

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada Maret 2020, *World Health Organization* (WHO) menyatakan COVID-19 (*Coronavirus Disease-2019*) sebagai pandemi. Dampak SARS-CoV-2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome-Coronavirus*) meliputi status gizi selama pandemi COVID-19. Di masa pandemi COVID-19 saat ini, banyak aktivitas fisik yang mengharuskan kita untuk tetap berada di rumah, termasuk aktivitas belajar (Nadhiroh, 2022). Beberapa penelitian menunjukkan perubahan perilaku makan dan aktivitas fisik lebih banyak waktu di rumah. Dibandingkan sebelum pandemi COVID-19, perubahan tersebut diwujudkan dalam penurunan aktivitas fisik (38,0%) dan peningkatan frekuensi duduk (28,6%), peningkatan frekuensi makan, serta konsumsi makanan yang tidak sehat (Utami, dkk, 2021).

Peningkatan frekuensi makan yang berlebihan dan tidak sehat berdampak pada obesitas serta pengurangan massa otot (Savitri, dkk, 2019). Massa otot sangat penting untuk kesehatan metabolisme karena massa otot yang tidak normal berhubungan dengan beberapa kondisi patologis. Berkurangnya massa otot rangka merupakan risiko independen untuk osteoporosis, risiko jatuh, patah tulang, gangguan fungsi hingga kematian. Massa otot yang rendah dapat menyebabkan kegagalan biomekanik dari respon otot sampai hilangnya mekanisme keseimbangan otot (S, Karunia, dkk, 2015).

Penelitian yang dilakukan di Africa pada kalangan remaja laki-laki dan perempuan usia 16 sampai 24 tahun, prevalensi obesitas telah meningkat dari 5,7 sampai 9,3% (laki-laki) dan dari 7,7% sampai 11,6% (perempuan) secara respektif. Di Indonesia pada tahun 2015-2019, 13,5% orang dewasa usia 18 tahun ke atas mengalami obesitas ($IMT \geq 25$). Berat badan yang berlebihan atau obesitas merupakan masalah nutrisi yang tersering pada negara maju dan negara berkembang. Berat badan berlebih memiliki faktor risiko masalah kesehatan seperti penyakit kardiovaskular, diabetes, dislipidemia dan beberapa penyakit kanker. Prevalensi penyakit yang bersifat *non communicable* dikaitkan terhadap makan

yang terlalu berlebihan dan aktivitas fisik yang kurang, khususnya pada negara-negara yang berkembang sama halnya insidensi dan prevalensi malnutrisi pada negara berkembang (Sop, dkk, 2010).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di tiga universitas yang berbeda-beda di *Cameroon* oleh Bede dan kawan-kawan, sebagian besar mahasiswa 49,8% melaporkan hanya makan 2 kali sehari yang mana sarapan selalu dilewatkan sementara makan malam merupakan hal yang wajib atau selalu dikonsumsi oleh mahasiswa dan mahasiswi. Cemilan merupakan hal yang umum dikonsumsi pada mahasiswa serta mahasiswi (sebanyak 40,8% dari total besar sampel). Makanan sehari-hari seperti susu, buah, sayur, dan daging jarang dikonsumsi. Sebagai tambahan, terdapat hubungan antara status *Body mass index* (BMI) terhadap jenis kelamin. Disimpulkan bahwa prevalensi malnutrisi pada kelompok mahasiswa dan mahasiswi fakultas kedokteran tahun kedua pada tiga universitas di *Cameroon*, sebesar 29,4% memiliki status gizi malnutrisi dari total besar sampel. Mahasiswa atau mahasiswi (individu) dengan makan yang tidak teratur, melewati jam makan, jarang atau tidak pernah makan buah-buahan, sayur sayuran dan susu, gemar makan permen atau makanan dengan kadar gula yang tinggi, gemar makan-makanan yang digoreng serta konsumsi alkohol memiliki kebiasaan makanan yang buruk (Bede, dkk. 2020).

Salah satu faktor yang berperan penting dalam kejadian obesitas adalah aktivitas fisik. Aktivitas fisik merupakan suatu gerakan tubuh yang dihasilkan otot rangka (Kusumo, 2020). Otot rangka berperan dalam kekuatan kontraktile untuk aktivitas mekanik atau lokomotif, sehingga membuat hidup menjadi independen dan menambah aspek kunci kesehatan seperti sensitivitas insulin dan mobilitas sendi. Otot rangka juga berperan penting dalam pemulihan penyakit mayor dan memiliki massa otot yang baik telah dikaitkan dengan peningkatan laju kelangsungan hidup dan laju pemulihan dari beberapa keadaan penyakit (Mcglory, dkk. 2019).

