β) 1,4 ikatan glikosidik. Selulosa terdapat pada dinding sel tanaman. Manusia tidak dapat mencerna selulosa karena tidak mempunyai enzim yang menghancurkan β -1,4 ikatan selulosa. Komponen serat ada 2, yaitu bersumber dari karbohidrat (selulosa, hemiselulosa, pektin, gum dan 'mucilage') dan non-karbohidrat (lignin).⁴⁰

Hampir 50% karbohidrat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan adalah selulosa, karena selulosa merupakan bagian yang terpenting dari dinding sel tumbuh-tumbuhan. Selulosa tidak dapat dicerna oleh tubuh manusia, oleh karena tidak ada enzim untuk memecah selulosa. Meskipun tidak dapat dicerna, selulosa berfungsi sebagai sumber serat yang dapat memperbesar volume dari faeses, sehingga akan memperlancar defekasi.⁴⁷

Dahulu serat digunakan sebagai indeks dalam menilai kualitas makanan, makin tinggi kandungan serat dalam makanan maka nilai gizi makanan tersebut dipandang semakin buruk. Akan tetapi pada dasawarsa terakhir ini, para ahli sepakat bahwa serat merupakan komponen penyusun diet manusia yang sangat penting. Tanpa adanya serat, mengakibatkan terjadinya konstipasi (susah buang air besar), haemorrhoid (ambeben), divertikulus, kanker pada usus besar, appendicitis, diabetes penyakit jantung koroner dan obesitas.⁴⁵

2.3.1.3 Sumber

Karbohidrat mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain. Sedangkan dalam tubuh, karbohidrat berguna untuk mencegah timbulnya ketosis, pemecahan tubuh protein yang berlebihan, kehilangan mineral, dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein. Kebanyakan karbohidrat yang dikonsumsi adalah tepung atau amilum atau pati yang ada dalam gandum, jagung, beras, kentang, dan padi-padian lainnya. Karbohidrat juga menjadi komponen struktur penting pada makhluk hidup dalam bentuk serat (fiber), seperti selulosa, pectin, serta lignin.⁴⁴

2.3.1.4 Kebutuhan Sehari-hari

WHO (1990) menganjurkan 55% - 75% konsumsi energi total dari KH kompleks dan 10% dari gula sederhana. Untuk serat, Lembaga Kanker Amerika menganjurkan makan 20 - 30 gram serat sehari. Contoh : Total asupan 1 hari 2.000 kkal/hari. Jadi 55% dari 2.000 kkal = 1.100 kkal/hari selanjutnya 1.100 kkal / 4 kkal = 275 gram/hari (275 – 300 gram) konsumsi karbohidrat.⁴⁰

2.3.2 Protein

2.3.2.1 Definisi

Istilah protein berasal dari bahasa Yunani yaitu proteos, yang berarti utama atau yang didahulukan. Kata ini diperkenalkan oleh seorang ahli kimia Belanda,

Gerardus Mulder (1802-1880), karena ia berpendapat bahwa protein adalah zat yang paling penting dari semua substansi organik untuk setiap organisme dalam kehidupannya.⁴⁰

Protein tersusun dari atom C, H, O, dan N, sedangkan karbohidrat dan lemak tidak mengandung atom N (nitrogen). Oleh sebab itu protein dapat berfungsi sebagai karbohidrat dan lemak penghasil energi tetapi sebaliknya karbohidrat dan lemak tidak dapat berfungsi sebagai protein terutama dalam hal penggantian sel-sel lama dengan yang baru.⁴⁰ Protein adalah zat makanan yang mengandung nitrogen yang diyakini sebagai faktor penting untuk fungsi tubuh, sehingga tidak mungkin ada kehidupan tanpa protein.⁴⁰ Protein dapat digambarkan sebagai untaian sederetan residu asam amino dengan urutan spesifik. Istilah residu menandakan bahwa air telah hilang ketika satu asam amino bergabung dengan asam amino lainnya. Suatu protein mungkin untaian polipeptida tunggal atau mungkin tersusun dari beberapa untaian polipeptida yang berikatan satu dengan lainnya melalui interaksi lemah.⁴³

Seperlima bagian tubuh adalah protein, separuhnya ada didalam otot, seperlimanya di dalam tulang rawan, sepersepuluh di dalam kulit, dan selebihnya di dalam jaringan lain dan cairan tubuh.⁴⁰ Protein melakukan paling banyak pekerjaan di dalam sel. Semua fungsi protein tersebut adalah esensial untuk kehidupan sel. Protein merupakan kelompok molekul makanan yang penting karena protein menyediakan organisme tidak hanya karbon dan hidrogen, tetapi juga nitrogen dan sulfur.⁴³

2.3.2.2 Klasifikasi

Protein dapat diklasifikasi atas dasar beberapa kriteria seperti fungsinya, kelarutan, konformasi, dll.

Menurut fungsinya protein dibagi menjadi golongan:

1) Enzim

Enzim adalah katalis biologi yang mengkatalisis hampir semua reaksi yang terjadi di dalam makhluk hidup. Reaksi akan berlangsung sehari-hari atau berminggu-minggu atau membutuhkan suhu yang tinggi tanpa enzim. Sebagai contoh enzim pencernaan, pepsin, trypsin, dan chymotrysin yang mendegradasi protein pada diet kita agar asam amino dapat diserap untuk digunakan oleh sel kita.⁴³

2) Protein Pertahanan

Protein pertahanan termasuk antibodi merupakan molekul protein yang mempunyai spesifik tinggi. Protein ini dihasilkan oleh sel khusus dari sistem imun dan berperan merespon antigen asing. Antigen asing ini termasuk bakteri dan virus yang menginfeksi tubuh.⁴³

3) Protein Transport

Protein transport membawa material dari satu tempat ke tempat lainnya di dalam tubuh. Protein transport transferin membawa besi dari liver ke sum sum tulang dimana besi digunakan untuk mensintesa gugus heme untuk hemoglobin.⁴³

4) Protein Pengatur

Protein pengatur mengontrol banyak aspek dari fungsi sel termasuk metabolisme dan reproduksi. Suhu tubuh, pH darah, kadar glukosa darah harus diatur dengan hati-hati. Banyak hormon yang mengatur fungsi tubuh seperti insulin, glucagon adalah protein.⁴³

5) Protein Struktur

Protein struktur menyediakan pendukung mekanik untuk sebagian besar binatang dan menyediakan penutup luar. Rambut dan kuku kita adalah sebagian besar tersusun dari protein keratin. Protein lainnya menyediakan kekuatan mekanik untuk tulang kita, urat (tendon), dan kulit.⁴³

6) *Movement Proteins*

Protein pergerakan adalah perlu untuk semua bentuk pergerakan. Otot kita yang termasuk otot yang paling penting adalah jantung, berkontraksi dan berekspansi melalui interaksi dari protein aktin dan miosin. Sperma dapat berenang karena mempunyai flagela yang panjang yang terbuat dari protein.⁴³

7) Nutrien protein

Protein nutrien menyediakan asam amino untuk embrio dan janin. Albumin telur dan kasein susu adalah contoh protein penyimpan makanan. Beberapa protein berfungsi sebagai poros atau saluran pada membran yang memungkinkan lewatnya molekul bermuatan dan kecil.⁴³

Menurut kelarutannya dalam zat pelarut tertentu maka protein dibagi menjadi:

- a. Albumin : terdapat dalam telur, susu, plasma, dan hemoglobin. Albumin larut dalam air dan mengalami koagulasi bila dipanaskan

- b. Globulin : terdapat dalam otot, serum, kuning telur, dan biji tumbuh-tumbuhan. Globulin tidak larut dalam air tetapi larut dalam larutan garam encer dan garam dapur dan mengendap dalam larutan garam konsentrasi tinggi. Globulin mengalami koagulasi bila dipanaskan.
- c. Prolamin
- d. Glutelin

Bila ditinjau dari sudut konformasinya maka protein bisa dibagi menjadi:

1) Protein bentuk serabut atau benang (fibrous)

Protein dalam bentuk serabut terdiri atas beberapa rantai peptida berbentuk spiral yang terjalin satu sama lain sehingga menyerupai batang yang kaku. Karakteristik protein bentuk serabut adalah rendahnya daya larut, mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi dan tahan terhadap enzim pencernaan. Protein ini terdapat dalam unsur-unsur struktur tubuh.⁴⁰

2. Protein globular

Protein globular berbentuk bola, terdapat dalam cairan jaringan tubuh. Protein ini larut dalam larutan garam dan asam encer, mudah berubah dibawah pengaruh suhu, konsentrasi garam serta mudah mengalami denaturasi. Bila protein dihidrolisis dengan bantuan asam maka hasilnya adalah asam amino yang jumlahnya tergantung dari panjang rantai, berat molekul, dll. Menurut asam amino pembentuknya, protein dapat digolongkan sebagai berikut :⁴⁰

- h. Protein sempurna “Complete Protein” adalah mengandung asam amino esensial lengkap baik macam maupun jumlahnya, sehingga dapat menjamin pertumbuhan dan mempertahankan kehidupan jaringan yang ada. Contohnya kasein pada susu; albumin pada putih telur⁴⁰
- i. Protein tidak sempurna “Incomplete Protein” adalah protein yang tidak atau sangat sedikit berisi satu atau lebih asam amino esensial, seperti zein pada jagung dan protein nabati lainnya.⁴⁰
- j. Protein kurang sempurna (Partially Complete Protein) mengandung asam amino esensial yang lengkap, tetapi beberapa diantaranya hanya sedikit. Contohnya legumin pada kacang-kacangan; gliadin pada gandum.⁴⁰

2.3.2.3 Sumber

Bahan makanan hewani merupakan sumber protein yang baik, dalam jumlah maupun mutu, seperti telur, susu, daging, unggas, ikan, dan kerang. Sumber protein nabati adalah kacang kedelai dan hasilnya, seperti tempe dan tahu, serta kacang-kacangan lain. Kacang kedelai merupakan sumber protein nabati yang mempunyai mutu atau nilai biologi tertinggi. Protein kacang-kacangan terbatas dalam asam amino metionin. Selain kacang-kacangan, protein nabati juga terdapat dari jenis sereal seperti gandum, beras, jagung. Padi-padian dan hasilnya relatif rendah dalam protein, tetapi karena dimakan dalam jumlah banyak, memberi sumbangan besar terhadap konsumsi protein sehari-hari. Protein padi-padian tidak komplet, dengan asam amino pembatas lisin. Dalam merencanakan diet, di samping memperhatikan jumlah protein perlu diperhatikan pula mutunya. Protein hewani pada umumnya mempunyai susunan asam amino yang paling sesuai untuk kebutuhan manusia. Akan tetapi harganya relatif mahal. Untuk menjamin mutu protein dalam makanan sehari-hari, dianjurkan sepertiga bagian protein yang dibutuhkan berasal dari protein hewani. Protein hewani bisa didapat dari daging (sapi, kerbau, ayam, unggas), telur (telur ayam, telur bebek), susu (terutama susu sapi), ikan (ikan laut dan ikan air tawar).⁴⁶

2.3.2.4 Kebutuhan Sehari-hari

Kebutuhan minimum protein berbeda antara satu orang dengan orang yang lainnya tergantung keadaan gizi, umur, seks, ukuran tubuh dan aktivitas dari masing-masing individu. Sebenarnya tidak mungkin kita membicarakan kebutuhan protein secara terpisah, namun untuk memudahkan diumpamakan zat-zat gizi lainnya telah cukup sehingga baru dapat dihitung banyak protein yang diperlukan tubuh.⁴⁰

Banyak protein yang dibutuhkan didasarkan atas hal pokok sebagai berikut:

1. Untuk memenuhi kebutuhan basal (minimal) dimana apabila jumlah kebutuhan ini tidak dipenuhi maka kesehatan tubuh akan terganggu dan pertumbuhan normal tidak tercapai
2. Sejumlah tambahan untuk mengimbangi adanya kerusakan, infeksi, stress dsb.

