

KARYA AKHIR

**EFEK PEMBERIAN DIET NUSANTARA TERHADAP TyG INDEX
(TRIGLYCERIDE GLUCOSE INDEX) SEBAGAI PENANDA
RESISTENSI INSULIN PADA INDIVIDU
RESIKO SINDROM METABOLIK**



**Rahma Widiana
C 175 202 001**

Pembimbing :

Prof. dr. Agussalim Bukhari, M.Med, Ph.D, Sp.GK (K)

dr. Aminuddin, M.Nut & Diet, Ph.D, Sp.GK

**DEPARTEMEN ILMU GIZI
PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS ILMU GIZI KLINIK
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2024



**EFEK PEMBERIAN DIET NUSANTARA TERHADAP TyG INDEX (TRIGLYCERIDE
GLUCOSE INDEX) SEBAGAI PENANDA RESISTENSI INSULIN PADA INDIVIDU
RESIKO SINDROM METABOLIK**

Karya Akhir

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Spesialis Gizi Klinik

Program Pendidikan Dokter Spesialis

Disusun dan diajukan oleh

RAHMA WIDIANA

Kepada

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS ILMU GIZI KLINIK FAKULTAS

KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN MAKASSAR



2024

HALAMAN PENGESAHAN

UJIAN AKHIR PENELITIAN

**Program Pendidikan Dokter Spesialis
Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin**

Efek Pemberian Diet Nusantara terhadap TyG Indeks (Triglyseride Glucose Indeks) Pada Individu Resiko Syndrome Metabolik

Disetujui untuk diseminarkan :

Nama : dr.Rahma Widiana
Nomor Pokok : C175202001
Hari/Tanggal : Rabu, 8 Mei 2024
Tempat : Ruang Pertemuan Gizi Klinik Lt.5 RSP UNHAS

Pembimbing I



Prof.dr.Agussalim Bukhari, M.Med, Ph.D, Sp.GK (K)

Pembimbing II



Dr.Aminuddin, M.Nut & Diet., Ph.D., Sp.GK

**Mengetahui,
Manajer Program Pendidikan Dokter Spesialis
Fakultas Kedokteran UNHAS**



**Dr.dr.Andi Muhammad Takdir Musba, Sp.An-KMN
NIP.197410312008011009**



LEMBAR PENGESAHAN KARYA AKHIR

Efek Pemberian Diet Nusantara Terhadap TyG (Trigliseride Glucose Index) Sebagai Penanda Resistensi Insulin Pada Resiko Sindrom Metabolik

Disusun dan diajukan oleh:

Rahma Widiana
Nomor Pokok : C175202001

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Studi Ilmu Gizi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 14 Mei 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

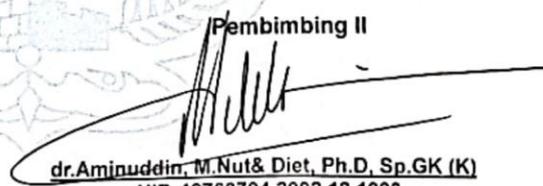
Menyetujui :

Pembimbing I



Prof. dr. Agussalim Bukhari, M.Med., Ph.D., Sp.GK(K)
NIP. 19700821 199903 1 001

Pembimbing II



dr. Aminuddin, M.Nut&Diet, Ph.D, Sp.GK (K)
NIP. 19760704 2002 12 1003

Ketua Program Studi,



ji A. Daud, MPH., Sp.GK(K), FRSPH
195610201985032001

Dekan Fakultas Kedokteran,



Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes., Sp.PD-KGH., Sp.GK
NIP. 196805301996032001



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahma Widiana

No. Stambuk : C175202001

Program Studi : Program Pendidikan Dokter Spesialis Terpadu

Ilmu Gizi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya akhir yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan karya akhir ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 08 Mei 2024

Yang menyatakan,



Rahma Widiana



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan karuniaNya sehingga karya akhir ini dapat diselesaikan. Karya akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan Dokter Spesialis Ilmu Gizi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis menyadari bahwa karya akhir ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. dr. Nurpudji A. Taslim, MPH, Sp.GK (K) sebagai Ketua komisi penasihat dan juga Ketua Program Studi Ilmu Gizi Klinik yang senantiasa memberikan motivasi, masukan, dan bimbingan dalam proses penyelesaian karya akhir ini.
2. dr. Aminuddin, M.Nut & Diet, Ph.D, Sp.GK sebagai Sekretaris komisi penasihat sekaligus Ketua Departemen Ilmu Gizi, dan pembimbing statistik yang senantiasa mendukung penulis melalui bimbingan dan nasihat selama masa pendidikan dan dalam proses penyelesaian karya akhir ini.
3. Prof.dr. Agussalim Bukhari, M.Med, Ph.D, Sp.GK (K) sebagai dosen penilai yang turut memberikan motivasi, bimbingan dan nasihat selama masa pendidikan dan dalam proses penyelesaian karya akhir ini.
4. Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M. Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK sebagai sebagai dosen pembimbing akademik dan dosen penilai yang turut memberikan motivasi, bimbingan dan nasihat selama masa pendidikan dan dalam proses penyelesaian karya akhir ini.
5. Dr.dr. Andi Yasmin Syauki, M.Sc, Sp.GK (K) sebagai dosen penilai sekaligus dosen Sekertaris Program Studi yang turut memberikan motivasi, bimbingan dan nasihat selama masa pendidikan dan dalam proses penyelesaian karya akhir ini.



6. Orangtua tercinta, Bapak Sugeng Widodo, S.P dan Ibu Tri Budiarsih, Amd serta saudari terkasih Rahma Widiani, S.T, M.T. dan Ade Fahmawati, S.T, M.T., serta keponakan tersayang Anindita Khairunias atas limpahan kasih sayang, kesabaran, dukungan, dan khususnya doa yang tak pernah terputus untuk penulis selama masa pendidikan.
7. Teman seangkatan Januari 2021, atas kebersamaan, dukungan, bantuan dan do'a yang membersamai kita selama pendidikan, menjadikan keluarga keduadi Tanah Makassar.
8. Rekan peneliti dr. A. Arsy Adlina Putri S, dan dr.Yuliasuti Hayat atas dukungan dan bantuannya selama proses penelitian.
9. Semua rekan-rekan residen Ilmu Gizi Klinik untuk semua dukungan dan kebersamaannya selama masa pendidikan.

Akhir kata, penulis berharap semoga apa yang tertulis dalam tesis ini dapat menjadi bagian dari pengembangan ilmu pengetahuan saat ini, serta dapat memberi kontribusi yang nyata bagi Universitas Hasanuddin dan bangsa Indonesia.