Massa otot rangka merupakan salah satu komponen terpenting dalam studi *health conditions and nutritional status of elderly people*. Hal tersebut representasikan sebuah bagian yang penting dari fat-free mass (lemak dan lainnya),

membentuk jaringan aktif secara metabolik. Nilai dari massa otot rangka dikaitkan dengan terhadap kebugaran fisik dan pencegahan fraktur (Neves, dkk. 2018).

Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara (FK UISU) merupakan institusi Pendidikan kedokteran yang terletak di jalan STM No 7, Medan Johor dengan jumlah mahasiswa yang aktif lebih kurang 340. Di masa pandemi, pembelajaran di FK UISU berlangsung secara *online*. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa pandemi meningkatkan risiko mengembangkan perilaku makan yang disfungsi dan asupan makanan yang berubah. Dari uraian diatas bahwa asupan makanan sangat berperan dalam proses pembentukan massa otot dan mempengaruhi IMT seseorang, sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Hubungan Asupan Makanan Dengan Massa Otot Pada Mahasiswa dan Mahasiswi FK UISU”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah apakah ada hubungan asupan makanan terhadap massa otot?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui hubungan asupan makanan dengan massa otot pada mahasiswa/mahasiswi FK UISU.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui asupan makanan pada mahasiswa/mahasiswi FK UISU.
- b. Untuk mengetahui massa otot pada mahasiswa/mahasiswi FK UISU.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menambah pengetahuan peneliti dalam mengetahui hubungan asupan makanan dengan massa otot dan sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi di Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara.

1.4.2 Bagi Universitas Islam Sumatera Utara

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam bentuk informasi hubungan asupan makanan dengan massa otot.

1.4.3 Bagi Peneliti Selanjutnya

Hasil penelitian ini kiranya dipertimbangkan agar dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya yang terkait hubungan asupan makanan dengan massa otot.

1.4.4 Bagi Masyarakat

Diharapkan dengan hasil penelitian ini masyarakat mendapatkan informasi Dampak dari defisiensi asupan makanan terhadap massa otot serta dapat mencegah atau berhati-hati perihal defisiensi massa otot.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Asupan Makanan

Suplementasi makanan atau asupan makanan didefinisikan sebagai sebuah produk yang dimakan oleh mulut dan mengandung sebuah bahan makanan yang diharapkan sebagai suplemen makanan. Bahan makanan termasuk vitamin, mineral, asam amino, rempah-rempah, atau produk botani lainnya dan substansi-substansi seperti enzim, kelenjar, jaringan organ, dan metabolit-metabolit. Suplemen makanan mungkin juga dapat di ekstrak atau diambil konsentrasinya dan bisa juga dibuat dalam bentuk kapsul, tablet, bubuk, cairan, *gelcaps*, *softgels*, dan lain-lain (Bagchi D, 2019).

Nutrisi adalah komponen dasar yang menyusun makanan. Fungsi umum zat gizi sebagai sumber energi atau energi membantu tubuh tumbuh, memelihara jaringan tubuh, menggantikan sel-sel yang rusak, mengatur metabolisme dan mengatur keseimbangan air, mineral dan asam basa dalam cairan tubuh dan fungsi dalam cairan tubuh. Mekanisme pertahanan tubuh terhadap penyakit adalah antibodi dan antitoksin (Sulaeha, 2018).

Kebutuhan zat gizi meliputi zat gizi makro dan zat gizi mikro. Kebutuhan Zat makro antara lain:

1. Energi adalah untuk mencegah terjadinya gangguan metabolisme, sehingga diperlukan keseimbangan masukan energi yang sesuai dengan kebutuhan tubuh, agar energi tidak menumpuk di dalam tubuh berupa cadangan lemak. Kebutuhan energi untuk laki-laki usia 16-18 tahun adalah 2675 kalori, usia 19-29 tahun 2725 kalori, sedangkan wanita usia 16-18 tahun 2125 kalori dan usia 19-29 tahun 2250 kalori. Permintaan energi turun 5% setiap 10 tahun (Sulaeha, 2018).

Harris dan Benedict (1909) membuat rumus untuk menghitung kebutuhan energi basal sebagai berikut.

Energi basal laki-laki = $66,5 + 13,7 \text{ BB (kg)} + 5,0 \text{ TB (cm)} - 6,8 \text{ U}$

Energi basal perempuan = $655 + 9,6 \text{ BB (kg)} + 1,8 \text{ TB (cm)} - 4,7 \text{ U}$

(BB = berat badan dalam kg; TB = tinggi badan dalam cm; U = umur dalam tahun)

FAO/WHO/ UNU/1985 mengeluarkan rumus untuk menaksir energi basal yaitu dengan menghitung kebutuhan energi didasarkan pada kebutuhan energi basal (BMR) dan jenis aktivitas tubuh.