Untuk dapat memenuhi kebutuhan setiap orang (dewasa) diperkirakan 1 gram per-kg BB. Anak yang sedang tumbuh dan wanita hamil membutuhkan protein yang lebih tinggi. Pada anak balita kecukupan protein yang dianjurkan adalah 1,5 g/kg BB

dan pada bayi usia 0-12 bulan adalah 2,0 g/kg BB. Pada wanita hamil kecukupan protein yang dianjurkan adalah 1,5 kali lipat dari kebutuhan wanita dewasa yang tidak hamil. Demikian juga pada wanita menyusui.⁴⁰

Kekurangan (defisiensi) protein menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan jaringan badan menjadi tidak normal. Anak yang kekurangan akan mengalami gangguan potensi tumbuh. Apabila kekurangan protein dalam makanan sangat ekstrim maka anak akan menderita kurang gizi berat yang disebut kwashiorkor. Pada anak kwashiorkor terjadi retardasi perkembangan fisik dan mental dan bengkak di bagian kaki. Pada orang dewasa defisiensi protein dapat berakibat rendah stamina, depresi mental, lemah, rendah resistensi terhadap penyakit, mudah sakit dan kalau sudah sakit sulit disembuhkan.⁴⁰

2.3.3 Lemak

2.3.3.1 Definisi

Lemak/Lipid merupakan senyawa-senyawa nitrogen yang merupakan sekelompok ikatan organik yang terdiri atas unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) dan kadang-kadang fosfor (P) dan nitrogen (N).⁴⁰ Lemak adalah suatu zat yang kaya akan energi, berfungsi sebagai sumber energi yang utama untuk proses metabolisme tubuh. Lemak yang beredar di dalam tubuh diperoleh dari dua sumber yaitu dari makanan dan hasil produksi organ hati, yang bisa disimpan didalam sel-sel lemak sebagai cadangan energi.⁴⁷ Komponen dasar lemak adalah asam lemak dan gliserol yang diperoleh dari hasil hidrolisis lemak, minyak maupun senyawa lipid lainnya.⁴⁷

Lemak merupakan komponen yang tidak larut di dalam air seperti minyak, lemak, lilin, lipoprotein dan sterol. Sama halnya dengan protein dan karbohidrat, lemak pun mengandung unsur organik karbon, hidrogen dan oksigen yang terikat dalam ikatan yang disebut ikatan gliserida. Trigliserida adalah bentuk utama lemak baik di dalam tubuh maupun di dalam makanan. Baik lemak (padat pada suhu kamar atau 23 C) dan minyak (cair pada suhu kamar atau suhu 23 C) tersusun dari trigliserida.⁴⁰

Lemak pada umumnya mengandung asam lemak jenuh (yang tidak berikatan rangkap) tinggi sedangkan minyak cair tingkat ketidakterjenuhannya tinggi berarti banyak mengandung asam lemak berikatan rangkap sehingga cenderung mudah

teroksidasi kecuali minyak kelapa dan butter fat kandungan asam lemak tidak jenuhnya rendah.⁴⁰

Lemak adalah salah satu komponen makanan multifungsi yang sangat penting untuk kehidupan. Fungsi lemak dalam tubuh antara lain sebagai sumber energi, bagian dari membran sel, mediator aktivitas biologis antar sel, isolator dalam menjaga keseimbangan suhu tubuh, pelindung organ organ tubuh serta pelarut vitamin A, D, E, dan K. Penambahan lemak dalam makanan memberikan efek rasa lezat dan tekstur makanan menjadi lembut serta gurih.⁴⁷

2.3.3.2 Klasifikasi

Menurut ada tidaknya ikatan rangkap yang dikandung asam lemak maka asam lemak dapat dibagi menjadi :

1) Asam lemak jenuh

Asam lemak jenuh yaitu mempunyai ikatan tunggal atom karbon (C) dimana masing-masing atom karbon ini akan berikatan dengan atom hidrogen (H)
Contoh : Asam butirrat (C4), Asam kaproat (C6), dan Asam Kaprat (C10), umumnya sampai dengan C10 ini sifat asam lemak adalah cair dan mulai C12 – C24 bersifat padat.⁴⁰

2) Asam lemak tak jenuh tunggal,

Asam lemak ini selalu mengandung paling sedikit satu ikatan rangkap antara 2 atom karbon dengan kehilangan paling sedikit 2 atom hidrogen. Asam lemak yang mempunyai satu ikatan rangkap disebut asam lemak tidak jenuh tunggal (Mono Unsaturated Fatty Acid/MUFA)
Contoh :Asam plamitoleat (C16) dan asam Oleat (C18). Umumnya banyak terdapat pada lemak nabati maupun lemak hewani dan asam lemak ini bersifat cair.⁴⁰

3) Asam lemak tidak jenuh poli

Asam lemak yang mengandung lebih dari satu ikatan rangkap disebut Poly Unsaturated Fatty Acids/PUFA). Asam lemak tak jenuh poli ini akan kehilangan paling sedikit 4 atom hidrogen. Contoh : Asam lemak Linoleat (C18) berikatan rangkap 2, asam lemak linoleat (C18) berikatan rangkap 3, asam lemak arakhidonat (C20) berikatan rangkap 4. Kesemua asam-asam lemak tersebut termasuk juga asam lemak esensial karena tubuh tak dapat membentuk sendiri terutama asam linoleat. Umumnya sifat PUFA ini cair dan cenderung mudah teroksidasi.⁴⁰

Untuk minyak nabati (wujud cair) dapat dibagi atas 3 golongan :⁴⁰

- a. Tidak mengering (non drying oil), mis : minyak kelapa, kacang tanah, zaitun
- b. Setengah mengering (semi drying oil), mis : minyak dari biji kapas, jagung dan minyak biji bunga matahari
- c. Mengering (drying oil), mis : minyak kacang kedelai

Dari penampilan yang bisa dilihat oleh mata/penglihatan, lemak dapat pula dibagi menjadi :

- a. Lemak kentara (Visible fats), mis : lemak hewani, butter, margarine
- b. Lemak tak kentara (Invisible fats), mis : lemak dalam susu, kuning telur, alpokat

Selain lemak yang termasuk trigliserida atau yang masuk lemak netral atau disebut juga lipida dan sumber-sumbernya diketahui juga kelompok lain yang merupakan ester asam lemak, alkohol serta radikal lainnya (Compound Lipids) dan yang termasuk turunan/derivat lemak (Derived Lipids).⁴⁰

k. Compound Lipids

Yang termasuk compound lipid antara lain :

- a. Fosfolipid (komponen lemak yang mengandung fosfor dalam molekulnya, lesitin dan sefalin yang terdapat dalam otak, empedu dan susunan saraf. Fosfolipid juga ditemui pada semua sel tubuh dan sebagian bersirkulasi dalam darah dan bersatu dengan metabolit lemak lainnya untuk mempermudah lemak tersebut larut dalam air. Jadi keluar masuknya lemak melalui membran semi permeabel diketahui juga karena bantuan fosfolipid ini.⁴⁰
- b. Glikolipid (komponen lemak yang mempunyai rantai panjang dan mengandung karbohidrat: glukosa/galaktosa), serebrosida, gangliosida dan sulfolipida merupakan jenis glikolipid yang ditemui dalam otak dan susunan saraf. Juga merupakan bagian dari alat-alat tubuh seperti hati, limpa dan testes. Beberapa glikolipid memegang peranan penting dalam transpor lemak di dalam tubuh.⁴⁰

l. Derived Lipids

Yang termasuk derived lipids antara lain :

- a. Kolesterol merupakan bagian yang penting dalam sel dan jaringan-jaringan tubuh otak, syaraf, ginjal, limpa, hati dan kulit disebut Endogenous

Cholesterol. Kolesterol memegang peranan dalam biosintesa/produksi asam empedu, beberapa hormon tertentu serta biosintesa vitamin D. Kolesterol diubah dalam mukosa usus dan kulit menjadi 7-dehidrokolesterol yang merupakan provitamin D. Bila terkena radiasi sinar matahari akan berubah menjadi vitamin D₃. Hormon yang membutuhkan kolesterol sebagai prekursor adalah hormon-hormon sex/kelamin dan adrenokortikohormon. Disamping endogenous cholesterol dikenal juga exogenous cholesterol yaitu kolesterol yang berasal dari bahan makanan (dietary cholesterol). Sumber sumbernya antara lain banyak di dalam kuning telur, ikan, otak, hati, organ kelenjar kerbau. Sejumlah kecil didapatkan pada lemak hewani (mis : daging berlemak). Lemak susu penuh/butter fat, cream keju). Konsentrasi total kolesterol dalam plasma darah berkisar antara 180 – 250 mg/100 ml.⁴⁰

- b. Ergosterol dan Kalsiferol, merupakan macam sterol lain juga sebagai prekursor vitamin D yang selalu didapatkan pada tumbuhan dan minyak hati ikan.

Kolesterol diangkut ke berbagai jaringan tubuh melalui darah. Karena tidak larut air kolesterol harus diangkut dengan cara berkombinasi dengan protein larut air. Beberapa tipe dari lipoprotein yang mengangkut kolesterol dan trigliserida dibedakan berdasarkan densitasnya, yaitu lipoprotein densitas tinggi, lipoprotein densitas rendah dan Very Low Density Lipoprotein. Level HDL yang tinggi menyebabkan menumpuknya kolesterol sepanjang pembuluh darah, membentuk plaques. Walaupun kolesterol dapat berasal dari makanan tetapi lebih banyak disintesis di dalam tubuh.⁴⁰

2.3.3.3 Sumber

Berdasarkan sumbernya minyak dan lemak dapat dibagi dua yaitu yang bersumber dari nabati dan hewani :

- a. Lemak hewani : lemak berasal dari hewan. Contohnya asam palmitat (C16); asam stearat (C18) dan asam Oleat (C18) yang berikatan rangkap. Asam palmitat dan stearat termasuk asam lemak jenuh dan asam Oleat termasuk MUFA.⁴⁰
- b. Lemak nabati : yang terpenting adalah asam lemak esensial seperti asam linoleat, linolenat dan arakhidonat. Banyak terdapat pada minyak sayur

(minyak jagung, minyak kacang kedelai) dan alpokat. Diantara ketiga asam lemak esensial ini yang terpenting asam alinoleat karena tubuh sebenarnya dapat membentuk asam linolenat dan arakidonat asalkan cukup menerima asam linoleat yang didapat dari minyak nabati. Diketahui ASI kaya akan asam linolenat.⁴⁰

2.3.3.4 Kebutuhan Sehari-hari

WHO menganjurkan bahwa konsumsi lemak untuk orang dewasa minimum 20% dari energi total (sekitar 60 gram/hari).⁴⁷ Kebutuhan lemak tidak dinyatakan secara mutlak. Dianjurkan mengkonsumsi 15- 30 %, 10 % dari lemak jenuh, 3-7 % dari lemak tak jenuh ganda. Konsumsi kolesterol dianjurkan ≤ 300 mg/hari.⁴⁰

Asam lemak esensial mempunyai fungsi membantu proses pertumbuhan serta menjaga kesehatan kulit (mencegah terjadinya peradangan kulit/dermatitis). Menurut Claudio et al (1982) kecukupan yang dianjurkan untuk anak-anak sekitar 1 – 3% dari total yang dianjurkan. Misal: kecukupan energi yang dianjurkan 2100 Kalori maka akan dibutuhkan 4,5 – 5 gram linoleat (2% dari 2100 = 42 Kal, kemudian dibagi 9 setara dengan 4,5 – 5 gram asam linoleat).⁴⁰

Defisiensi lemak dalam tubuh akan mengurangi ketersediaan energi dan mengakibatkan terjadinya katabolisme/perombakan protein. Cadangan lemak akan semakin berkurang dan lambat laun terjadi penurunan berat badan. Defisiensi asam lemak akan mengganggu pertumbuhan dan menyebabkan terjadinya kelainan pada kulit, umumnya pada balita terjadi luka Eczematous pada kulit. Kelebihan lemak menyebabkan meningkatnya kolesterol darah, peningkatan prevalensi penyakit hipertensi, obesitas dan kanker.⁴⁰