Penulis,

Rahma Widiana



ABSTRAK

RAHMA WIDIANA. *Efek Pemberian Diet Nusantara Terhadap TyG Index (Triglyceride Glucose Index) Sebagai Penanda Resistensi Insulin Pada Individu Resiko Sindrom Metabolik* (Supervised by Agussalim Bukhari, Aminuddin Aminuddin, Nurpudji A Taslim, Yasmin Syaiki, Haerani Rasyid)

Sindrom Metabolik merupakan faktor resiko yang meningkatkan kejadian CVD, Diabetes Melitus maupun stroke. TyG indeks dapat digunakan sebagai predictor adanya resistensi insulin yang mendasari terjadinya Sindrom Metabolik. Diet yang tidak sehat dapat memperburuk hal tersebut. Penelitian ini merupakan bagian penelitian Kolaborasi Indonesia yang mengembangkan Diet Nusantara dengan pangan lokal Indonesia yang mengandung kelapa dan rempah-rempah sebagai diet sehat yang menurunkan resiko Sindrom Metabolik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efek diet Nusantara terhadap resistensi insulin pada resiko sindrom metabolik yang dinilai dari TyG Indeks. Penelitian ini merupakan quasi eksperiment dengan menganalisis 50 orang dewasa dengan resiko sindrom metabolik yang dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok intervensi Diet Nusantara (DN group) dan kontrol (C group). Kelompok DN diberikan intervensi Diet Nusantara berupa makan siang selama 56 hari, sedangkan kelompok C tidak. Kemudian dibandingkan TyG Indeks pada kedua kelompok untuk menilai resistensi insulin sebelum dan setelah intervensi. Dibandingkan dengan kelompok C, pada kelompok DN post intervensi selama 56 hari mengalami perbaikan metabolik dan antropometr yang signifikan secara statistik, diantaranya Δ FBG (p 0,012), Δ BW (p 0,002), Δ WC (p 0,00). Meskipun tidak signifikan penurunan Δ TG (p 0,989) dan Δ TyG Indeks (p 0,459) pada kelompok DN. Kesimpulannya Diet Nusantara tidak menunjukkan efek yang bermakna terhadap TyG Indeks pada individu dengan resiko sindrom metabolik.

Keywords: Sindrom metabolik, Resistensi Insulin, TyG Indeks, Diet Nusantara



ABSTRAC

RAHMA WIDIANA. *Effects of Nusantara Diet on TyG Index as an Insulin Resistance Marker In Metabolic Risk Individulas* (Supervised by Agussalim Bukhari, Aminuddin Aminuddin, Nurpudji A Taslim, Yasmin Syauki, Haerani Rasyid)

Metabolic syndrome is a risk factor for cardiometabolic diseases such as CVD, Diabetes Mellitus, and Stroke. Insulin resistance is the underlying mechanism of metabolic syndrome. An unhealthy diet can worsen this condition. Triglyceride Glucose Index (TyG Index) is a surrogate measure of insulin resistance that can be used in the community as a efficient screening method. This research developed the Nusantara Diet with Indonesians' local foods that contain coconut and spices as a healthy diet for people at risk of Metabolic Syndrome. This study aimed to determine the effect of Nusantara diet on insulin resistance in individu with metabolic syndrome risk, assessed with TyG Index. The research method was a quasi-experimental analysis of 50 adults at risk of metabolic syndrome, divided into two groups: the intervention group of the Nusantara Diet (DN group) and the control group. (C group). The DN group was given the Nusantara Diet intervention of the lunch box for 56 days. Then compared the TyG Index in both of groups to assess insulin resistance pre and post intervention. Compared to group C, the DN group showed significant improvement in metabolic (Δ FBG (p 0.012)) and anthropometric parameters(Δ WC (p 0,00), Δ WC (p 0,00), Δ BMI (p 0,002)) after intervention with Nusantara Diet. However, there were no significant declines in Δ TG (p = 0.989) and Δ TyG Index (p = 0.459) in the DN group. In conclusion Nusantara diet showed no significant effect on TyG Index in individuals at risk of metabolic syndrome

Keywords: Metabolic Syndrome, Insulin Resistance, TyG Index, Nusantara Diet.



DAFTAR ISI

KARYA AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYTAAN KEASLIAN KARYA AKHIR.....	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Hipotesis Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sindrom Metabolik	6
2.2 Resistensi Insulin.....	10
2.3 Indeks Triglisericid Glukosa.....	12
2.4 Hubungan Resistensi Insulin dengan Sindrom Metabolik.....	13
2.5 Diet Nusantara.....	14
2.6 Hubungan Diet Nusantara dengan Resistensi Insulin Pada Sindrom Metabolik.....	14
BAB III. KERANGKA PENELITIAN	21
3.1 Kerangka Teori	21
3.2 Kerangka Konsep	22
BAB IV. METODELOGI PENELITIAN.....	23
.1 Jenis Penelitian.....	23
.2 Tempat dan Waktu Penelitian	23
.3 Populasi dan Sampel Penelitian	23
	vii



4.4 Kriteria Sampel Penelitian.....	25
4.5 Izin Penelitian	26
4.6 Identifikasi dan Klarifikasi Variabel	26
4.7 Definisi Operasional.....	27
4.8 Teknik dan Prosedur Penelitian	31
4.9 Alur Penelitian.....	34
4.10 Pengolahan dan Analisis Data	34
BAB V. HASIL PENELITIAN	36
BAB VI. PEMBAHASAN	41
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47



DAFTAR TABEL

Tabel 1.Nilai batas TyG Indeks berdasarkan jenis kelamin dan ras	12
Tabel 2.Foto Diet Mediterranean	16
Tabel 3.Perbandingan Asupan Diet Mediterranean dengan diet Indonesia.....	17
Tabel 4. Komposisi Makronutrient Diet Nusantara.....	28
Tabel 5. Contoh Meal Plan Diet Nusantara.....	28
Tabel 6.Karakteristik subjek penelitian antara kelompok DN dan kelompok Kontrol.....	37
Tabel 7.Perbedaan antara kadar Triglisericid, GDP dan TyG Indeks antara kelompok DN dengan kelompok kontrol.....	39
Tabel 9.Perbedaan antara kadar Triglisericid, GDP dan TyG Indeks antara kelompok DN dengan kelompok kontrol.....	39
Tabel 10.Recall Energi Kelompok Diet Nusantara dan Kontrol selama intervensi.....	52
Tabel 11.Recall Protein Kelompok Diet Nusantara dan Kontrol selama intervensi.....	53
Tabel 12.Recall Karbohidrat Kelompok Diet Nusantara dan Kontrol selama intervensi.....	54
Tabel 13.Recall Lemak Kelompok Diet Nusantara dan Kontrol selama intervensi.....	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kerangka Teori	21
Gambar 2 Kerangka Konsep	22
Gambar 3 Alur Penelitian.....	34