Tabel 2. 1 Rumus untuk Menilai BMR

Kelompok Umur (Tahun)	BMR (Kkal/hari)	
	Laki-laki	Perempuan
0-3	$60,9 B - 54$	$61,0 B - 51$
3-10	$22,7 B + 495$	$22,5 B + 499$
10-18	$17,5 B + 651$	$12,2 B + 476$
18-30	$15,3 B + 679$	$14,7 B + 496$
30-60	$11,6 B + 879$	$8,7 B + 829$
60+	$13,5 B + 487$	$10,5 B + 596$

B = Berat badan dalam kilogram (kg)

Rumus untuk menilai kebutuhan energi tergantung juga pada aktivitas fisik. Kebutuhan energi berdasarkan aktivitas berbeda antara laki-laki dan perempuan (Par'I, 2018).

Tabel 2. 2 Angka Kecukupan Energi Tiga Aktivitas Fisik Berdasarkan Jenis Kelamin

Kelompok Aktivitas	Jenis Kelamin	Jenis Kegiatan	Faktor Aktivitas
Ringan	Laki-laki	75% waktu digunakan untuk duduk atau berdiri, 25% waktu digunakan untuk pekerjaan tertentu.	1,56
	Perempuan		1,55
Sedang	Laki-laki	40% waktu digunakan untuk duduk atau berdiri, 60% waktu digunakan untuk pekerjaan tertentu.	1,76
	Perempuan		1,70

Berat	Laki-laki	25% waktu digunakan untuk	2,10
	Perempuan	duduk atau berdiri, 75% waktu digunakan untuk pekerjaan tertentu.	2,00

2. Karbohidrat adalah komponen makanan yang terdiri dari karbon, oksigen, dan hidrogen, dan satu atau lebih molekul gula bergabung membentuk karbohidrat. Karbohidrat merupakan sumber energi utama yang mudah dicerna dan dapat digunakan dengan cepat. Kebutuhan energi untuk karbohidrat mencapai 55-67% dari total kalori. Ini adalah zat yang tidak larut dalam air. Namun, setelah otot menggunakan sebagian besar glikogennya, mereka dicerna sebagai sumber energi cadangan. Lemak disimpan dalam tubuh di sekitar organ dan dalam jumlah banyak di bawah kulit. Pada orang gemuk, tetapi pada atlet atau orang aktif, lemak disimpan di otot (A.P., dkk 2011).

Para ahli di bidang gizi menetapkan kisaran konsumsi karbohidrat yang dapat diterima adalah 45-65% dari total energi, dan rata-rata konsumsi karbohidrat harian di Indonesia sekitar 60-70% dari total energi. Artinya karbohidrat merupakan persentase terbesar dari TGS (Gizi Seimbang Tumpeng). Semakin tinggi tingkat ekonomi masyarakat, semakin rendah persentase energi karbohidrat yang digantikan oleh sumber energi lemak dan protein. Sebaliknya, semakin rendah tingkat ekonomi, semakin tinggi persentase asupan karbohidrat dan semakin rendah persentase energi dari lemak dan protein. Tanpa pengetahuan dan pendidikan gizi yang seimbang, tren ini akan memicu pola makan yang tidak sehat. Oleh karena itu, seiring dengan pertumbuhan ekonomi, perlu adanya peningkatan pendidikan/pengetahuan gizi (Yosephin, 2018).

3. Protein adalah pembangkit energi yang mengandung 4 kalori, dan sumber bahan pembangun sel. Protein juga merupakan bagian penting dari semua pembentukan jaringan tubuh, yaitu disintesis dari makanan. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup terjadi ketika asupan protein cukup. Membentuk berbagai jaringan vital tubuh, seperti enzim, hormon, antibodi, dan cairan tubuh, serta mengatur keseimbangan kebutuhan protein. Pada masa dewasa akhir,

kebutuhan protein pria lebih tinggi daripada wanita (Sulaeha, 2018). Protein memiliki fungsi sebagai berikut:

- a) Enzim. Semua enzim yang diamati sejauh ini adalah protein dan aktivitas katalitiknya tergantung pada integritas strukturalnya sebagai protein. Enzim memiliki berat molekul 12.000-lebih dari 1.000.000, sehingga enzim sangat besar dibandingkan dengan substrat atau gugus fungsi.
- b) Protein transport yaitu hemoglobin dan mioglobin. Protein yang ditemukan dalam hemoglobin dan mioglobin berperan dalam pengikatan oksigen, transportasi oksigen, dan fotosintesis. Hemoglobin juga mengangkut H^+ (Hidrogen) dan CO_2 (Karbon dioksida). Selain mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan, hemoglobin mengangkut H^+ dan CO_2 dari jaringan ke paru-paru dan ginjal untuk diekskresikan. Di dalam sel, bahan bakar organik dioksidasi oleh mitokondria menjadi CO_2 , air, dan zat lainnya. Pembentukan CO_2 meningkatkan kadar H^+ dalam jaringan karena hidrasi CO_2 menghasilkan H_2CO_3 , asam lemah yang terurai menjadi H^+ dan $H_2CO_3^-$ (*Carbonic Acid*).
- c) Protein pengatur yaitu hormon. Hormon adalah sekresi kelenjar tertentu yang bekerja pada sel-sel terdekat di jaringan tertentu selain sel-sel yang mensintesisnya misalnya hormon pertumbuhan, insulin, dan hormon paratiroid.
- d) Protein kontraktil. Banyak protein bertindak sebagai filamen, kabel, lembaran pendukung untuk menyediakan struktur atau kekuatan biologis. Massa serat otot segar terdiri dari 75% air dan lebih dari 20% protein. Dua protein utama otot adalah aktin dan miosin.
- e) Protein struktural. Keratin adalah protein berserat utama yang dibuat oleh sel-sel epidermis. α -Keratin memberikan perlindungan eksternal untuk vertebrata. Protein ini membentuk hampir seluruh berat kering rambut, wol, sayap, kuku, cakar, duri, sisik, tanduk, tapal kuda, dan cangkang kura-kura. Fibrinogen dan trombin adalah protein yang terlibat dalam proses hemostasis. Hemostasis adalah peristiwa hemostasis berikut gangguan integritas pembuluh darah (Mardalena, 2016).

Tabel 2. 3 Angka Kecukupan Protein Berdasarkan Kelompok Umur

Kelompok Umur (Tahun)	AKP (Nilai PST) (gram/kg bb)	
	Laki-laki	Perempuan
0-0,5	1,86 (85% dari ASI)	1,86 (85% dari ASI)
0,5-2	1,39 (50% dari ASI)	1,39 (50% dari ASI)
4-5	1,08	1,08
5-10	1,00	1,00
10-18	0,96	0,90
18-60	0,75	0,75
60+	0,75	0,75

4. Lemak menghasilkan energi tertinggi, karena 1 gr lemak menghasilkan 9 kalori energi. Umumnya, lemak adalah trigliserida yang terdiri dari gliserol dan asam lemak. Asam lemak dibedakan menjadi asam lemak jenuh (asam palmitat dan asam stearat), asam lemak tidak jenuh (omega-3 (seperti asam linolenat, asam dokosaheksaenoat/DHA), dan omega-6 (asam linoleat, asam arakidonat/ARA). sangat membutuhkannya, terutama saat mereka tumbuh, termasuk perkembangan otak. Makanan sumber lemak/minyak secara umum dibagi menjadi dua jenis, yaitu nabati (tumbuhan) dan hewani (hewani). Makanan sumber lemak nabati adalah minyak kelapa, minyak sawit, minyak jagung, minyak kedelai, minyak kacang tanah, aneka kacang-kacangan, witch hazel, alpukat, durian, dan margarin. Makanan sumber lemak hewani antara lain kuning telur, daging sapi, domba, ayam, udang, ikan, hati, susu, mentega, dan keju (Badan POM RI, 2013).

2.2 Pengukuran Asupan Makanan/Gizi

Pengukuran asupan makanan terdiri dari *Nutrisurvey*, *Food frequency*, *Food record*, *Dietary history*, dll.

2.2.1 *Nutrisurvey*

Perangkat lunak *Nutrisurvey* 2007 (*Nutrisurvey*) adalah perangkat lunak yang mampu menganalisis kandungan gizi beberapa bahan makanan dan makanan siap saji. *Nutrisurvey* mampu memberikan informasi berupa komposisi makanan atau energi dan persentase gizi makanan, persentase energi waktu makan, sehingga

memiliki kemampuan untuk menghitung kebutuhan energi secara individual dan secara grafis menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan, yang mungkin diperlukan untuk dikurangi atau ditambah jika diperlukan berat badan. Kurangi atau tingkatkan konsumsi energi setidaknya 500 kkal. Survei gizi memberikan kesempatan untuk memperbarui data gizi dengan menambahkan makanan atau makanan yang belum ada di database, serta memperbarui resep atau rencana makan (Nengah, 2017).

2.2.2 Food Frequency

Food Frequency Questionnaire (FFQ) dirancang untuk menilai kebiasaan makan dengan menanyakan seberapa sering makanan atau kelompok makanan tertentu dikonsumsi selama periode referensi. Metode ini dapat digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang berbagai makanan, atau dapat dirancang lebih pendek dan fokus pada makanan yang kaya nutrisi tertentu atau kelompok makanan tertentu, seperti buah-buahan dan sayuran. Apakah FFQ dapat secara akurat memperkirakan asupan absolut makanan dan nutrisi masih kontroversial, karena FFQ biasanya digunakan untuk menilai asupan dalam populasi penelitian (Fayasari, 2020).