2.4 Metode Pengukuran Makronutrien

2.4.1 Food Recall

Metode *food recall* 24 adalah metode untuk menilai 5 konsumsi pangan individu dengan cara mengingat pangan yang dikonsumsi seseorang pada kurun waktu 24 jam yang lalu. Metode ini banyak digunakan sebagai gold standart dalam beberapa penelitian validasi karena metode *food recall* 24 jam relatif murah, sederhana, tidak membebani responden dan validitas dari metode ini juga tinggi untuk menggambarkan actual intake zat gizi yang dikonsumsi, dalam pelaksanaannya

sehingga dapat mencakup banyak responden dalam pelaksanaannya dan dapat menggambarkan actual intake zat gizi individu.⁴⁸

Food recall 24 jam dilakukan tanpa pemberitahuan dan dilakukan melalui telepon atau bertemu langsung oleh pewawancara terlatih. Selama wawancara masing-masing makanan dan minuman diingat dan dijelaskan secara rinci, semua jenis dan jumlah makanan dan minuman yang dikonsumsi sebelumnya 24 jam pada dua kesempatan terpisah, hari kerja dan hari akhir pekan. Hari akhir pekan termasuk Sabtu dan Minggu menangkap pola konsumsi makanan yang mungkin berbeda dengan pada hari kerja (Senin sampai Jumat). Periode 24 jam yang ditentukan untuk penarikan makanan didefinisikan sebagai 24 jam berturut-turut antara tengah malam pada hari pertama dan tengah malam pada hari berikutnya. Untuk membantu dalam memperkirakan ukuran porsi makanan yang dikonsumsi, responden didorong untuk melihat gelas ukur dan takaran sendok saat mereka menyelesaikan wawancara mereka melalui telepon atau tatap muka menggunakan *food model*.⁴⁹

Metode *food recall* memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

1. Mudah melaksanakannya serta tidak terlalu membebani responden.
2. Biaya relatif murah, karena tidak memerlukan peralatan khusus dan tempat yang luas untuk wawancara.
3. Cepat, sehingga dapat mencakup banyak responden.
4. Dapat digunakan untuk responden yang buta huruf.
5. Dapat memberikan gambaran nyata yang benar-benar dikonsumsi individu sehingga dapat dihitung intake zat gizi sehari.
6. Lebih objektif dibandingkan dengan metode *food dietary history*.
7. Baik digunakan di klinik.⁵⁰

Kekurangan metode *food recall* 24 jam :

1. Ketepatannya tergantung pada daya ingat responden, sehingga metode ini tidak cocok dilakukan pada anak usia <8 tahun (wawancara dapat dilakukan kepada ibu atau pengasuhnya), lansia, dan orang yang hilang ingatan atau orang yang pelupa.
2. Sering terjadi kesalahan dalam memperkirakan ukuran porsi yang dikonsumsi sehingga menyebabkan over atau underestimate.

3. Membutuhkan tenaga atau petugas yang terlatih dan terampil dalam menggunakan alat-alat bantu URT dan ketepatan alat bantu yang dipakai menurut kebiasaan masyarakat.
4. Sering terjadi kesalahan dalam melakukan konversi ukuran rumat tangga (URT) ke dalam ukuran berat.
5. Jika tidak mencatat penggunaan bumbu, saos, dan minuman, menyebabkan kesalahan perhitungan jumlah energi dan zat gizi yang dikonsumsi.
6. Untuk mendapatkan gambaran konsumsi makanan yang aktual, recall jangan dilakukan pada saat panen, hari besar, hari akhir pekan, pada saat melakukan upacara-upacara keagamaan, selamatan, dan lain-lain.⁵⁰

2.4.2 FFQ

Salah satu metode dalam menilai kebiasaan asupan adalah FFQ yang merupakan metode yang cocok untuk penilaian kebiasaan asupan pangan dalam kajian epidemiologis. Dengan modifikasi, metode ini dapat menyediakan data asupan kebiasaan zat gizi. FFQ sering dirancang untuk mendapatkan informasi yang spesifik, seperti asupan zat gizi makro dan mikro.⁴⁸

Metode ini bertujuan menilai frekuensi pangan yang dikonsumsi pada kurun waktu sebulan terakhir dengan menambahkan perkiraan jumlah porsi yang dikonsumsi remaja melalui metode wawancara yang dilakukan sebanyak satu kali. Umumnya perkiraan konsumsi pangan pada FFQ akan lebih tinggi dibandingkan FR 24 jam, karena pada FFQ berisi berbagai jenis makanan yang dikonsumsi responden selama satu bulan terakhir. FFQ biasanya merupakan metode yang cocok untuk penilaian asupan pangan dalam kajian epidemiologis. Oleh sebab itu, sangat penting untuk melihat sejauh mana kuesioner ini dapat mengukur asupan pangan sebenarnya.⁴⁸

Penggunaan FFQ mempunyai kelebihan antara lain :

1. Relatif murah dan sederhana, FFQ bisa lebih mudah dan memakan waktu lebih sedikit untuk diimplementasikan daripada Dietary Recall 24 jam, jika daftar makanannya relatif pendek (misalnya <100 item)
2. Dapat dilakukan sendiri oleh responden setelah mendapat penjelasan tentang cara pengisian FFQ

3. Hasilnya dapat membantu menjelaskan hubungan antara penyakit dan kebiasaan makan
4. Cepat dan tidak membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengisinya
5. Dapat menentukan asupan makanan tertentu yang biasa dikonsumsi selama jangka waktu tertentu.⁵¹

FFQ juga memiliki beberapa kekurangan, antara lain :

1. Tidak dapat menghitung asupan gizi sehari
2. Bergantung pada ingatan responden. Frekuensi asupan yang biasa rentan terhadap kesalahan pengukuran, terutama dengan periode ingatan lebih lama dari tujuh hari (dan pertanyaan ukuran porsi biasa rentan terhadap kesalahan pengukuran)
3. Responden harus jujur dan mempunyai motivasi yang tinggi untuk mengisinya, Jika FFQ terlalu lama, dapat memakan waktu lebih lama untuk diberikan daripada Dietary Recall standar 24 jam dan menyebabkan kelelahan responden.
4. Hasil tergantung pada kelengkapan daftar makanan dalam kuesioner.⁵¹

2.5 Hubungan Asupan Makronutrien terhadap Kadar Gula Darah

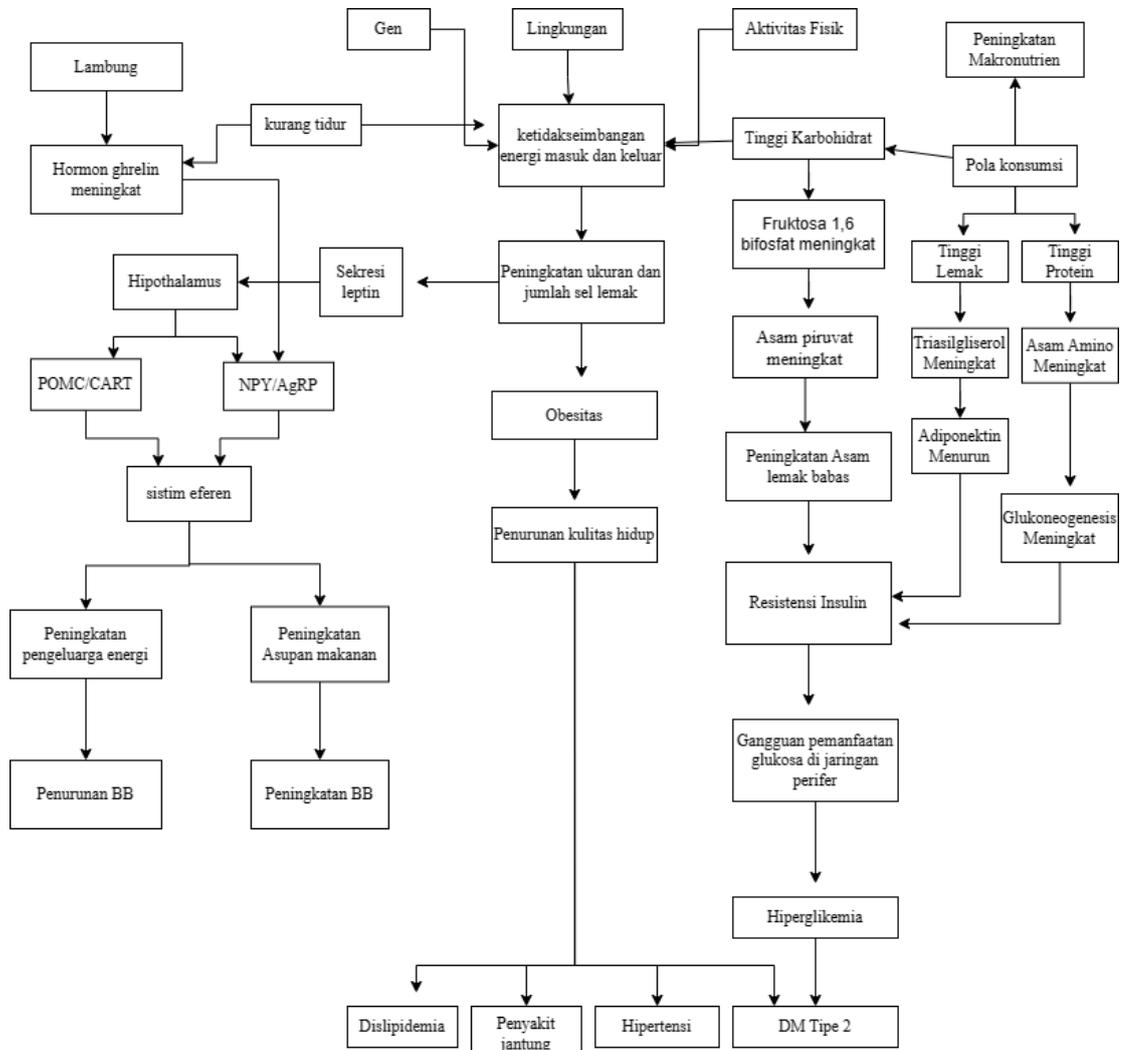
Glukosa disimpan di otot dan hati dalam bentuk glikogen. Apabila kadar glukosa darah rendah, maka terjadi reaksi katabolisme cadangan sumber energi, yang mana untuk meningkatkan kadar glukosa dalam tubuh glikogen dirubah menjadi glukosa.⁴⁵ Glukosa tadi dengan transferase dan *debranching enzyme* mengubah glukosa menjadi glukosa 1 fosfat. Di dalam hepar dan ginjal dirubah lagi menjadi glukosa 6 fosfat yang akan mengeluarkan fosfat. Glukosa akan berdifusi di sel ke darah sehingga terjadi peningkatan gula darah.⁵²

Protein yang berlebih akan dirubah menjadi glukosa melalui gluconeogenesis. Adiponektin yang dihasilkan oleh jaringan lemak berperan dalam regulasi dari metabolisme glukosa dan resistensi insulin. Konsumsi karbohidrat yang berlebih berdampak pada molekul asam piruvat yang diubah menjadi asetil ko-a sebelum masuk ke siklus krebs. Peningkatan gula di dalam darah berakibat pemecahan gula menjadi asam piruvat. Dalam siklus krebs akan mensintesis asetil ko-a menjadi asam lemak bebas sehingga terjadi peningkatan asam lemak bebas yang berdampak terjadinya resistensi insulin yang disebabkan oleh lepasnya TnF-alfa yang

menghambat sinyal insulin, serta memblok sitokin anti-inflamasi yang memiliki aktifitas insulin *insulin-sensitivity*.¹²



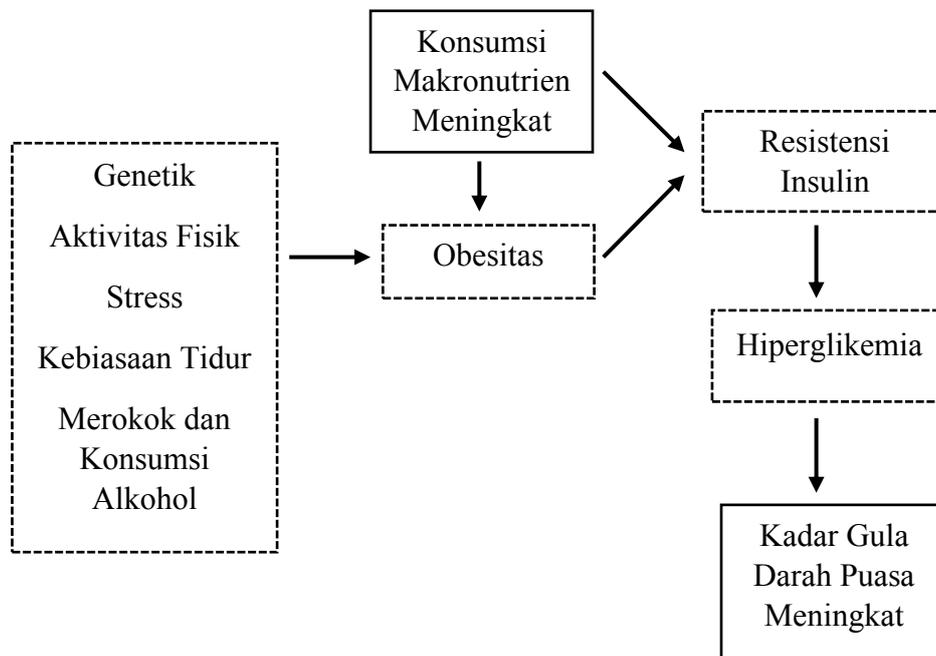
2.6 Kerangka Teori



Gambar 2.4 Kerangka Teori

BAB 3
KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



Keterangan



: Faktor yang diteliti



: Faktor yang tidak diteliti

Gambar 3.1 Kerangka Konseptual Penelitian

3.2 Hipotesis Penelitian

Terdapat hubungan antara kadar makronutrien dengan kadar gula darah puasa pada penderita obesitas.