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir <i>Informed Consent</i>	58
Lampiran 2 Permohonan Izin Persetujuan Etik.....	59
Lampiran 3 Rekomendasi Persetujuan Etik.....	60
Lampiran 4 Formulir Persetujuan Pemeriksaan.....	61
Lampiran 5 Surat Izin Penelitian.....	62
Lampiran 6 Meal Plan Diet Nusantara.....	63
Lampiran 7 Nutri Survey Diet Nusantara.....	74
Lampiran 8 Menu Seimbang Pangan Lokal.....	96



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sindrom metabolik merupakan masalah kesehatan masyarakat global yang berhubungan dengan peningkatan resiko terjadinya penyakit kardiovaskuler, diabetes melitus maupun stroke. Berdasarkan IDF (International Diabetes Federation), Sindrom metabolik didefinisikan sebagai kumpulan tiga atau lebih dari lima kelainan metabolik yang terdiri dari obesitas abdominal, hiperglikemia, hipertrigliseridemia, dan hipertensi (Sigit et al. 2020)

Prevalensi sindrom metabolik tidak hanya ditemukan pada usia lanjut, namun juga ditemukan pada usia dewasa muda, Dengan tingkat prevalensi 37,1% di Amerika Serikat, 16,0% di Afrika, 21,3% di Asia, 10,5% di Eropa, dan lebih dari 21,5% di Cina, sindrom metabolik telah menjadi masalah kesehatan global yang utama. Berdasarkan data Global Burden of Disease (GBD) tahun 1990 s/d 2010 prevalensi sindrom metaboli didunia yaitu 82%, dengan 11,9 % s/d 31,1% terjadi di Asia Pasifik. Sedangkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 menunjukkan peningkatan prevalensi Penyakit Tidak Menular mengalami kenaikan dibandingkan dengan Riskesdas tahun 2013, dimana pada usia diatas 15 tahun prevalensi obesitas sentral sebagai resiko sindrom metabolik mencapai 31.0%. Selain itu berdasarkan data Riskesdas tahun 2018 secara nasional terdapat sembilan belas provinsi yang memiliki prevalensi obesitas sentral



yang cukup tinggi , salah satunya adalah Provinsi Sulawesi Selatan, dengan prevalensi obesitas sentral mencapai 32%. (Riskesdas 2018)

Sindrom metabolik dikaitkan dengan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular, diabetes tipe-2, dan stroke. Sindrom metabolik ditemukan lebih banyak terjadi pria daripada wanita, namun dalam beberapa tahun terakhir, prevalensi meningkat pada wanita, yang berusia muda. Faktor genetic, aktivitas fisik,dan pola makan atau jenis diet mempengaruhi terjadinya resistensi insulin. Sehingga perilaku gaya hidup, aktifitas fisik dan jenis diet dapat dimodifikasi dalam pencegahan sindrom metabolic.Dimana mekanisme utama terjadinya sindrom metabolic adalah adanya resistensi insulin, yang merupakan suatu kondisi penurunan respon jaringan target terhadap kadar insulin sehingga terjadi peningkatan sekresi insulin sebagai bentuk kompensasi sel beta pankreas. Resistensi insulin dapat dinilai dengan menggunakan Homeostatic model assessment-insulin resistance (HOMA-IR) indeks pemeriksaan sensitivitas insulin kuantitative atau index and quantitative insulin sensitivity check index (QUICKI) dan Indeks Triglicerida Glukosa atau Trygliceride Glucose Indeks (TyG Indeks). TyG indeks merupakan formula yang didapat dari hasil kali antara kadar puasa trigliserida dan glukosa yang lebih efektif dalam menilai resistensi insulin pada orang dewasa yang sehat. (Korrapati, Murugaiha, et al. 2019a)(Rani and Yadav 2018)(Lichtenstein et al. 2021)

Ciri khas makanan Indonesia berlemak dan berbahan dasar santan, sehingga dianggap sebagai makanan yang tidak sehat karena banyak mengandung santan. Santan merupakan sari nabati berwarna putih yang berasal dari parutan buah kelapa yang diperas dan disaring, dimana buah kelapa. Indonesia sebagai salah satu negara di Asia Tenggara, memiliki



pola makan atau diet dengan kecenderungan komposisi lemak dalam jumlah yang cukup tinggi, yaitu 25-30% dari total kalori, dimana lemak yang menjadi ciri khas dalam menu masakan Indonesia adalah lemak jenuh. Pada penelitian Han et al menunjukkan bahwa asam lemak jenuh rantai sedang atau medium Chain Triglycerides (MCT) seperti santan, kelapa minyak kelapa murni atau virgin coconut oli (VCO), dapat memperbaiki resistensi insulin dan control glikemik pada individu dengan diabetes melitus type 2, sehingga kelapa dan produk turunannya digunakan sebagai sumber lemak dalam manajemen diet pada pasien sindrom metabolic. Selain itu pada penelitian Alatawi dan Alshubaily tahun 2021, terhadap hewan coba (tikus wistar) yang disuntikan streptozotocin (STZ), mengalami perbaikan signifikan pada kadar gula darah, HbA1c, trigliserida, kolesterol total, LDL, creatinine, protein total, albumin setelah mendapatkan intervensi produk kelapa (minyak kelapa murni atau virgin Cocunut Oil, air kelapa maupun santan) (Korrapati, Murugaiha, et al. 2019a)(Rani and Yadav 2018)(Lichtenstein et al. 2021)

Kelapa berasal dari pesisir Samudra Hindia, termasuk Indonesia. Salah satu makanan daerah di Indonesia dengan campuran santan atau olahan kelapa didalamnya adalah makanan yang berasal dari Minangkabau Kota Padang, Provinsi Sumatra Barat. Selain santan penggunaan sayur disertai rempah-rempah seperti kunyit, pala, bawang, merica dan sebagainya juga digunakan dalam olahan makanan tersebut. Selain di Sumatra Barat santan dan produk olahan kelapa juga digunakan pada berbagai daerah di Indonesia seperti di Pulau Jawa. Pada penelitian Lipoeto NI tahun 2004 terhadap populasi dengan resiko tinggi penyakit jantung kronik di Sumatra Barat dikembangkan diet dengan nama diet Nusantara