Ini adalah teknik survei makanan menggunakan kuesioner dengan 2 komponen, daftar makanan dan frekuensi penggunaan atau konsumsi. Hasil yang diperoleh disajikan dalam bentuk frekuensi makan, dan bentuk semi kuantitatif dapat berupa kalori atau gram makanan dan kandungan gizinya.

1) Jenis FFQ

- a. FFQ *Qualitative*. Frekuensi makan, meliputi jenis makanan atau minuman dan frekuensi makan makanan.
- b. Semi *Quantitative* FFQ. FFQ yang mencantumkan URT atau porsi, jadi selain mendapatkan jenis dan frekuensi makanan, juga menanyakan berapa banyak yang biasanya dikonsumsi (Fayasari, 2020)

2.2.3 Food Record

Food record atau yang lebih dikenal dengan perkiraan *food record* adalah suatu metode dimana asupan makanan, nutrisi dan perubahan makanan dapat diperkirakan. Langkah yang dilakukan hampir sama dengan penimbangan

makanan, dimana responden mencatat semua makanan dan minuman di URT (untuk jangka waktu tertentu) termasuk cara pembuatan dan penanganannya (Fayasari, 2020).

2.2.4 Dietary History

Pengkajian pola makan retrospektif terperinci untuk memperoleh informasi rinci tentang makanan individu, serta informasi umum tentang makanan yang tidak sering dimakan. Ini digunakan untuk menggambarkan makanan biasa dan atau asupan nutrisi selama beberapa bulan atau satu tahun. Metode tersebut meliputi penarikan kembali 24 jam, frekuensi makanan (periksa penarikan kembali 24 jam), dan catatan makanan 3 hari. Metode survei ini dapat mengidentifikasi kualitatif dan kuantitatif (Fayasari, 2020).

2.3 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Massa Otot

Faktor-faktor yang mempengaruhi otot antara lain nutrisi, aktivitas fisik, merokok, konsumsi alkohol, dan status sosioekonomik.

2.3.1 Nutrisi

Asupan energi makanan menurun sampai lebih dari 5000 kJ antara usia 20 dan 80 tahun. Berkurangnya intake energi berkontribusi terhadap penurunan berat badan termasuk penurunan massa otot, dan massa otot tambahan dan defisit fungsi mungkin terjadi dikarenakan inadekuat asupan makronutrient spesifik, mikronutrien dan vitamin-vitamin (Walrand, 2019).

Asupan protein berperan penting dalam kesehatan otot yang mana dosis optimal asupan protein ialah 1-1,2g/kgbb/hari. Nutrisi yang adekuat dan makanan dengan asam basa yang seimbang merupakan elemen yang penting menjaga atau memelihara massa otot dan kekuatan otot selama penuaan (Mithal, dkk. 2012).

Intake makanan yang mengandung protein adekuat merupakan kunci nutrisi komponen dari otot rangka atau massa otot karena protein mengandung asam amino, termasuk asam amino esensial yang mana tidak bisa disintesis di dalam tubuh, serta dibutuhkan untuk sistesis protein untuk otot. Selama masa penuaan kemampuan dalam sintesis protein menjadi berkurang, pada usia dewasa muda mungkin membutuhkan makanan yang mengandung protein dengan jumlah 0,8 gram/kgBb/hari dan *leucine* (sebuah asam amino esensial dengan rantai bercabang)

mungkin secara khusus penting dalam massa otot. Seperti contoh, seseorang usia dewasa mudah secara acak menerima minuman yang mengandung 2-3 gr β -hydroxy- β -methylbutyrate (HMB; hasil metabolit *leucine*), serta *L-arginine* dan *L-lysine* (asam amino esensial) selama setahun, dibandingkan dengan mereka yang tidak menerima asam amino esensial, kemudian pada analisis *bioelectrical impedance* dan *dual-energy X-ray absorptiometry* memperkirakan *lean mass* meningkat 0,5-1 kg. Terlepas dari itu, pada usia dewasa tua, terdapat bukti yang terbatas untuk menganjurkan bahwa pemberian tunggal suplementasi protein dan asam amino merupakan hal yang menguntungkan dalam penyempurnaan massa otot (Walrand, 2019).

Nutrisi lainnya yakni dikaitkan dengan asupan buah dan sayur yang lebih tinggi dan mungkin juga berkontribusi terhadap mempertahankan massa otot selama proses penuaan. Kalium juga merupakan hal yang penting dalam kontraksi otot. Diet magnesium mungkin mempengaruhi *adenosine triphosphate* pada berkas otot (Walrand, 2019).