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah analitik observasional, yaitu penelitian yang mengamati hubungan antara variabel independen (konsumsi makronutrien) dan variabel dependen (kadar gula darah puasa), pengambilan diambil dari data sekunder pada pelaksanaan kegiatan penelitian Prof. dr. Nur Indrawati Lipoeto, MSc, PhD, Sp. GK(K) dengan judul penelitian yakni “Pengembangan Diet Nusantara sebagai Diet Sehat terhadap Sindroma Metabolik”. Desain penelitian menggunakan *cross sectional study* karena semua variabel penelitian diambil pada waktu yang bersamaan.

4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

4.2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di RSUP Dr. M. Djamil Padang dan laboratorium biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.

4.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai dari Desember 2022 – November 2023.

4.3 Populasi dan Sampel Penelitian

4.3.1 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah data penderita obesitas yang memiliki IMT > 25 dan bersedia melakukan pemeriksaan kesehatan.

4.3.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah data penderita obesitas sebanyak 40 orang, yang memenuhi kriteria inklusi yang ditetapkan oleh peneliti utama.

Adapun kriteria inklusi :

1. Seluruh data penderita obesitas yang memiliki IMT > 25 yang terisi lengkap.
2. Seluruh data penderita obesitas yang bersedia melakukan pemeriksaan glukosa darah puasa yang terisi lengkap.

- Seluruh data penderita obesitas yang bersedia melakukan food recall 2×24 jam yang terisi lengkap.

Adapun kriteria eksklusi tidak ada, karena merupakan penelitian sekunder yang mana menggunakan data dari peneliti utama.

4.3.3 Besar Sampel

Untuk menentukan jumlah sampel minimal pada penelitian ini digunakan rumus analitik numerik-numerik atau analitik korelatif sebagai berikut :⁵³

$$n = \left[\frac{(Z\alpha + Z\beta)}{0,5 \ln \frac{1+r}{1-r}} \right]^2 + 3$$

Keterangan :

- n : Jumlah sampel
- Z α : Nilai standar alpha = 1,96
- Z β : Nilai standar beta = 0,84
- ln : Natural logaritma
- r : Koefisien korelasi = 0,5¹⁸

Berdasarkan rumus tersebut didapatkan jumlah sampel sebagai berikut :

$$n = \left[\frac{(1,96+0,84)}{0,5 \ln \frac{1+0,5}{1-0,5}} \right]^2 + 3 = \left[\frac{2,80}{0,5 \ln 3} \right]^2 + 3 = \left[\frac{2,80}{0,549} \right]^2 + 3 = (5,09)^2 + 3 = 28,98$$

Jumlah sampel minimal yang didapatkan berdasarkan perhitungan rumus diatas adalah 29 orang. Untuk mengatasi *drop out*, maka perlu ditambah 10% dari jumlah sampel minimal, yaitu 3 orang. Jadi, jumlah sampel minimal yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebanyak 32 orang.

4.3.4 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode *Total Sampling* sesuai kriteria inklusi.

4.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

4.4.1 Variabel Penelitian

Berdasarkan hipotesis dan jenis penelitian yang dilakukan, maka variabel pada penelitian ini adalah:

- Variabel independen : Makronutrien (Karbohidrat, Protein, dan Lemak)

2. Variabel dependen : Kadar gula darah puasa

4.4.2 Definisi Operasional

1. Karbohidrat

Definisi : Karbohidrat adalah suatu zat gizi yang sangat dibutuhkan oleh manusia yang berfungsi untuk menghasilkan energi bagi tubuh manusia.⁴³

Alat ukur : Food recall 2×24 jam

Cara ukur : Wawancara

Hasil : gram/hari

Skala : Rasio

2. Protein

Definisi : Protein adalah zat makanan yang mengandung nitrogen yang diyakini sebagai faktor penting untuk fungsi tubuh, sehingga tidak mungkin ada kehidupan tanpa protein.⁴⁰

Alat ukur : Food recall 2×24 jam

Cara ukur : Wawancara

Hasil : gram/hari

Skala : Rasio

3. Lemak

Definisi : Lemak adalah suatu zat yang kaya akan energi, berfungsi sebagai sumber energi yang utama untuk proses metabolisme tubuh.⁴⁷

Alat ukur : Food recall 2×24 jam

Cara ukur : Wawancara

Hasil : gram/hari

Skala : Rasio

4 . Gula Darah Puasa

Definisi : Glukosa darah puasa adalah pemeriksaan kadar glukosa darah dengan mengambil sampel darah dari partisipan yang telah berpuasa selama 8-12 jam.⁴⁰

Alat ukur : Spektrofotometer

Cara ukur : Metode enzimatis
Hasil : mg/dl
Skala : Rasio

4.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan adalah data primer yang di dapat dari penelitian Prof. dr. Nur Indrawati Lipoeto, MSc, PhD, Sp. GK(K).

1. Hasil pemeriksaan IMT dari data BB (kg) dan TB (cm) pada penderita obesitas.
2. Hasil pemeriksaan kadar glukosa darah puasa pada penderita obesitas.
3. Hasil pengukuran asupan makronutrien dari foodrecall 2 x 24 jam pada penderita obesitas

4.6 Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data

1. Perencanaan
2. Meminta izin kepada pemilik data primer. Pemilik data primer adalah Prof. dr. Nur Indrawati Lipoeto, MSc, PhD, Sp. GK(K) pada kegiatan penelitian Pengembangan Diet Nusantara sebagai Diet Sehat terhadap Sindroma Metabolik pada tanggal 5-10 Agustus 2022.

4.7 Pengolahan Data dan Analisis Data

4.7.1 Pengolahan Data

Langkah-langkah pengolahan data yang dilakukan sebagai berikut :

1. *Editing* (Menyunting Data)

Pada tahap ini dilakukan pengecekan kembali kelengkapan dan kejelasan semua data responden yang didapat dari hasil pemeriksaan dan wawancara.

2. *Coding* (Pengkodean Data)

Setelah dilakukan pengeditan, data diberi kode pada setiap variabel yang telah terkumpul yang berguna untuk memudahkan pengolahan data.

3. *Entry and Processing* (Memasukkan dan Memproses Data)

Tahap ini merupakan kegiatan untuk memasukkan data yang didapatkan dalam komputer melalui program data SPSS (Statistical Program for Social Science).

4. *Cleaning* (Membersihkan Data)

Data yang telah di-*entry* diperiksa kembali untuk memastikan bahwa data tersebut telah bersih dari kesalahan seperti kesalahan pengkodean, ketidaklengkapan data, dan kesalahan dalam membaca kode.

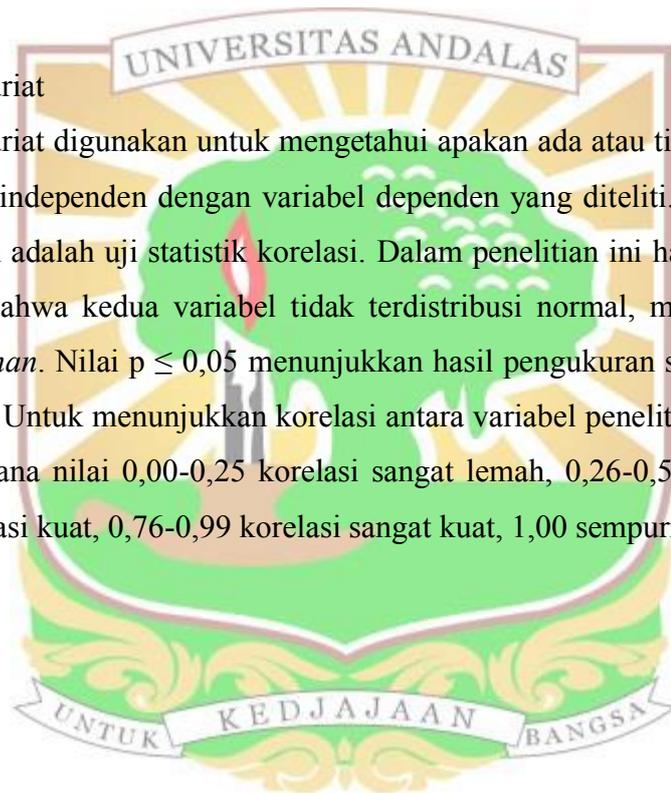
4.7.2 Analisis Data

1. Analisis Univariat

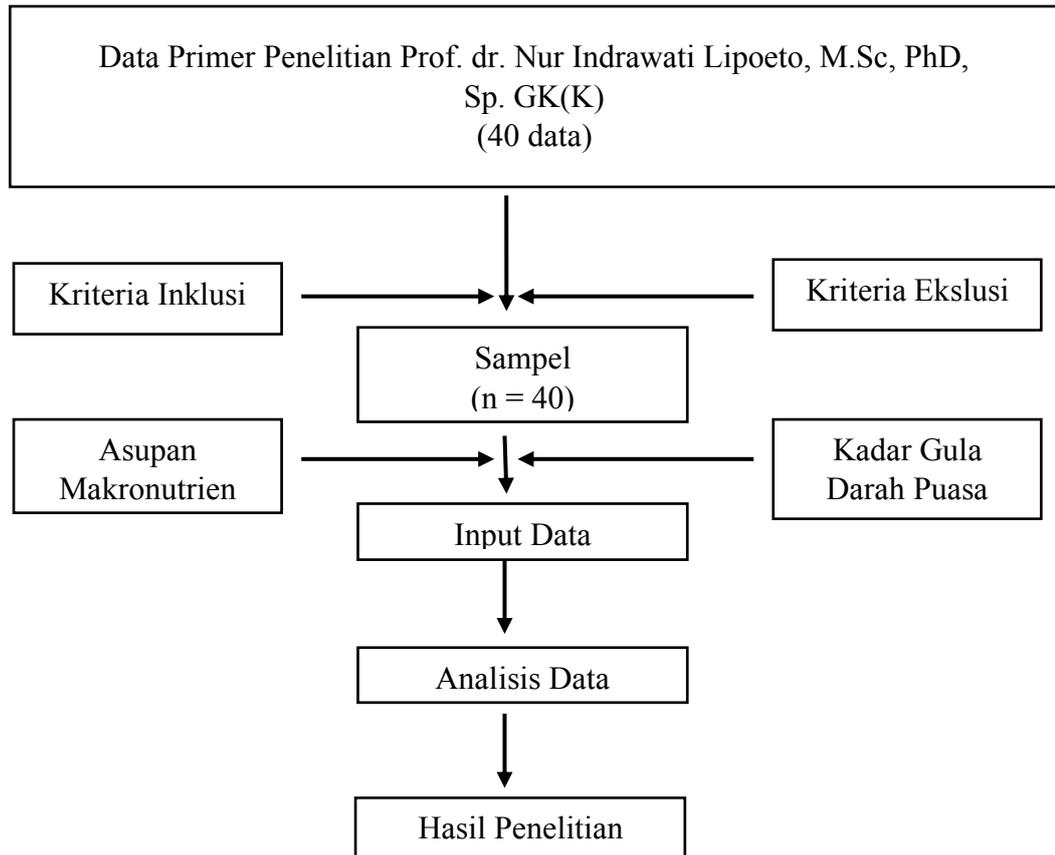
Analisis univariat dilakukan untuk mengetahui distribusi dari masing-masing variabel yang diteliti yaitu variabel independen berupa makronutrien dan variabel dependen berupa kadar gula darah puasa yang disajikan dalam bentuk diagram atau tabel.