Nusantara adalah kata yang digunakan oleh orang Indonesia untuk



menggambarkan pulau-pulau dari Sabang sampai Merauke, dimana diet Nusantara yang dikembangkan di Sumatra Barat merupakan diet dengan ciri khas menggunakan santan dan olahan kelapa sebagai bahan tabahan dalam menu diet, yang terdiri dari 23-27% lemak, 53-58% karbohidrat, dan protein setidaknya 50 gram. Selain itu Diet Nusantara ini juga telah dikembangkan di beberapa daerah di Indonesia seperti di Medan. (Korrapati, Murugaiha, et al. 2019a; Lipoeto MMedSci et al. 2004)

Penelitian ini merupakan bagian dari Program Penelitian Kolaborasi Indonesia oleh Indra et all dengan cabang dari Penelitian Diet Nusantara terhadap Komposisi Tubuh, Resistensi Insulin dan Profil Lipid Pada Pasien dengan Resiko Sindrom Metabolik, dimana penelitian ini dilakukan untuk menilai perubahan TyG Indeks sebagai penanda resistensi insulin pada individu resiko sindrom metabolik yang diberikan Diet Nusantara selama 2 bulan dibandingkan kelompok kontrol. Dimana Diet Nusantara merupakan panduan diet menu seimbang dengan berbahan pangan lokal kota Makassar, yang berbahan ikan, disertai sayuran, rempah-rempah dan kelapa atau produk olahannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

Bagaimana efek Diet Nusantara terhadap resistensi insulin pada individu dengan resiko sindrom metabolik yang diukur penilaian TyG Indeks

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum



Mengetahui efek diet Nusantara terhadap TyG Indeks sebagai penanda resistensi insulin pada individu resiko Sindrom Metabolik

1.3.2 Tujuan Khusus

Menilai level resistensi insulin pada kelompok resiko Sindrom Metabolik yang menjalani diet Nusantara dibandingkan dengan kelompok kontrol

1.4. Hipotesis Penelitian

Diet Nusantara menurunkan TyG indeks pada individu dengan resiko sindrom metabolik

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1.5.1 Pengembangan Ilmu

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai efek Diet Nusantara terhadap TyG Indeks sebagai penanda resistensi insulin pada individu resiko Sindrom Metabolik
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber informasi yang akurat dalam upaya penelitian lebih lanjut.

1.5.2 Aplikasi Klinis



1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap pihak-pihak yang terlibat dalam penelitian ini, baik peneliti maupun institusi tempat dilaksanakannya penelitian.
2. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk penanganan kelompok Sindrom Metabolik melalui Diet Nusantara.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sindrom Metabolik

2.1.1 Definisi Sindrom Metabolik

Sindrom Metabolik didefinisikan sebagai kumpulan tiga atau lebih dari lima kelainan metabolic yaitu obesitas Sentral, hiperglikemia, hipertrigliseridemia, dan hipertensi. Berdasarkan Internasional Diabetes Federation, seseorang dikatakan menderita sindrom metabolic jika memiliki obesitas sentral (ditandai dengan lingkaran pinggang) dan ditambah dengan dua dari empat faktor berikut : Tingginya kadar trigliserida, rendahnya kadar HDL-C, meningkatnya tekanan darah, dan meningkatnya kadar gula darah puasa (Internasional Diabetes Federation (IDF), 2006).(Mancusi et al. 2020)(Rochlani, Pothineni, and Kovelamudi 2017a)

Sedangkan berdasarkan kriteria The National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III) yang telah disesuaikan untuk orang Asia dimana kategori Sindrom Metabolik jika ditemukan tiga atau lebih faktor risiko (obesitas sentral; kadar gula darah puasa >100 mg/dL; tekanan darah \geq 130/85 mmHg; dan kadar trigliserida \geq 150 mg/dl, (Siwarom et al. 2021)

2.1.2 Epidemiologi Sindrom Metabolik

Berdasarkan data CDC sari tahun 1980 sampai dengan 2012, prevalensi Sindrom Metabolik mengamai peningkatan lebih dari 35%. Peningkatan insiden Sindrom Metabolik meningkatkan resiko Diabetes Mellitus tipe 2, penyakit cardivaskuler, dan batu empedu .Lebih dari 85%



pasien Sindrom Metabolik menderita DM tipe2 dan beresiko mengalami penyakit kardiovaskuler. Sedangkan menurut NHANES (National Health dan Nutrition Examination Survey) ada 2 juta penduduk yang mengalami Sindrom metabolic dengan persentase 24% laki-laki dan 22% Wanita. (Crowder et al. 2021)(Gutiérrez-rodello, Roura-guiberna, and Olivares-reyes 2017)(Nolan and Prentki 2019)

Sindrom metabolic ini banyak ditemukan pada remaja atau dewasa dengan obesitas. Di Amerika Serikat tingginya prevalensi kelebihan berat badan dan obesitas, pada usai anak dan remaja berhubungan dengan sindrom metabolic pada usia dewasa dan dewasa muda. Prevalensi sindrom metabolik tidak hanya ditemukan pada usia tua, namun juga ditemukan pada usia dewasa muda dikarenakan pola makan yang tidak sehat, disertai dengan gaya hidup *sedentary life*.

Prevalensi sindrom metabolic mencapai 37,1% di Amerika Serikat, 16,0% di Afrika, 21,3% di Asia, 10,5% di Eropa, dan lebih dari 21,5% di Cina, sindrom metabolik telah menjadi masalah kesehatan global yang utama. Berdasarkan data Global Burden of Disease (GBD) tahun 1990 s/d 2010 prevalensi sindrom metabolik didunia yaitu 82%, dengan 11,9 % s/d 31,1% terjadi di Asia Pasifik.

Prevalensi sindrom metabolik di Indonesia berdasarkan penelitian Indonesian Family Life Survey Wave 4 (IFLS4), yang tersebar di 20 provinsi di Indonesia dan terdiri dari 27 suku bangsa 8573 tahun 2018 menunjukkan prevalensi sebesar 21,66% dengan prevalensi yang cukup tinggi ditemukan di Jakarta, Nusa Tenggara Barat, Sumatera Barat, Sulawesi Selatan, Provinsi Jawa Timur,dengan suku terbanyak adalah suku Minangkabau, Betawi, Aceh. Sedangkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun

menunjukkan peningkatan prevalensi Penyakit Tidak Menular



mengalami kenaikan dibandingkan dengan Riskesdas tahun 2013, dimana pada usia diatas 15 tahun prevalensi obesitas sentral sebagai resiko sindrom metabolik mencapai 31.0%. Selain itu berdasarkan data Riskesdas tahun 2018 secara nasional terdapat sembilan belas provinsi yang memiliki prevalensi obesitas sentral yang cukup tinggi , salah satunya adalah Provinsi Sulawesi Selatan, dengan prevalensi obesitas sentral mencapai 32%. (Herningtyas and Ng 2019; Riskesdas 2018)