Vitamin D merupakan sebuah *secosteroid hormone* yang di produksi didalam epidermis setelah terpapar sinar UV B dan juga diperoleh dalam jumlah yang sedikit didalam makanan. Vitamin D mungkin memiliki efek langsung terhadap otot rangka, yang mana terdapat 1,25 Vitamin D reseptor didalam otot rangka yang mengikat 1,25-*dihydroxyvitamin* (merupakan bentuk aktif vit D) dan meningkatkan sintesis protein. Vitamin D mungkin juga menambah *mitochondrial oxidative phosphorylation* didalam otot rangka (Walrand, 2019).

Kombinasi asupan nutrisi mungkin menjadi hal yang paling efektif dalam memastikan asupan makana yang adekuat dan memperbaiki massa otot pada populasi dewasa tua. Kombinasi suplemen juga efektif dalam meminimalisir defisiensi nutrisi yang multipel yang mana berkontribusi terhadap penurunan massa otot pada populasi dewasa tua dalam jangka panjang (Walrand, 2019).

Makanan yang mengandung protein yang adekuat merupakan hal penting untuk mempertahankan kesehatan secara optimal serta pertumbuhan, perkembangan dan fungsi sepanjang hidup. Kebutuhan protein harian pada usia dewasa sebagian besar di dikte oleh massa tubuh dan *lean body mass*. dan juga keseimbangan energi dan

aktivitas fisik. Estimasi kebutuhan rata-rata protein adalah 0,66 gram per kilogram berat badan per hari. *Recommended Dietary Allowance* (RDA) adalah 0.8 gr/kg/hari, dan mencerminkan jumlah minimal protein dibutuhkan untuk mencapai kebutuhan kadar asam amino yang normal didalam tubuh sehingga menghasilkan keseimbangan nitrogen yang seimbang dan mencegah kehilangan massa otot selama kehidupan (Carbone & Pasiakos, 2019).

2.3.2 Aktivitas Fisik

World Health Organization (WHO) mendefinisikan aktivitas fisik sebagai setiap gerakan tubuh yang dihasilkan oleh otot rangka yang membutuhkan pengeluaran energi. Aktivitas fisik mengacu pada semua gerakan termasuk selama waktu senggang, untuk transportasi ke dan dari tempat, atau sebagai bagian dari pekerjaan seseorang, baik aktivitas fisik intensitas sedang dan kuat meningkatkan kesehatan (WHO, 2022).

Jenis Aktivitas Fisik

1. Aktivitas fisik harian

Aktivitas pertama ada dalam kehidupan sehari-hari. Kegiatan sehari-hari merawat rumah dapat membantu membakar kalori dari makanan yang di makan. Seperti mencuci pakaian, mengepel, jalan-jalan, membersihkan jendela, berkebun, menyetrika, bermain dengan anak, dll. Kalori yang dibakar per aktivitas bisa 50-200 kkal.

2. Latihan fisik

Aktivitas fisik adalah aktivitas yang terorganisir dan terencana seperti berjalan, *jogging*, *push-up*, peregangan, aerobik, bersepeda, dan lain-lain. Dari segi aktivitas, latihan fisik sering digolongkan sebagai olahraga.

3. Olahraga

Latihan didefinisikan sebagai aktivitas fisik yang terorganisir dan terencana, mengikuti aturan yang berlaku, tidak hanya untuk kebugaran fisik tetapi untuk pencapaian. Diantaranya sepak bola, bulu tangkis, basket, renang dan olahraga lainnya (Kemenkes, 2018).

2.3.3 Merokok

Meskipun aktivitas fisik dan nutrisi merupakan hal yang paling penting, faktor-faktor yang dapat dimodifikasi berkontribusi dalam penurunan massa otot yang dikaitkan dengan usia, perilaku gaya hidup juga menjadi hal yang tidak bisa disepelekan. Dalam studi kohort MINOS bahwa laki-laki dengan usia yang tua yang memiliki riwayat merokok atau masih menjadi perokok aktif memiliki massa otot yang rendah secara relatif terhadap tinggi badan (disproporsional) dibandingkan dengan laki-laki yang mana tidak pernah merokok sama sekali. Penelitian menyarankan bahwa komponen rokok termasuk ROS/RNS (*reactive oxygen species* dan *reactive nitrogen species*) dan *aldehydes* dapat meningkatkan kerusakan otot rangka melalui aktivasi dari *muscle specific proteolytic pathways*, dan peningkatan proses katabolik otot dan penghambatan proses anabolik (Walrand, 2019).