2. Analisis Bivariat

Analisis bivariat digunakan untuk mengetahui apakah ada atau tidaknya hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen yang diteliti. Analisis bivariat yang digunakan adalah uji statistik korelasi. Dalam penelitian ini hasil uji normalitas menunjukkan bahwa kedua variabel tidak terdistribusi normal, maka digunakan uji korelasi *Spearman*. Nilai $p \leq 0,05$ menunjukkan hasil pengukuran statistik bermakna atau signifikan. Untuk menunjukkan korelasi antara variabel penelitian menggunakan nilai r , yang mana nilai 0,00-0,25 korelasi sangat lemah, 0,26-0,50 korelasi cukup, 0,51-0,75 korelasi kuat, 0,76-0,99 korelasi sangat kuat, 1,00 sempurna.



4.8 Alur Penelitian



4.9 Etika Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian sekunder, sehingga tidak memerlukan etik penelitian.

BAB 5 HASIL PENELITIAN

Sampel dalam penelitian ini adalah data penderita obesitas yang memiliki IMT>25 dan bersedia melakukan pemeriksaan kesehatan yang memenuhi kriteria inklusi sebanyak 40 orang, berupa data sekunder pada pelaksanaan kegiatan penelitian Prof. dr. Nur Indrawati Lipoeto, MSc, PhD, Sp. GK(K). Sampel diambil dengan menggunakan teknik total sampling.

5.1 Karakteristik Umum Subjek Penelitian pada Penderita Obesitas

Tabel 5.1 Karakteristik Umum Subjek Penelitian pada Penderita Obesitas

Karakteristik	Frekuensi (n) (n = 40)	Persentase (%)
Jenis Kelamin		
• Laki-Laki	7	17,5
• Perempuan	33	82,5
Usia (Tahun)		
• 17-25	1	2,5
• 26-35	10	25,0
• 36-45	21	52,5
• 46-55	8	20,0

Berdasarkan tabel 5.1 pengelompokan umur untuk seluruh sampel penelitian dikelompokkan berdasarkan kelompok usia menurut Depkes tahun 2009. Pada 40 sampel penelitian, dapat diketahui bahwa sebagian besar sampel penelitian merupakan jenis kelamin perempuan, yaitu sebanyak 33 orang (82,5%), sedangkan yang berjenis kelamin laki-laki sebanyak 7 orang (17,5%). Rentang usia terbanyak sampel penelitian berada pada interval usia 36-45 tahun yaitu kategori masa dewasa akhir sebanyak 21 orang (52,5%), dan rentang usia paling sedikit adalah usia 17-25 tahun yaitu kategori masa remaja sebanyak 1 orang (2,5%).

5.2 Rata-Rata Konsumsi Makronutrien pada Penderita Obesitas

Tabel 5.2 Rata-Rata Konsumsi Makronutrien pada Penderita Obesitas

Makronutrien	Rata-rata \pm SD	Min-Maks	Median
Total Energi (kkal)	1.707,9 \pm 501,25	738,70-2.948,65	1.657,8
Karbohidrat (gram/hari)	219,93 \pm 74,21	124,65-404,20	204,77
Protein (gram/hari)	62,56 \pm 18,74	19,45-101,15	63,07
Lemak (gram/hari)	64,30 \pm 28,35	16,20-142,25	59,12

Berdasarkan tabel 5.2 di atas menunjukkan nilai rata-rata asupan total energi adalah 1.707,9 \pm 501,25 dengan nilai median sejumlah 1.657,8, nilai minimum 738,70 dan nilai maksimum 2.948,65 dengan nilai standar deviasi 501,25 yang berarti data kurang bervariasi karena nilai standar deviasi lebih kecil dari rerata. Nilai rata-rata konsumsi karbohidrat adalah 219,93 dengan nilai median 204,77, nilai minimum 124,65 dan nilai maksimum 404,20. Nilai standar deviasi sebesar 74,21 artinya data kurang bervariasi karena nilai standar deviasi lebih kecil daripada nilai rerata. Data konsumsi protein memiliki rata-rata 62,56 \pm 18,74 dengan nilai median sebesar 63,07, nilai minimum dan nilai maksimum 19,45, 101,15, dengan nilai standar deviasi 18,74 yang berarti data kurang bervariasi karena nilai standar deviasi lebih kecil dari rerata. Rata-rata kadar lemak dari subjek penelitian adalah sebesar 64,30 \pm 2,83 dengan nilai median sebesar 59,12, nilai minimum 16,20, dan nilai maksimum 142,25, dengan nilai standar deviasi 18,74 yang berarti data kurang bervariasi karena nilai standar deviasi lebih kecil dari rerata.

Tabel 5.3 Persentase Asupan Karbohidrat, Protein, dan Lemak terhadap Total Energi

	Total Energi (%)
Karbohidrat	51,50
Protein	14,65
Lemak	33,88

Berdasarkan tabel 5.3 di atas didapatkan konsumsi asupan makanan terbanyak pada sampel penelitian adalah konsumsi karbohidrat sebanyak 51,50%, diikuti dengan konsumsi lemak sebanyak 33,88%, dan konsumsi protein sebanyak 14,65%.

Tabel 5.4 Rata-Rata Konsumsi Makronutrien Terhadap Kadar Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas

	Kadar Gula Darah Puasa Normal (<126 mg/dl)	Kadar Gula Darah Puasa Tinggi (≥126 mg/dl)
Total Energi (kkal)	1.691,9±489,95	1.905,8±717,46
Karbohidrat (gram/hari)	217,02±72,65	255,70±101,56
Protein (gram/hari)	63,13±18,28	55,58±27,54
Lemak (gram/hari)	63,88±27,66	69,45±43,08

Berdasarkan 50able 5.4 menunjukkan nilai rata-rata asupan total energi pada sampel dengan kadar GDP normal sejumlah 1.691,9±489,95 dan pada sampel dengan kadar GDP tinggi sejumlah 1.905,8±717,46. Nilai rata-rata konsumsi karbohidrat pada sampel dengan kadar GDP normal sebanyak 217,02±72,65 dan kadar GDP tinggi sebanyak 255,70±101,56. Rerata konsumsi protein pada sampel dengan nilai kadar GDP normal sebanyak 63,13±18,28 dan kadar GDP tinggi sebanyak 55,58±27,54. Rerata konsumsi lemak pada sampel dengan nilai kadar GDP normal sebanyak 63,88±27,66 dan kadar GDP tinggi sebanyak 69,45±43,08.

5.3 Kadar Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas Tahun 2022

Tabel 5.5 Nilai Kadar Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas Tahun 2022

	mg/dl		
	Rata-rata±SD	Min-Maks	Median
Kadar Gula Darah Puasa	88,57±25,32	53,70-182,20	80,00

Berdasarkan tabel 5.5 di atas menunjukkan nilai rerata gula darah puasa subjek penelitian sebanyak 88,57 dan nilai standar deviasi 25,32 yang berarti data kurang bervariasi karena nilai standar deviasi lebih kecil dari rerata, dengan nilai median 80,00, nilai minimum 53,70 dan nilai maksimum 182,20.

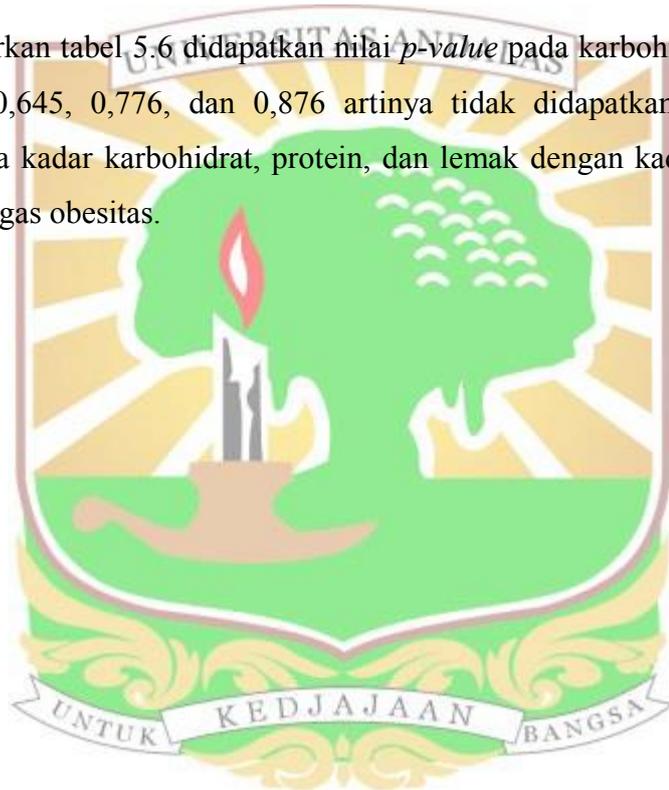
5.4 Hubungan Konsumsi Makronutrien dengan Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas

Data bivariat pada penelitian ini memuat data uji korelasi Spearman pada variabel total energi, karbohidrat, protein, lemak, dan kadar glukosa darah puasa pada penderita obesitas tahun 2022.

Tabel 5.6 Hubungan Konsumsi Makronutrien dengan Kadar Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas

Asupan Makronutrien	Kadar Gula Darah Puasa	
	P value	r
Total Energi	0,817	0,038
Karbohidrat	0,645	-0,075
Protein	0,776	0,046
Lemak	0,876	0,025

Berdasarkan tabel 5.6 didapatkan nilai *p-value* pada karbohidrat, protein, dan lemak adalah 0,645, 0,776, dan 0,876 artinya tidak didapatkan hubungan yang bermakna antara kadar karbohidrat, protein, dan lemak dengan kadar glukosa darah puasa pada petugas obesitas.



BAB 6 **PEMBAHASAN**

6.1 Karakteristik Umum Subjek Penelitian pada Penderita Obesitas

Hasil analisis karakteristik subjek penelitian menurut jenis kelamin didapatkan hasil, jumlah perempuan lebih banyak daripada laki-laki sebanyak 33 orang (82,5%) dan laki-laki sebanyak 7 orang (17,5%). Rentang usia terbanyak subjek penelitian berada pada interval 36-45 tahun yaitu kategori masa dewasa akhir sebanyak 21 orang (52,5%), dan rentang usia paling sedikit adalah usia 17-25 tahun yaitu kategori masa remaja dan dewasa muda sebanyak 1 orang (2,5%).

Penelitian yang dilakukan oleh Erniani Edi (2017) pada pasien diabetes tipe 2 di RSUD Panembahan Senopati Bantul Yogyakarta di dapatkan pasien diabetes mellitus tipe 2 paling banyak pada Perempuan dengan jumlah 35 pasien (62,5%) sedangkan laki-laki 21 pasien (37,5%). Berdasarkan usia pasien diabetes mellitus tipe 2 pada umur ≥ 60 tahun sebanyak 22 pasien (39,3%), dan sedikit pada umur 35-50 tahun sebanyak 13 pasien (23,2%). Penelitian yang dilakukan oleh Widjaja NA, Irawan R, Ardiana M, Hanindita meta herdiana (2020) pada 59 remaja obesitas di SMF Ilmu Kesehatan Anak RSUD Dr. Soetomo terdiri dari 32 (54,2%) remaja laki-laki dan 27 (45,8%) remaja perempuan.