2.1.3 Faktor Resiko Sindrom Metabolik

Faktor resiko yang berkaitan dengan resistensi insulin pada sindrom metabolic adalah, obesitas, dislipidemia, diabetes melitus, hipertensi, kurang aktivitas atau sedentary life dan stress kronik, seperti dijelaskan pada gambar 3 (Castro et al. 2014)(Mancusi et al. 2020)(Fahed et al. 2022)

Obesitas merupakan faktor resiko terbanyak penyebab sindrom metabolik, dimana peningkatan berat badan berkorelasi positif terhadap banyaknya visceral adipose tissue (VAT). Istilah VAT menunjuk pada lemak yang terletak pada rongga abdomen termasuk omental, mesenterik, retroperitoneal jaringan adipose perinefrik. Jaringan lemak tersebut menunjukkan kecepatan lipolysis yang lebih tinggi dibandingkan lemak subkutan, yang kemudian melepaskan asam lemak bebas ke dalam sirkulasi di dalam hepar yang menstimulasi produksi VLDL dan menurunkan sensitivitas insulin di jaringan perifer. VAT juga menghasilkan sejumlah sitokin yang menyebabkan resistensi insulin. Kriteria seseorang dikatakan mengalami obesitas sentral pada orang Asia adalah jika lingkaran perut pada laki-laki >90 cm dan pada Wanita >80 cm, seperti dijelaskan



pada tabel 2 dibawah ini yang mnenjelaskan obesitas sentral menurut WHO, IDF, AHA, dan Japan Obesity Society baik pada orang Asia, Eropa, maupun Amerika. (Simonson 2018)(Labazi and Trask 2017)

2.1.4 Patofisiologi Sindrom Metabolik

Patofisiologi sindrom metabolik diawali dengan adanya resistensi insulin, abnormalitas neurohormonal, dan inflamasi kronis yang berkaitan dengan obesitas abdominal atau obesitas sentral. Selain itu adanya mekanisme down regulasi, defisiensi atau polimorfisme genetic dari fosfolirasi tyrosin reseptor insulin, abnormalitas fungsi GLUT-4 pada kelompok juga berperan dalam peningkatan konsentrasi plasma bebas asam lemak menyebabkan peningkatan aktivasi hormone leptin dan chemerin yang disertai, penurunan kerja hormone adiponectin sehingga menyebabkan penurunan sensitivitas insulin. Selain itu peningkatan kadar FFA menurunkan uptake glukosa (GLUT-4) , menurunkan produksi insulin dan meningkatkan lipogenesis, meningkatkan glucogenesis, dan meningkatkan trigliserid, sehingga menyebabakna resistensi insulin. Adanya obesitas juga menyebabkan peningkatan adipose visceral sehingga menyebabkan peningkatan asam lemak bebas atau Free Fatty Acid (FFA) dimana tingginya kadar FFA dalam sirkulasi menyebabkan gangguan metabolisme lemak yang mengakibatkanna produksi Reactive Oxygen Species (ROS) di sirkulasi dan di sel adiposa, yang disertai pelepasan mediator inflamasi atau sitokin proinflamasi seperti IL-6, CRP, TNF- α . (Rochlani et al. 2017a)(Eckel, Grundy, and Zimmet 2005)(Wang et al. 2020)



Meningkatnya ROS didalam sel adiposa ini menyebabkan gangguan reaksi reduksi oksidasi (redoks) sehingga menurunkan antioksidan dalam sirkulasi, yang dikenal dengan stress oksidatif. Peningkatan stress oksidatif ini menyebabkan disregulasi jaringan adiposa dan menyebabkan disfungsi endotel serta menghambat ambilan glukosa di sel otot dan sel lemak serta menyebabkan penurunan sekresi insulin dari sel β - pancreas sehingga menyebabkan hiperglikemia. Selain itu hal tersebut juga meningkatkan ekspresi Nicotinamid Adenine Dinucleotide Phosphate (NADPH) oksidase dan menurunkan ekspresi enzim antioksidan. melalui tiga jalur yaitu jalur poliol, peningkatan auto-oksidasi glukosa dan peningkatan protein glikosilat. Lemak visceral yang meningkat pada obesitas mengaktifkan kasdkade inflamasi dimana terjadi pelepasan mediator inflamasi seperti IL-6, CRP, TNF- α . Adanya IL-6 menyebabkan aktivasi system RAS di ginjal, sehingga menyebabkan inflamasi kronik yang berperan dalam proses atherosklerosi pada sindrom metabolic. Sedangkan CRP, menyebabkan proses inflamasi kronik, dan menginduksi lipolysis di hati dan menyebabkan gangguan sinyal insulin, sehingga menyebabkan inaktivasi reseptor insulin yang mengakibatkan retensi insulin, dan menyebabkan sindrom metabolik (Nolan and Prentki 2019)

Sindrom metabolic meingkatkan resiko penyakit kardiovaskuler, dislipidemia, dimensia, diabetes melitus, perlemakan hati atau Non Alcoholic Fatty Liver Acid (NAFLD), batu empedu, keganasan, dan hipertensi. (Rochlani, Pothineni, and Kovelamudi 2017b)(Castro et al. 2014)(Simonson 2018)



2.2 Resistensi Insulin

Resistensi insulin didefinisikan sebagai penurunan sensitivitas insulin yang menyebabkan ketidakmampuan insulin dalam merangsang penyerapan glukosa di jaringan target insulin seperti otot dan lemak sehingga dibutuhkan insulin dalam jumlah yang lebih banyak untuk mempertahankan keadaan normoglikemi sehingga mengakibatkan peningkatan kadar insulin. Insulin adalah hormone peptide yang disekresikan oleh sel β -pankreas sebagai respon terhadap adanya glukosa dalam darah. Secara fisiologis mekanisme insulin sebagai hormone anabolic yaitu dengan menghambat lipolysis dan gluconeogenesis hati, serta meningkatkan ambilan glukosa di hati, otot dan jaringan adiposa atau metabolisme protein, lipid dan glukosa, selain itu insulin juga berperan dalam fungsi vascular, regulasi neuro hormonal serta transport elektrolit dan asam amino seperti dijelaskan pada gambar 4. (Aguilar-salinas and Viveros-ruiz 2019)