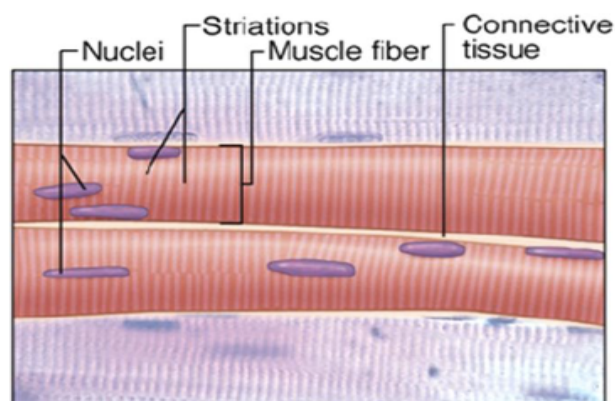
2.3.4 Konsumsi Alkohol

Konsumsi alkohol juga dikaitkan dengan penurunan massa otot karena etanol mengganggu sintesis protein otot dan meningkatkan *autophagy*, tetapi sebuah penelitian metaanalisis termasuk 13 studi, lebih dari 13.000 partisipan telah dilaporkan bahwa mereka yang memiliki riwayat konsumsi alkohol kemungkinan sebesar 23% akan mengurangi kejadian sarkopenia. Meta-analisis ini dibatasi oleh definisi yang bervariasi dari sarkopenia dan penilaia asesmen konsumsi alkohol selama proses penelitian. Pada kelompok perempuan postmenopause telah di survey oleh *Korean National Health and Nutrition Examination Survey*, mereka atau seseorang yang konsumsi alkohol dengan risiko tinggi memiliki empat kali lipat kemungkinan memiliki massa otot yang relative rendah yang disetarakan dengan berat badan dibandingkan dengan seseorang yang memiliki riwayat konsumsi alkohol risiko rendah. Wanita yang memiliki riwayat konsumsi alkohol dengan risiko tinggi pada studi ini juga memiliki riwayat merokok, tetapi hubungan konsumsi alkohol dan massa otot yang rendah tetap signifikan walaupun terdapat variable pengacau yakni riwayat merokok (Walrand, 2019).

2.3.5 Status Sosioekonomik

Menyoroti fakta yang dimana kebiasaan yang tidak sehat sering mempercepat penurunan massa otot dan terdapat faktor lain yakni status sosioekonomi yang rendah. Kombinasi dari inaktif secara fisik, merokok, penggunaan alkohol menjelaskan hampir 70% akan meningkatkan risiko. Pada wanita ras Australia, merokok, makan dengan porsi besar dan aktivitas fisik yang rendah merupakan bentuk dari kelompok sosioekonomi yang rendah. Individu yang memiliki status sosioekonomi yang lebih rendah meningkatkan risiko massa otot yang rendah selama penuaan. Penurunan status sosioekonomi mungkin menjadi umum selama penuaan dimana banyak kelompok populasi dewasa tua transisi ke masa pensiun sehingga akan mengurangi pendapatan dan berpengaruh terhadap perilaku sehat yang diinginkan. Tidak diragukan lagi, bahwa kelompok dewasa tua memiliki tantangan sosial untuk memperbaiki status sosioekonomi (Walrand, 2019).

2.4 Pertumbuhan Otot



Gambar 2. 1 Gambaran Mikroskopik dan Gambaran Skematik Jaringan Otot Rangka (Wangko, 2014)

Pertumbuhan otot rangka, sama halnya terhadap jaringannya yang lain, tergantung dalam jumlah sel atau ukuran sel, proliferasi sel merupakan hal yang penting dalam perkembangan otot didalam embrio. Sebaliknya, induksi sintesis protein dikaitkan dengan *hypertrophy* yang merupakan sifat utama pertumbuhan otot pada orang dewasa. Selama perkembangan embrionik, jaringan otot dibentuk somit yang merupakan turunan segmental dari *paraxial mesoderm*. Awalnya sel-sel prekursor miogenik dari mesoderm masuk kedalam *myogenic lineage*, kemudian

berproliferasi, dan membelah untuk membentuk sebuah kumpulan *myoblast*. Kemudian peristiwa *signaling* menyebabkan myoblast keluar kedalam siklus sel, sampai berhenti untuk membelah dan berdiferensiasi. Sel-sel mulai untuk sekresi *fibronectin* kedalam matrix ekstraselular dan mengekspresikan protein spesifik sel otot. Lambat laun, myoblast sejajar dan menyatu untuk membentuk *myotubes*. Selama perkembangan otot pada masa postnatal, sel satelit bergabung kedalam berkas yang sedang berkembang dan bersama-sama meningkatkan sintesis protein. Satelit sel merupakan sel progenitor *myoblast*, yang mana terletak antara *membrane basement* dan *sarcolemma* yang ada pada berkas otot (Bachgi, 2019).