Penelitian ini mengelompokkan usia subjek penelitian kedalam lima kategori yaitu masa remaja (usia 17-25 tahun), masa dewasa awal (26-35 tahun), masa dewasa akhir (36-45 tahun), masa lansia awal (46-55 tahun), dan masa lansia akhir (56-65 tahun). Berdasarkan hasil analisis karakteristik subjek penelitian menurut usia didapatkan sampel penelitian terbanyak adalah pada interval usia 36-45 tahun, yaitu kategori masa dewasa akhir sebanyak 21 orang (52,5%).⁵⁴ Kadar glukosa darah dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, riwayat keturunan, dan pola makan. Faktor usia berhubungan dengan fisiologi usia tua dimana semakin tua usia, maka fungsi tubuh juga mengalami penurunan, termasuk kerja hormon insulin sehingga tidak dapat bekerja secara optimal dan menyebabkan tingginya kadar gula darah.⁵⁶

Selain itu pada dewasa akhir mobilitas seseorang sudah tidak seperti pada usia remaja yang mana kita ketahui bahwa pada masa remaja seseorang sedang di masa sekolah yang memiliki program olahraga yang telah dijadwalkan secara teratur dan masih aktif bermain bersama teman sebayanya.⁵⁵ Mobilitas cenderung semakin

menurun setiap kenaikan umurnya, semakin tua usia orang-orang menjadi semakin malas karena tuntutan pekerjaan yang banyak, sehingga orang-orang telah lelah hanya dengan pekerjaannya dan melupakan olahraga. Penggunaan kendaraan pribadi dan angkutan umum baik menuju kantor ataupun pulang ke rumah, yang membuat tidak adanya waktu untuk bergerak aktif sehingga cenderung menyebabkan ketidakaktifan fisik.⁵⁵ Faktor risiko lainnya adalah jenis kelamin. Perempuan memiliki komposisi lemak tubuh yang lebih tinggi dibandingkan dengan laki-laki, sehingga perempuan lebih mudah gemuk yang berkaitan dengan risiko obesitas dan diabetes.⁵⁶

6.2 Rata-Rata Konsumsi Makronutrien pada Penderita Obesitas

Hasil analisis total energi pada penderita obesitas diperoleh nilai rerata subjek penelitian adalah 1.707,9 kal, hal ini menunjukkan rerata total energi per hari seseorang dalam batas normal yakni kurang dari 2000 kal. Konsumsi karbohidrat pada penderita obesitas diperoleh nilai rerata sebanyak 219,93 gram/hari, hal ini menunjukkan bahwa rerata konsumsi karbohidrat dalam batas normal untuk mencukupi kebutuhan karbohidrat dalam sehari yakni 280-340 gram/hari. Sedangkan nilai rata-rata konsumsi protein pada penelitian ini adalah 62,56 gram/hari, dimana hal ini menunjukkan kelebihan sedikit konsumsi protein, dimana nilai normal protein adalah 50-60 gram/hari. Nilai rerata konsumsi lemak sejumlah 64,30 gram/hari yang merupakan kelebihan asupan dengan asupan harian normal adalah 45-60 gram.⁵⁷

Konsumsi asupan makanan terbanyak pada sampel penelitian adalah konsumsi karbohidrat sebanyak 51,50%, diikuti dengan konsumsi lemak sebanyak 33,88%, dan konsumsi protein sebanyak 14,65%. Menurut data dari AKG tahun 2019 kebutuhan karbohidrat adalah sebesar 60 – 65% dari kebutuhan kalori total, kebutuhan protein adalah sebesar 10 – 15% dari kebutuhan kalori total. Kebutuhan lemak adalah sebesar 20 – 25% dari kebutuhan kalori total. Dalam penelitian ini didapatkan bahwa konsumsi karbohidrat dan protein penderita obesitas dalam batas normal yaitu 51,50% dan 14,65%, tetapi terdapat kelebihan konsumsi lemak sejumlah 33,88%.⁵⁸

Nilai rata-rata asupan total energi pada sampel dengan kadar GDP normal sejumlah 1.691,9 kal dan pada sampel dengan kadar GDP tinggi sejumlah 1.905,8 kal. Nilai rata-rata konsumsi karbohidrat pada sampel dengan kadar GDP normal

sebanyak 217,02 gram/hari dan kadar GDP tinggi sebanyak 255,70 gram/hari. Rerata konsumsi lemak pada sampel dengan nilai kadar GDP normal sebanyak 63,88 dan kadar GDP tinggi sebanyak 69,45. Rerata konsumsi protein pada sampel dengan nilai kadar GDP normal sebanyak 63,13 dan kadar GDP tinggi sebanyak 55,58. Hal ini menunjukkan total energi, konsumsi karbohidrat, dan konsumsi lemak yang dikonsumsi pada sampel dengan kadar GDP tinggi lebih banyak dibandingkan dengan sampel dengan kadar GDP normal.

Penelitian yang dilakukan oleh Widjaja NA, Irawan R, Ardiana M, Hanindita meta herdiana (2020) pada 59 remaja obesitas di SMF Ilmu Kesehatan Anak RSUD Dr. Soetomo di dapatkan hasil rerata total kalori sejumlah 1955.96 ± 778.01 kal, rerata konsumsi karbohidrat sebanyak 1005.95 ± 421.67 kkal ($251,48 \pm 105,41$ gram/hari), rerata konsumsi lemak sebanyak 589.03 ± 313.25 kkal ($65,44 \pm 34,80$ gram/hari), dan rerata konsumsi protein $360,98$ kkal ($90,24$ gram/hari). Di dapatkan persentase asupan karbohidrat sebanyak 51,43% dan persentase lemak sebanyak 30,11, dan persentase protein 18,45.⁵⁹ Penelitian yang dilakukan oleh Pradnyandari NKPD, Weta W, Sawitri AAS (2017) pada siswa kelas 4-6 di SD Santo Yoseph 2 Denpasar pada periode tahun 2017 di dapat total energi rata-rata sebanyak 2.506 kal, konsumsi rerata karbohidrat sebanyak 307 ± 81 gram/hari, rerata konsumsi protein 144 ± 64 gram/hari, dan lemak sebanyak 78 ± 42 gram/hari, di dapat persentase asupan makronutrien terhadap total energi terbanyak terdapat pada karbohidrat sebanyak 50%, diikuti lemak 28,58%, dan protein sebanyak 23,45%.⁶⁰ Penelitian yang dilakukan oleh Erniyani Edi (2017) pada pasien diabetes tipe 2 di RSUD Panembahan Senopati Bantul Yogyakarta di dapatkan rerata total energi sebanyak 519,3 kal, konsumsi karbohidrat $44,73 \pm 5,43$ gram/hari, protein $28,80 \pm 5,17$ gram/hari, dan lemak $25,02 \pm 7,51$ gram/hari. Persentase asupan makronutrien terhadap total energi terbanyak terdapat pada lemak sebanyak 43,36%, diikuti karbohidrat 34,45%, dan protein sebanyak 22,18%.¹⁹

Energi merupakan salah satu hasil metabolisme karbohidrat, protein dan lemak. Energi berfungsi sebagai zat tenaga untuk metabolisme, pertumbuhan, pengaturan suhu dan kegiatan fisik. Kelebihan energi disimpan dalam bentuk glikogen sebagai cadangan energi jangka pendek dan dalam bentuk lemak sebagai cadangan jangka panjang.⁶¹

Kelebihan energi akan terjadi apabila mengkonsumsi energi yang masuk melalui makanan melebihi energi yang dikeluarkan. Kelebihan energi ini kemudian akan diubah menjadi lemak yang menyebabkan terjadinya obesitas. Kadar karbohidrat yang berlebihan dalam tubuh akan disimpan dalam bentuk glikogen di hati dan di otot. Apabila penyimpanan dalam bentuk glikogen telah berlebih maka kelebihan karbohidrat lainnya disimpan di jaringan adiposa dalam bentuk lemak.⁵⁷ Peningkatan asam lemak bebas mengakibatkan resistensi insulin yang menyebabkan gangguan pemanfaatan glukosa di jaringan perifer yang menyebabkan hiperglikemia.¹⁸

Pada penelitian ini dijumpai asupan rerata konsumsi karbohidrat pada penderita obesitas dalam batas normal, hal ini mengindikasikan bahwa penderita obesitas tersebut telah memahami mengenai pola makan yang tepat salah satunya adalah asupan karbohidrat, sehingga pada pasien tersebut asupan karbohidratnya tergolong normal. Pada penelitian ini sumber karbohidrat terbanyak yang dikonsumsi adalah nasi putih. Nasi putih sampai saat ini masih menjadi salah satu sumber makanan pokok Masyarakat Indonesia.

Pola konsumsi yang tinggi protein dapat mengakibatkan asam amino meningkat yang menyebabkan glukoneogenesis meningkat sehingga terjadi resistensi insulin sehingga terjadinya gangguan pemanfaatan glukosa di perifer yang menyebabkan hiperglikemia.¹⁸ Konsumsi protein terbanyak dari penelitian ini yakni dari protein hewani seperti daging, ayam dan ikan, tidak dipungkiri juga makanan olahan dari protein hewani seperti bakso daging, bakso ikan, sosis ayam menjadi salah satu protein kegemaran pada penelitian ini. Dari hasil penelitian di dapat bahwa pada penderita obesitas terdapat peningkatan sedikit konsumsi rerata protein sehingga kemungkinan seseorang bisa mengalami hiperglikemia tidak terlalu tinggi.

Selain itu konsumsi tinggi lemak juga dapat berdampak pada hiperglikemia karena dapat menyebabkan triasilgliserol meningkat dan penurunan adiponektin sehingga dapat menyebabkan resistensi insulin.¹⁸ Pada penelitian ini didapatkan sumber lemak terbanyak yaitu konsumsi minyak goreng dari makanan yang dimakan. Kegemaran masyarakat akan olahan gorengan seperti ikan goreng, ayam goreng, tahu goreng, bakwan, sambal goreng, dan lain-lain membuat konsumsi minyak goreng meningkat. Dari hasil penelitian di dapat bahwa pada penderita obesitas terdapat

peningkatan sedikit konsumsi rerata lemak sehingga kemungkinan seseorang bisa mengalami hiperglikemia tindak terlalu tinggi.

6.3 Kadar Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas

Hasil analisis pengukuran kadar GDP pada penderita obesitas diperoleh nilai rerata subjek penelitian adalah $88,57 \pm 25,32$ mg/dL. Hal ini menunjukkan bahwa rerata nilai kadar GDP $88,57$ mg/dL dapat dikategorikan pada kadar GDP normal ($70-126$ mg/dL), dapat disimpulkan bahwa, individu memperhatikan program nutrisinya, kadar glukosa darah puasa tetap mendekati tingkat yang ditargetkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Yuliasih, Wiwi, Yekti W (2019) terhadap 52 pasien yang mengalami obesitas abdominal di poliklinik penyakit dalam dan instalasi laboratorium RSUP Dr. Kariadi Semarang menemukan rerata kadar GDP sebesar $150,9 \pm 53,5$ mg/dl.⁶² Penelitian yang dilakukan oleh Polii RC, Kepel BJ, Bodhi W terhadap 29 remaja obesitas siswa di SMP/MTs, SMA Negeri dan SMK Negeri Kabupaten Bolaang Mongondow Utara didapatkan $97,86 \pm 10,69$.⁶³

Salah satu faktor risiko DM adalah obesitas, obesitas merupakan penyakit multifaktorial yang terjadi akibat penumpukan jaringan adiposa yang berlebihan sehingga mengganggu kesehatan.¹ Akumulasi lemak yang berlebihan dalam tubuh dapat mengganggu kesehatan melalui hubungannya dengan risiko perkembangan diabetes mellitus.²⁰ Dalam keadaan kelebihan lemak pada tubuh dapat terjadi keabnormalitasan yang mendasar pada pengisyratan insulin yang dapat berujung pada keadaan resistensi insulin.