Resistensi insulin dapat disebabkan oleh defisiensi atau polimorfisme genetic dari fosfolirase tyrosin reseptor insulin, abnormalitas GLUT-4 dan juga faktor lingkungan seperti diet, kurang aktifitas atau sedentary life, serta penyakit metabolic contoh Non Alcoholic Fatty Disease (NLFD), Polycystic Ovarian Syndrom (PCOS), dan juga akibat exposure partikel polusi yang dapat menyebabkan terjadinya resisten insulin pada orang dewasa atau anak-anak, Selain itu adanya gangguan metabolic saat kehamilan yang mengakibatkan adanya interaksi antara gen dan lingkungan seperti maternal obesity menyebabkan disfungsi plasenta, sehingga menyebabkan resistensi insulin konginetal, serta adanya faktor genetic dan penuaan atau



aging yang mengakibatkan perubahan neurohormonal, dan mutase genetic, yang juga menyebabkan resistensi insulin. Obesitas sentral merupakan faktor resiko resistensi insulin yang dapat dimodifikasi, yang berkaitan dengan diet dan gangguan metabolic. Dimana peningkatan kadar asam lemak bebas atau free fatty acid (FFA) menyebabkan penghambatan aktivitas protein kinase, sehingga menurunkan uptake glukosa dan juga menurunkan kadar insulin dalam darah. Hal tersebut merupakan salah satu penyebab resistensi insulin. Hal ini dijelaskan pada gambar 5. (Aekplakorn et al. 2015)(Alatawi and Alshubaily 2021)(Hill et al. 2021)

Patomekanisme resistensi insulin didasari oleh adanya stress oksidatif, yang terjadi akibat tingginya kadar asam lemak bebas atau free fatty acid (FFA). Tingginya kadar FFA ini menyebabkan terbentuknya ROS dan mengakibatkan terjadinya stress oksidative. Reactive Oxidative Stress (ROS), menyebabkan penurunan fungsi dan aktivitas dari GLUT-4 sebagai transport glukosa ke dalam sel sehingga terjadi resistensi insulin.

Metode yang digunakan untuk penilaian dan diagnosis resistensi insulin dapat menggunakan indeks penilaian model homeostatik-resistensi insulin atau Homeostatic model assessment-insulin resistance (HOMA-IR) dan indeks pemeriksaan sensitivitas insulin kuantitatif atau index and quantitative insulin sensitivity check index (QUICKI). Menurut Hrebicek et al (2002) dan Singh dan Saxena (2010) kedua indeks tersebut terbukti dapat digunakan dalam mengevaluasi resistensi insulin baik dalam studi epidemiologi maupun dalam praktik klinis. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai HOMA-IR. Metode pengukuran HOMA-IR dengan menggunakan insulin puasa kurang praktis dan harga pemeriksaan yang

sehingga dilakukan pengembangan formula persamaan yang dapat



digunakan untuk untuk mengetahui adanya resistensi insulin. Pada tahun 2010, dikembangkan formula yang didapat dari hasil kali antara kadar puasa tri gliserida dan glukosa (TyG Indeks), atau dikenal dengan indeks trigliserida dan glukosa (TyG Indeks).

2.3 Indeks Trigliserida Glukosa (TyG Indeks)

Indeks Trigliserada Glukosa (TyG Indeks) merupakan formula yang dapat digunakan untuk menilai resistensi insulin pada orang dewasa yang sehat. Berikut formula TyG Indeks :(Liu et al. 2022)

$$\text{TyG Index} = \text{Ln} [\text{trigliserida (mg/dL)} \times \text{gula darah puasa (mg (dL)/2}]$$

Keterangan :

TyG Index : Trigliserid Glukosa Index



Nilai batas TyG Indeks berdasarkan ras dan jenis kelamin seperti dijelaskan pada tabel 1

Tabel 1. Nilai batas TyG Indeks berdasarkan jenis kelamin dan ras

Karakteristik	Cook et al	de Ferranti et al	IDF
	Nilai Batas	Nilai Batas	Nilai Batas
Mexican American	8.55	8.45	8.65
Laki-Laki	8.55	8.55	8.65
Perempuan	8.55	8.45	8.65
Non-Hispanic White	8.55	8.45	8.65
Laki-Laki	8.55	8.55	-
Perempuan	8.45	8.45	-
Non-Hispanic Black	8.35	8.15	08.15
Laki-Laki	-	8.15	-
Perempuan	-	8.15	-
KNHANES	-		
Korean	08.45	8.35	8.55
Laki-Laki	8.45	8.35	8.65
Perempuan	8.45	8.35	8.55

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Makbul Aman (2021) didapatkan bahwa orang dewasa di Indonesia dengan nilai TyG index ≥ 4.66 lima kali lebih beresiko mengalami resistensi insulin dibandingkan dengan orang dewasa dengan TyG Index < 4.66 . (Aman et al. 2021)

2.4 Sindrom Metabolik dan Resistensi Insulin

Berdasarkan WHO sindrom metabolic merupakan sindrom abnormalitas metabolic yang ditandai resistensi insulin disertai dua faktor risiko berikut: obesitas (rasio pinggang-pinggul atau indeks massa tubuh),
 demia (hipertrigliseridemia, lipoprotein densitas tinggi yang rendah



HDL), hipertensi, atau mikroalbuminuria. Resistensi insulin ditandai dengan penurunan sensitifitas sel terhadap insulin, yang merupakan salah satu penyebab abnormalitas metabolik. Peningkatan abnormalitas metabolik pada usia muda meningkatkan resiko penyakit kardiovaskuler pada remaja dan dewasa muda, sehingga penting sekali untuk mendiagnosis terjadinya resistensi insulin. Adanya resistensi insulin menyebabkan gangguan dari uptake glukosa, penurunan sintesis glikogenesis dan supresi oksidasi lipid. Selain itu resistensi insulin menyebabkan peningkatan sekresi insulin sehingga terjadi hyperinsulinemia disertai stres oksidatif yang menyebabkan peningkatan viskositas serum, induksi protrombotik dan pelepasan sitokin pro-inflamasi pada jaringan adiposa yang berkontribusi terhadap patofisiologi sindrom metabolik sehingga meningkatkan resiko DM dan CVD. Selain itu adanya aktivasi sistem renin-angiotensin (RAS) pada jalur neurohumoral yang diawali dengan pembentukan Angiotensin II (Ang II), oleh jaringan adiposa yang disertai resistensi insulin mengakibatkan peningkatan produksi Ang II melalui aktivasi reseptor tipe 1, serta mengaktifkan nikotinamida adenin dinukleotida fosfat oksidase yang merupakan oksigen reaktif (ROS) sehingga terjadi oksidasi LDL, disfungsi endotel, agregasi trombosit, ekspresi faktor transkripsi redoks-sensitif faktor nuklir kappa (NF- κ B), dan lipoprotein reseptor-1 (LOX-1) pada endotel dan sel otot polos pembuluh darah. Hal tersebut mengakibatkan inflamasi, disfungsi endotel, dan proliferasi fibroblas yang juga berkontribusi terhadap perkembangan hipertensi, dislipidemia, diabetes, CVD. (Wang et al. 2019)



2.5 Diet Nusantara

Diet Nusantara merupakan diet seimbang yang menggunakan makanan local dari Indonesia untuk menurunkan resiko sindrom metabolik. Pada penelitian ini digunakan makanan yang berasal dari Makassar sebagai salah satu daerah di Indonesia, dengan menu makanan berbasis ikan, sayuran dan kelapa atau produk olahan kelapa. Diet Nusantara dibuat dengan jumlah total kalori perhari yang diberikan dengan tiga pilihan yaitu 1700 kkal, 1500 kkal, dan 1300 kkal namun memenuhi kriteria berikut :10) :

- Menu makanan seimbang yang terdiri dari 23-27% lemak, 53-58% karbohidrat, dan minimal 50 gram protein.
- Makanan mengandung cukup serat minimal 20 g per hari
- Makanan harus mengandung cukup micronutrients

2.6 Hubungan Diet Nusantara dengan Resistensi Insulin Pada Sindrom Metabolik

Sindrom metabolik sangat erat kaitannya dengan pola makan atau diet yang tinggi lemak, garam dan gula dan rendah serat yang merupakan makanan cepat saji dan disertai sedentary life atau kuarangnya aktifitas yang menakibatkan kelebihan berat badan dan obesitas. Obesitas merupakan keadaan penumpukan lemak yang berlebihan akibat ketidakseimbangan antara asupan energi dengan energi yang digunakan dalm waktu lama, karena pola makan yang tidak seimbang yang berupa asupan eneergi berlebih, tinggi lemak, tinggi karbohidrat, kurang serta dan rendahnya aktifitas fisik. Tingginya kadar FFA pada obesitas dapat menghambat aktivitas protein kinase, sehingga menurunkan uptake glukosa oleh transporter insulin yaitu GLUT-4 dan menyebabkan



terjadinya pelepasan mediator inflamasi dan stress oksidatif yang menyebabkan resistensi insulin yang berperan dalam patomekanisme sindrom metabolic yang merupakan faktor resiko Diabetes Melitus dan penyakit Cardiovasular, seperti dijelaskan pada gambar 8 .(Nowak 2017)(Rochlani et al. 2017a)(Wang et al. 2020)

Persentase Sindrom metabolik yang terus mengalami peningkatan dapat meningkatkan morbiditas dan mortalitas dari penyalit kardiovaskuler, Diabetes Melitus, dan keganasan. Dalam beberapa literatur. Beberapa faktor biologi dan lingkungan yang dapat mempengaruhi respon glikemi postprandial dan resistensi insulin antara lain, jumlah total karbohidrat yang dikonsumsi, jenis karbohidrat, cara pengolahan makanan, jadwal makan, serta komposisi makronutient lainnya seperti protein, lemak, dan serat yang disertai fisiologi dari system gastrointestinal, pancreas, yang mempengaruhi absorpsi dan metabolisme nutrisi, serta penggunaan obat-obatan seperti steroid, dan stress kronik. (Castro et al. 2014)(Hill et al. 2021)

Selain itu pada penelitian Kato et al (1978) dijelaskan bahwa perubahan konsumsi makanan tradisional ke makanan gaya barat yang tinggi kalori dan tinggi protein merupakan penyebab utama peningkatan penyakit kardiovaskular di beberapa negara berkembang, salah satunya di Indonesia. Kato juga melaporkan bahwa terdapat hubungan erat antara peningkatan konsumsi makanan yang tinggi lemak seperti keju, roti, ham dan sosis dengan peningkatan penyakit degeneratif seperti penyakit kardiovaskuler. Di beberapa negara Asia Pasifik, perubahan pola konsumsi dari makanan yang tinggi serat dan karbohidrat menjadi makanan pola barat menyebabkan peningkatan Berat. Perlunya pengendalian faktor-faktor tersebut untuk mencegah sindrom metabolic seperti dijelaskan pada



gambar..dan gambar 9. berikut(Korrapati, Murugaiha, et al. 2019a)(Simonson 2018)(Srikanthan et al. 2016)

Salah satu diet yang ditetapkan sebagai diet yang ideal untuk mengendalikan resistensi insulin pada sindrom metabolic adalah Diet Mediterranean yang berasal dari Eropa Selatan. Pada diet mediteriania digunakan prinsip diet tinggi kalori dengan persentasi lemak lebih dari 36% dari total kalori seperti dijelaskan pada tabel 2 (Sigit et al. 2020)

Tabel 2 Diet Mediterranean

Zat Gizi	Asupan	% Total
Energi	2226 kkal	
Karbohidrat	238,2 g	42,8
Protein	91,9 g	14,9
Lemak	89,9 g	36,6
Saturated Fatty Acid	25,9 g	9,0
Monounsaturated Fatty Acid	56,3 g	18,8
Polyunsaturated Fatty Acid	13,3	4,8

Namun aplikasi Diet Mediterranean tidak seluruhnya sesuai dengan orang Indonesia yang memiliki postur tubuh lebih pendek dan relative memiliki komposisi tubuh yang dapat menumpuk lemak lebih banyak. Indonesia yang merupakan bagaian dari negara Asia Tenggara dengan persentasi komposisi lemak dalam makanan adalah 20-30%, hal tersebut berbeda dengan Diet Mediterranean, seperti dijelaskan pada tabel 3 .(Sigit et al. 2020)



Tabel 3. Perbandingan Asupan Diet Mediterranean dengan diet Indonesia

Zat Gizi	Diet Mediterranean	Diet Indonesia
Energi	2226 kkal	1762,4
Karbohidrat	238,2 g	231,8 g (52,5%)
Protein	91,9 g	76,3 g (17,3250)
Lemak	89,9 g	58,5 g (30,2%)
Saturated Fatty Acid	25,9 g	20,7 g (14,35%)
Monounsaturated Fatty Acid	56,3 g	8,1 g (5,06%)
Polyunsaturated Fatty Acid	13,3	6,2 g (3,6%)