Namun resistensi insulin ini dapat ditemukan pada obesitas sederhana yang tidak diikuti dengan hiperglikemia.³² Pada individu dengan obesitas, terjadi peningkatan zat lain yang terlibat dalam resistensi insulin dan kerusakan sel β pankreas, yang menyebabkan penurunan kontrol terhadap kadar glukosa darah, dan berisiko menimbulkan diabetes melitus tipe 2.⁶⁴

6.4 Hubungan Konsumsi Makronutrien dengan Gula Darah Puasa pada Penderita Obesitas

Hubungan total energi dengan kadar GDP, konsumsi karbohidrat dengan kadar GDP, kadar protein dengan kadar GDP, dan kadar lemak dengan kadar GDP pada penelitian ini menggunakan uji korelasi Spearman. Hasil penelitian didapatkan

hubungan yang tidak bermakna antara total energi, kadar karbohidrat, protein, dan lemak dengan kadar GDP dengan nilai *p-value* 0,817, 0,645, 0,776, dan 0,876.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sholihah (2019) menunjukkan adanya hubungan antara variabel konsumsi lemak dan tidak ada hubungan antara komposisi konsumsi karbohidrat dan protein dengan glukosa darah puasa pada mahasiswa praklinis Fakultas Kedokteran Universitas Jember.¹⁸ Berdasarkan penelitian lain yang dilakukan oleh Erniyani Edi (2017), terdapat hubungan asupan karbohidrat, protein dan lemak dengan kadar glukosa darah pada pasien diabetes tipe 2 di RSUD Panembahan Senopati Bantul Yogyakarta.¹⁹

Penelitian ini menemukan bahwasanya tidak terdapat hubungan yang bermakna antara total energi, konsumsi karbohidrat, protein, lemak dengan kadar GDP pada penderita obesitas. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh faktor-faktor yang memengaruhi kadar glukosa darah puasa seperti usia, jenis kelamin, riwayat keturunan/genetik, pola makan, dan aktivitas fisik.⁶⁵ Hiperglikemia terjadi akibat peningkatan produksi glukosa hepatic dan gangguan pemanfaatan glukosa di jaringan perifer. Berkurangnya insulin dan kelebihan hormon kontra-regulasi (glukagon, kortisol, katekolamin, dan hormon pertumbuhan) meningkatkan lipolisis dan pemecahan protein (proteolisis), dan mengganggu pemanfaatan glukosa oleh jaringan perifer.⁴¹

Menjaga konsumsi makanan dapat mencapai usia harapan hidup yang lebih panjang. Selain itu, faktor-faktor yang memengaruhi kadar glukosa darah dapat berupa pola makan yang salah, kurangnya aktivitas fisik, meningkatnya stress, peningkatan usia, dan jenis kelamin.

6.5 Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah :

1. Metode food recall 2×24 jam sering terjadi kesalahan dalam memperkirakan ukuran porsi yang dikonsumsi sehingga menyebabkan kelebihan atau pada konsumsi makanannya dan seringkali terlupa mencatat penggunaan bumbu, saos, dan minuman, menyebabkan kesalahan perhitungan jumlah energi dan zat gizi yang dikonsumsi.
2. Pasien kurang mengingat dengan baik konsumsi makanan yang dimakan sehingga mempengaruhi jumlah konsumsinya.

3. Jumlah sampel penelitian ini sebanyak 40 orang, dengan jumlah yang sedikit ini akan mempengaruhi hasil penelitian.



BAB 7 PENUTUP

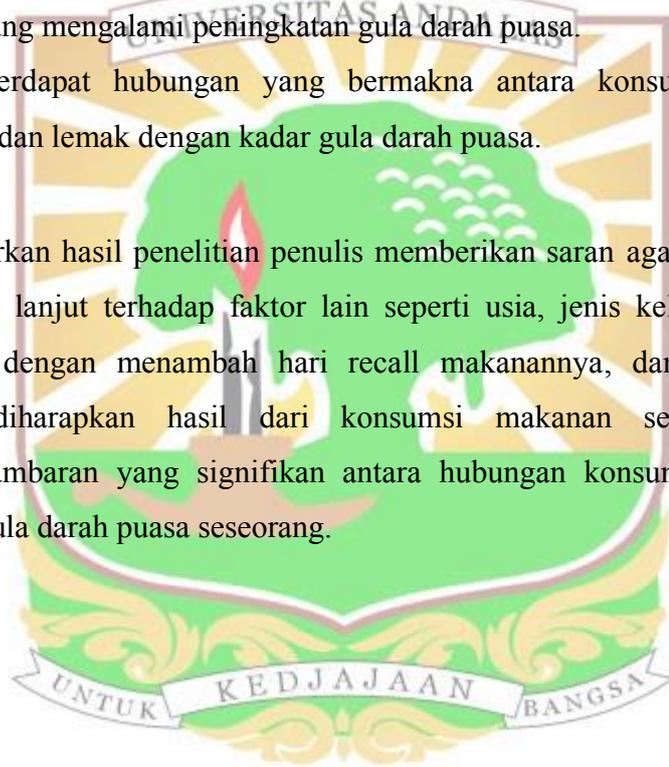
7.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan hasil penelitian yang dilakukan terhadap 40 orang penderita obesitas diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik penelitian ditemukan perempuan lebih banyak daripada laki-laki, dengan usia terbanyak pada usia dewasa akhir.
2. Rerata konsumsi karbohidrat dalam rentang normal, dan terdapat sedikit peningkatan konsumsi pada protein dan lemak
3. Rerata kadar gula darah puasa sampel dalam batas normal, dengan terdapat 3 orang yang mengalami peningkatan gula darah puasa.
4. Tidak terdapat hubungan yang bermakna antara konsumsi karbohidrat, protein, dan lemak dengan kadar gula darah puasa.

7.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian penulis memberikan saran agar dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap faktor lain seperti usia, jenis kelamin, keturunan, aktifitas fisik, dengan menambah hari recall makanannya, dan jumlah sampel diperbanyak, diharapkan hasil dari konsumsi makanan seseorang mampu memberikan gambaran yang signifikan antara hubungan konsumsi makronutrien dengan kadar gula darah puasa seseorang.



DAFTAR PUSTAKA

1. Mayssara A. Abo Hassanin Supervised A. Buku Ilmu Penyakit Dalam Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Paper Knowledge Toward a Media History of Documents. 2014. 2563 p.
2. Masrul. Epidemi obesitas dan dampaknya terhadap status kesehatan masyarakat serta sosial ekonomi bangsa. *Maj Kedokt Andalas*. 2018;41(3):152.
3. WHO. World Obesity Day 2022 – Accelerating action to stop obesity [Internet]. [cited 2022 Dec 3]. Available from: <https://www.who.int/news/item/04-03-2022-world-obesity-day-2022-accelerating-action-to-stop-obesity>
4. Indonesia KKR. Epidemi Obesitas Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2018.
5. Septiyanti S. Obesitas dan Obesitas Sentral pada Masyarakat Usia Dewasa di Daerah Perkotaan Indonesia. *J Ilm Kesehat*. 2020;2(3):118–27.
6. 2018 R. Laporan Nasional Riskesdas 2018 [Internet]. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. 2018. p. 674. Available from: http://labdata.litbang.kemkes.go.id/images/download/laporan/RKD/2018/Laporan_Nasional_RKD2018_FINAL.pdf
7. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Laporan Provinsi Sumatera Barat Riskesdas 2018. Laporan Riskesdas Nasional 2018. 2019. 121 p.
8. UI AF. Kajian Seputar Gizi: Obesitas [Internet]. [cited 2022 Dec 3]. Available from: <https://akg.fkm.ui.ac.id/kajian-seputar-gizi-obesitas-2/>
9. Kemenkes. Pedoman Umum Gentas Gerakan Berantas Obesitas [Internet]. 2017. p. 1–41. Available from: http://p2ptm.kemkes.go.id/uploads/N2VaaXIxZGZwWFpEL1VIRFdQQ3ZRZz09/2017/11/Pedoman_Umum_Gentas_Gerakan_berantas_obesitas.pdf
10. Suparyanto dan Rosad (2015. Guyton and Hall. Vol. 5, Suparyanto dan Rosad (2015. 2020. 248–253 p.
11. Sherwood L. Fisiologi Manusia dari Sistem ke Sel. *Hum Physiol From Cells to Syst*. 2018;1–999.
12. Kadita, Pati K, Indeks N, Ig G, Glikemik B, Tingkat DAN, et al. *Journal of Nutrition Collage*. 2016;4(Jilid 5):360–7.
13. Veni Dayu Putri FD. Standarisasi Ganyong (*Canna edulis* ker) Sebagai Pangan Alternatif Pasien Diabetes Mellitus. 2019;4(2):111–8.
14. Jialal. RGI. Diabetes Mellitus Type 2 [Internet]. [cited 2022 Nov 27]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513253/>
15. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Infodatin tetap produktif, cegah, dan atasi Diabetes Melitus 2020. Pusat Data dan Informasi Kementerian

- Kesehatan RI. 2020. p. 1–10.
16. Indonesia KKR. Diabetes Fakta dan Angka. 2017;2.
 17. Webber S. IDF Diabetes Atlas. Vol. 102, Diabetes Research and Clinical Practice. 2013. 147–148 p.
 18. Sholihah TN. Hubungan Komposisi Konsumsi Makronutrien Dengan Kadar Gula Darah Puasa Mahasiswa Preklinik Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Digital Repository Universitas Jember. 2019. 1–76 p. (skripsi)
 19. Edy E. Hubungan Asupan Makronutrien dengan Nilai Kadar Glukosa Darah Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Umum Panembahan Senopati bantul Yogyakarta. 2017;1–14.
 20. Kshirsagar KKPMNRK. Obesity [Internet]. [cited 2023 Jan 22]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459357/>
 21. Lin X, Li H. Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021;12(September):1–9.
 22. WHO. Obesity [Internet]. [cited 2023 Jan 21]. Available from: <https://www.who.int/news/item/04-03-2022-world-obesity-day-2022-accelerating-action-to-stop-obesity>
 23. Khairana Sari M, Lipoeto NI, Herman RB. Hubungan Lingkar Abdomen (Lingkar Perut) dengan Tekanan Darah. *J Kesehat Andalas*. 2016;5(2):456–61.
 24. Adela Hruby, PhD M, Frank B. Hu, MD, PhD M. The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. *Pharmacoeconomics*. 2015;33(7):673–89.
 25. Dalimunthe NK, Indonesia UM. Alternatif Penilaian Status Gizi untuk Deteksi Risiko Obesitas: Review. 2022; [cited 2023 November 01]. <https://www.researchgate.net/publication/365039766>
 26. Pengukuran Antropometri untuk Obesitas [Internet]. [cited 2023 Jan 22]. Available from: <https://ahligizi.id/blog/2020/10/23/pengukuran-antropometri-untuk-obesitas/>
 27. Septyaningrum N, Martini S. Lingkar Perut Mempunyai Hubungan Paling Kuat dengan Kadar Gula Darah. *J Berk Epidemiology*. 2014;2:48–58.
 28. Apovian CM. Obesity: Definition, Comorbidities, Causes, and Burden [Internet]. [cited 2023 Jan 23]. Available from: <https://www.ajmc.com/view/obesity-definition-comorbidities-causes-burden>
 29. Federation WO. Prevalence of Obesity World Obesity Federation [Internet]. [cited 2023 Jan 23]. Available from: <https://www.worldobesity.org/about/about-t-obesity/prevalence-of-obesity>
 30. Ni Ketut Putri SM, Christina MM, Saverinus S, Susanti I. Factors Associated with Obesity in Adults in South East Asia. *Int J Psychosoc Rehabil [Internet]*. 2020;24(7):7599–607. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/348805928>