Jenis lemak yang terkandung dalam makanan yang dikonsumsi orang Indonesia adalah asam lemak jenuh rantai tunggal, yang dibagi menjadi asam lemak jenuh rantai pendek atau short Chain Fatty Acid (SCFA) dan asam lemak rantai sedang atau Medium chain Fatty Acid (MCFA) seperti santan kelapa, parutan kelapa, maupun minyak kelapa murni atau Virgin Coconut Oil (VCO). Selain mengandung lemak, kelapa juga mengandung serat yang cukup tinggi yaitu 58.7%. (63..25% serat pangan total). Pada penelitian Venugopal (2018) dilaporkan bahwa diet yang diperkaya dengan kelapa segar maupun produk olahan kelapa seperti santan, memperbaiki control glikemi dan juga berperan dalam penurunan berat badan. Tingginya kadar serat dalam kelapa menyebabkan rasa kenyang yang lebih lama sehingga dapat menurunkan jumlah porsi makanan yang dikonsumsi. Pada studi lain dilaporkan bahwa konsumsi serat >25 g/hari dapat membantu menurunkan prevalensi obesitas, melalui mekanisme reduksi densitas dari makanan yang dikonsumsi dan



memperpanjang fase proses dan absorpsi makanan atau nutrisi sehingga memperlama rasa kenyang. Dimana makanan dikatakan sehat jika mengandung serat minimal 20% atau 5 saji/hari, sehingga kelapa dan produk olahan kelapa merupakan sumber serat dan lemak yang baik dalam pengendalian obesitas yang merupakan faktor resiko resistensi insulin dan sindrom metabolik. Serat yang terdapat dalam kelapa memiliki retensi air yang lebih tinggi dibandingkan serat makanan lainnya. Namun kelebihan dalam konsumsi serat dapat menyebabkan anemia karena serat mengandung fitat yang dapat mempengaruhi absorpsi zat besi, zinc, kalsium dan magnesium. Pada kelapa selain mengandung serat juga mengandung 50% MCFA, yang dapat meningkatkan penyerapan kalsium dan magnesium. Selain itu MCFA yang terdapat dalam kelapa dapat meningkatkan pengeluaran energi harian melalui peningkatan laju oksidasi MCFA di hati serta menginduksi rasa kenyang sehingga berperan dalam penurunan berat badan. Asupan lemak jenuh khususnya MCFA mempengaruhi metabolisme glukosa dan memperbaiki retensi insulin, selain itu kandungan serat dalam kelapa berkaitan dengan metabolisme glukosa yang dikaitkan dengan kandungan arginin dan asam lauric yang merupakan antioksidan, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu sumber makanan yang kaya akan antioksidan yang berperan dalam mengatasi stress oksidatif yang terjadi pada retensi insulin sehingga mencegah terjadinya sindrom metabolik. Selain itu pada beberapa studi melaporkan bahwa konsumsi produk olahan kelapa seperti VCO dapat menurunkan nilai HOMA-IR. (Austin et al. 2021)(Đurašević et al. 2020)(Nadeeshani et al. 2015)

Selain itu makanan tradisional Indonesia menggunakan banyak bumbu dimana pada penelitian Lipoeto (2004;2006) menunjukkan bahwa



konsumsi sayuran dan bumbu berhubungan dengan konsumsi kelapa. Dimana kelompok pengguna kelapa secara bermakna mengkonsumsi lebih banyak bumbu dan rempah-rempah. Hal yang sama dijelaskan oleh penelitian yang dilakukan oleh Hertyog et al (1995) dan Hollman et al (1999) yang menunjukkan bahwa konsumsi rempah dan bumbu berkontribusi cukup besar terhadap total jumlah konsumsi flavonoid yang memiliki potensi antioksidan. Kandungan antioksidan dalam makanan diukur dari kandungan flavonoid. Flavonoid merupakan komponen polifenol yang hanya terdapat dalam makanan maupun bumbu masakan yang berasal dari tumbuhan, dan beberapa kandungan zat gizi seperti vitamin C, vitamin E, dan beta karoten dalam makanan telah diketahui berfungsi sebagai antioksidan. Selain vitamin C, E dan beta karoten juga terdapat kandungan flavonoid yang mempunyai efek biologis dalam memperbaiki profil lipoprotein, mengurangi oksidasi LDL serta menurunkan agregasi platelet. Pada beberapa studi in vitro menunjukkan bahwa flavonoid dapat menghambat enzim yang terlibat dalam proliferasi agregasi sel platelet, detoksifikasi dan respon imun.

Dalam masakan Indonesia yang mengandung banyak bumbu rempah-rempah seperti merica, kunyit, daun salam, jahe, lengkuas, dan rempah-rempah lainnya. Pada merica terdapat kandungan gugus glikosida pada kampferol, rhamnetin, quercetin dan amida fenolik yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Sedangkan pada penelitian Putra di tahun 2003 dan 2007 pada daun salam dan kayu manis juga ditemukan mengandung flavonoid yang memberikan efek antioksidan. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Shobana dan Naidu, 2000; Ngababu dan Laksmi, 1992) didapatkan hasil bahwa rempah dan bumbu yang dipakai dalam makanan dapat menghambat oksidasi minyak dan lemak



serta mencegah peroksidasi lipid sehingga mencegah retensi insulin yang dapat mengakibatkan sindrom metabolic yang menyebabkan penyakit kardiovaskular. Beberapa bumbu dalam jenis yang bervariasi seperti kunyit (*Curcuma domestica*), jahe (*Zingiber of icinale*), lengkuas (*Lingua galanga*), serai dan daun kunyit serta daun jeruk dan rempah lainnya seperti cabai, kayu manis, merivca cengkeh, ketumbar, bawang merah dan bawang putih. Pada tahun 2009, melalui penelitian intervensi lapangan didapatkan bahwa pemberian makanan Minangkabau yang rendah kalori dan rendah lemak serta rendah garam selama 3 minggu dapat menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik secara signifikan walaupun belum dapat memperbaiki profil lipid. Di bawah ini dijelaskan efek bioaktif dari tumbuhan atau rempah-rempah yang digunakan dalam masakan (Ghorbani, Hekmatdoost, and Mirmiran 2014) (Korrapati, Murugaiha, et al. 2019a) (Korrapati, Murugaiha, et al. 2019b)

Kunyit sebagai salah satu rempah-rempah yang banyak digunakan dalam masakan Indonesia, memiliki efek sebagai antioksidan karena kandungan flavonoid yang terkandung di dalamnya. Dimana pada penelitian Aldebasi (2013) dilaporkan bahwa konsumsi curcuminoid 300 mg selama 3 bulan dapat menurunkan gula darah puasa, HbA1c, TyG, dan HOMA-IR pada pasien dengan Diabetes Melitus tipe-2, diakrenakan efeknya sebagai antioksidan (Dhanasekara et al. 2022) (Mrityunjaya et al. 2020)