31. Segula D. Complications of obesity in adults: A short review of the literature. *Malawi Med J.* 2014;26(1):20–4.
32. Fabiana Meijon Fadul. *Basic Pathology Robbins.* 2019.
33. Korneliani K, Meida D. Obesitas Dan Stress Dengan Kejadian Hipertensi. *J Kesehat Masy.* 2012;7(2):117–21.
34. Rosares VE, Boy E. Pemeriksaan Kadar Gula Darah untuk Screening Hiperglikemia dan Hipoglikemia. *J Implementa Husada.* 2022;3(2):65–71.
35. Anjum MNRHWF. *Physiology, Glucose Metabolism* [Internet]. [cited 2023 Jan 25]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560599/>
36. WHO. Mean fasting blood glucose [Internet]. [cited 2023 Jan 25]. Available from: <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/2380>
37. Endiyasa E, Ariami P, Urip U. Perbedaan Kadar Glukosa Darah Metode Poin of Care Test (Poct) Dengan Photometer Pada Sampel Serum Di Wilayah Kerja Puskesmas Jereweh. *J Anal Med Biosains.* 2019;5(1):40.
38. Susiwati S. Perbedaan Kadar Glukosa Darah Puasa Pasien Diabetes Militus Tipe 2 pada Plasma NaF Berdasarkan Waktu Pemeriksaan di RSUD dr. M. Yunus Provinsi Bengkulu Tahun 2017. *J Nurs Public Heal.* 2018;6(1):82–7.
39. McMillin JM. *Blood Glucose* [Internet]. [cited 2023 Jan 25]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK248/>
40. Mann J, Truswell Stewart. *Buku Ajar Ilmu Gizi.* 2014;0–149.
41. Pathogenesis of hyperglycemia. *Hyperglycemia results* [Internet]. [cited 2023 Jan 26]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279093/figure/mgmt-diab-hosp-patnt.F1/>
42. Badireddy MiMM. *Hyperglycemia* [Internet]. [cited 2023 Jan 26]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430900/>
43. Azhar M. Biomolekul Sel Karbohidrat, Protein dan Enzim. Vol. 53, *Journal of Chemical Information and Modeling.* 2016. 1689–1699 p.
44. Fitri AS, Fitriana YAN. Analisis Senyawa Kimia pada Karbohidrat. *Sainteks.* 2020;17(1):45.
45. Hutagalung H. *Karbohidrat.* USU Digital Library. 2004;1–13.
46. Diana FM. Fungsi dan Metabolisme Protein dalam Tubuh Manusia. *J Kesehat Masy.* 2009;4(1):49.
47. Sartika RAD. Pengaruh Asam Lemak Jenuh, Tidak Jenuh dan Asam Lemak Trans terhadap Kesehatan. *Kesmas Natl Public Heal J.* 2008;2(4):154.
48. Febryanti SK, Jafar N, Indriasari R. Studi validasi SQ-FFQ dan food recall asupan zat gizi pasien rawat jalan DM tipe 2 di wilayah kerja puskesmas Kota Makassar. *Hasanuddin Univ Repos.* 2020;274–82.

49. Liu L, Wang PP, Roebathan B, Ryan A, Tucker CS, Colbourne J, et al. Assessing the validity of a self-administered food-frequency questionnaire (FFQ) in the adult population of Newfoundland and Labrador, Canada. *Nutr J*. 2013;12(1):1–9.
50. Ningsih AA. Perbedaan Asupan Energi dan Protein pada Balita Stunting dan Tidak Stunting di Wilayah Kerja Puskesmas Sentolo I Kulon Progo. 2019;(1988):1–64. (skripsi)
51. Fahmida U, Dillon DHS. Food Frequency Questionnaires (FFQ). *Handb Nutr Assess* [Internet]. 2011;21–8. Available from: <http://riskfactor.cancer.gov/DHQ/webquest/index.html><http://www.nutritionquest.com>
52. Djakani H, Masinem T, Mewo YM. Gambaran Kadar Gula Darah Puasa Pada Laki- Laki Usia 40-59 Tahun. *J e-Biomedik*. 2013;1(1).
53. M. Sopiudin Dahlan. Besar Sampel dan Cara Pengambilan Sampel dalam Penelitian Kedokteran dan Kesehatan. *Salemba Med*. 2010;3:1–208.
54. Teknologi I, Kesehatan I, Unik I. Kategori Umur Menurut Depkes RI (2009). 2014;(2009):1–3.
55. Abadini D, Wuryaningsih CE. Determinan Aktivitas Fisik Orang Dewasa Pekerja Kantoran di Jakarta Tahun 2018. *J Promosi Kesehat Indones*. 2018;14(1):15.
56. Komariah K, Rahayu S. Hubungan Usia, Jenis Kelamin Dan Indeks Massa Tubuh Dengan Kadar Gula Darah Puasa Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Klinik Pratama Rawat Jalan Proklamasi, Depok, Jawa Barat. *J Kesehat Kusuma Husada*. 2020;(May):41–50.
57. Yulianti R, Astari R. Penilaian Asupan Makronutrient, Natrium, dan Kalium pada Pasien Hipertensi di Puskesmas Pajar Bulan. *J Kesehat*. 2020;8(1):10–5.
58. Vinet L, Zhedanov A. A “missing” family of classical orthogonal polynomials. *J Phys A Math Theor*. 2011;44(8).
59. Widjaja NA, Irawan R, Ardiana M, Hanindita meta herdiana, Prihaningtyas rendy aji. Energi , Makronutrien , Dan Carotid Intima-Media. *Media Gizi Indones*. 2020;15(1):22–6.
60. Pradnyandari NKPD, Weta W, Sawitri AAS. Perbandingan asupan makronutrien antara anak obesitas dengan normal pada siswa kelas 4-6 di Sekolah Dasar Santo Yoseph 2 Denpasar tahun 2017. *Intisari Sains Medis*. 2019;10(2):172–6.
61. Hardinsyah, Riyadi H N V. Kecukupan energi, protein, lemak dan karbohidrat. *Makalah WKNPG. Fak Kedokt Univ Indones*. 2012;2004(May):1–27.
62. Yuliasih, Wiwi, Yekti W. Obesitas Abdominal Sebagai Faktor Risiko. *Univ Diponegoro*. 2019;
63. Polii RC, Kepel BJ, Bodhi W, Manampiring AE. Hubungan kadar glukosa darah puasa dengan obesitas pada remaja di Kecamatan Bolangitang Barat

Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *J e-Biomedik*. 2016;4(2):2–7.

64. Maria AC, Rante SDT, Woda RR. Hubungan Obesitas Sentral Dengan Kadar Glukosa Universitas Nusa Cendana. *Cendana Med J*. 2019;8(3):350–6.
65. Imelda SI. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya diabetes Melitus di Puskesmas Harapan Raya Tahun 2018. *Scientia Journal*. 2019;8(1):28–39.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ANDALAS
FAKULTAS KEDOKTERAN
DEPARTEMEN ILMU GIZI

Alamat : Jl. Perintis Kemerdekaan No.94, Gedung IKM/GIZI Kampus Fakultas Kedokteran Universitas Andalas Padang
Email : nutrisi@med.unand.ac.id , gizi@unand.ac.id

Nomor : 01/Pen.Kolaborasi /2022
Lamp. : -
Perihal : **Izin Penelitian**

Kepada Yth,
Direktur Umum, SDM dan Pendidikan (USP)
RSUP Dr. M. Djamil Padang
di
Padang

Dengan hormat,

Sehubungan dengan akan diadakannya Penelitian Kolaborasi Indonesia, dengan ini memohon izin kepada Bapak/Ibu selaku pimpinan untuk dapat memberikan izin melakukan penelitian terhadap pegawai di RSUP Dr. M. Djamil Padang. Adapun penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut :

Judul Penelitian : Pengembangan Diet Nusantara Sebagai Diet Sehat Terhadap Sindroma Metabolik
Tempat Penelitian : RSUP Dr. M. Djamil Padang
Lama Penelitian : Juli sampai dengan Oktober 2022
Ketua Peneliti : Prof. dr. Nur Indrawaty Lipoeto, MSc, PhD, SpGK
Anggota : dr. Dewi Susanti Febri, M.Biomed, SpGK (K)

Demikianlah surat izin penelitian ini kami sampaikan , atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Padang, 06 Juli 2022
Yang memohon izin,

Prof. dr. Nur Indrawaty Lipoeto, MSc, PhD, SpGK
NIP. 19630507 199001 2 001

Tembusan:

1. Yth, Bagian Diklit (Pendidikan dan Penelitian)
2. Yth, Bagian Orum (Organisasi dan Umum)

Lampiran 2. Etik Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ANDALAS
FAKULTAS KEDOKTERAN
KOMISI ETIK PENELITIAN

Alamat : Kampus Universitas Andalas, Limau Manis Padang Kode Pos 25163
Telepon : 0751-31746, Faksimile : 0751-32838, Dekan : 0751-39844
Laman : <http://fk.unand.ac.id> e-mail : dekanat@fk.unand.ac.id

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL

No : 851 /UN.16.2/KEP-FK/2022

Tim Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, dalam upaya melindungi Hak Azasi dan Kesejahteraan Subjek Penelitian kedokteran/kehatan, telah mengkaji dengan teliti protokol penelitian dengan judul : *The Research Ethics Committee of Medical Faculty Andalas University, in order to protect human rights and welfare of medical/health research subject, has carefully reviewed the research protocol entitled :*

Pengembangan Diet Nusantara sebagai Diet Sehat terhadap Sindroma Metabolik

Nama Peneliti Utama : Prof. dr. Nur Indrawaty Lipoeto, MSc, Ph.D, Sp.GK
Principal Researcher

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Universitas Andalas
Institution

Protokol Penelitian tersebut dapat disetujui pelaksanaannya.
and approved the research protocol.

Padang, 12 Juli 2022

Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Andalas
Dean of Medical Faculty Andalas University

Ketua
Chairman

Dr. dr. Afriwardi, SH. Sp.KO, MA
NIP 196704211997021001



Dr. dr. Yuliarni Syafrita, SpS (K)
NIP 196407081991032001

Keterangan/notes:

Keterangan lolos kaji etik ini berlaku satu tahun dari tanggal persetujuan.
This ethical approval is effective for one year from the due date.

Jika ada kejadian serius yang tidak diinginkan (KTD) harus segera dilaporkan ke Komisi Etik Penelitian.
If there are Serious Adverse Events (SAE) should be immediately reported to the Research Ethics Committee.

Lampiran 3. Hasil Turnitin

Skripsi Ainindia Khairunnisa

ORIGINALITY REPORT

17% SIMILARITY INDEX	18% INTERNET SOURCES	5% PUBLICATIONS	9% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	doku.pub Internet Source	2%
2	Submitted to Keimyung University Student Paper	2%
3	scholar.unand.ac.id Internet Source	1%
4	jurnal.umsu.ac.id Internet Source	1%
5	www.powtoon.com Internet Source	1%
6	www.scribd.com Internet Source	1%
7	repository.unej.ac.id Internet Source	1%
8	pdfcoffee.com Internet Source	1%
9	review.bukalapak.com Internet Source	1%

Lampiran 5. Prosedur Pengambilan Data

1. Perencanaan
2. Meminta izin kepada pemilik data primer. Pemilik data primer adalah Prof. dr. Nur Indrawati Lipoeto, MSc, PhD, Sp. GK(K) pada kegiatan penelitian Pengembangan Diet Nusantara sebagai Diet Sehat terhadap Sindroma Metabolik pada tanggal 5-10 Agustus 2022.
3. Melakukan pengukuran IMT pasien dengan mengukur tinggi badan menggunakan *microtoise* dan berat badan menggunakan timbangan digital. Kemudian dihitung dengan berat badan (kg) per tinggi badan kuadrat (m^2)
4. Data gula darah puasa diperoleh dengan meminta pasien berpuasa selama 8 jam sebelum dilakukan pemeriksaan. Pemeriksaan dilakukan dengan mengambil darah vena sebanyak 3 ml, kemudian dimasukkan ke dalam tabung kuning sebelum diperiksa. Sampel segera dikirim ke laboratorium untuk diolah menggunakan alat spektrofotometer. Hasil laboratorium keluar sekitar 1 minggu setelah pemeriksaan.
5. Data makronutrien didapatkan melalui food recall dengan wawancara kepada responden mengenai apa saja yang responden konsumsi selama dua hari, dengan food model sebagai acuan berapa jumlah makanan pasien. Kemudian data dimasukkan ke *nutrisurvey* dan didapatkan hasil.