Jumlah total berkas otot tetap tidak berubah setelah lahir pada mamalia. Tidak seperti otot pada usia muda, pada usia tua terdapat peningkatan sel otot rangka yang terjadi secara utama karena meningkatnya ukuran berkas otot, jumlah yang berbanding terbalik, dan tidak membutuhkan sel satelit dalam penggabungan. Proses dari *hypertrophy* dikaitkan dengan peningkatan sintesis dari protein kontraktil. Normalnya *hypertrophy* secara alami akan berhenti pada perkembangan maksimal setelah maturasi seksual, tetapi aktivitas *resistance training* atau penggunaan steroid *anabolic*, seperti testosterone, akan meningkatkan respon *hypertrophy* terhadap manusia ataupun hewan (Bachgi, 2019).

Meskipun miogenesis secara normal tidak terjadi pada otot rangka pada masa dewasa, hal tersebut bisa diaktivasi didalam sel satelit setelah cedera atau setelah mengalami sakit. Aktivitas mitosis satelit sel pada kelompok dewasa diam tetapi mampu berdiferensiasi dan bergabung dengan nucleus yang baru kedalam berkas otot yang sedang berkembang atau membentuk *myofiber* baru sehingga menghasilkan *hypertrophy*. Proses ini juga berkontribusi terhadap *hypertrophy* otot yang diinduksi oleh respon kompensasi terhadap otot yang mengalami trauma saat melakukan *resistance training*. Laju perkembangan otot ditentukan oleh *homeostatis* antara *hypertrophy* dan atrofi otot. Atrofi merupakan penurunan ukuran otot yang secara utama disebabkan akibat kehilangan organel-organel, sitoplasma, dan protein dan hal tersebut ditandai dengan degradasi protein yang meningkat. Secara kesimpulan, terdapat mekanisme utama yang berkontribusi terhadap mempertahankan perkembangan otot yakni, *myogenesis*, *hypertrophy*, dan

atrophy dan mTOR pathway (*mammalian or mechanistic target of rapamycin*) berperan sangat penting dalam meregulasi setiap mekanisme (Bagchi, 2019).

mTOR adalah kinase yang mengatur fungsi seluler utama yang terkait dengan peningkatan pertumbuhan dan metabolisme sel. Kinase ini merupakan bagian dari dua kompleks protein yang disebut kompleks mTOR 1 (mTORC1) dan 2 (mTORC2), memiliki peran mendasar dalam mengkoordinasikan proses anabolik dan katabolik sebagai respons terhadap faktor pertumbuhan dan nutrisi. Dari dua kompleks mTOR, mTORC1 sejauh ini yang paling baik dikarakterisasi. Saat aktif, mTORC1 memicu pertumbuhan dan proliferasi sel dengan mempromosikan sintesis protein, biogenesis lipid, dan metabolisme, dan dengan mengurangi *autophagy* (Laplante, dkk, 2012).

2.5 Hubungan Nutrisi dan Pertumbuhan Otot

Otot rangka mengandung kaya protein kontraktil, sehingga pembentukan otot sebagian besar bergantung dalam status nutrisi. Massa otot ditentukan dari keseimbangan antara sintesis protein otot dengan pemecahan protein otot. Ketersediaan asam amino esensial merupakan stimulator sintesis protein otot. Di antara kelompok asam amino esensial yakni, *leucine* dapat menstimulasi sintesis protein otot secara tunggal. Selama masa kehamilan perkembangan fetus dan perkembangan otot rangka bergantung secara keseluruhan terhadap nutrisi maternal. Ibu hamil dengan diet rendah protein akan menyebabkan perkembangan fetus terhambat, tetapi hal tersebut dapat di kembalikan dengan suplementasi *leucine*, yang mana dapat mengaktivasi mTOR *pathway*. Kinase mTOR merupakan regulator pertumbuhan sel melalui faktor pertumbuhan, *nutrient*, dan stimulus eksternal (Bagchi, 2019).

Selama periode neonatus, perkembangan otot terjadi secara cepat dan karena kemampuan sintesis protein yang meningkat terhadap respon pemberian makanan, yang mana secara signifikan akan menurun seiring perkembangan. *Leucine* telah menunjukkan stimulasi sintesis protein oleh induksi aktivasi mTORC1, tetapi efek ini menurun seiring dengan perkembangan. Perubahan siklus protein otot rangka pada orang dewasa juga sebagian besar dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi. Pemberian *Rapamycin* kepada seseorang akan memblokir stimulator asam amino

essensial. Perubahan kadar asam amino di sadari oleh sensor nutrisi yakni *human vacuolar protein sorting 34* (hVps34) dan kemudian di transduksi ke mTORC1 dengan sebuah cara *Ca²⁺-dependent* (Bagchi, 2019).

Konsumsi makanan dengan tinggi protein selanjutnya tidak akan menstimulasi sintesis protein otot dibandingkan dengan seseorang yang mengkonsumsi makanan yang megandung protein dengan porsi sedang. Hal ini menyarankan bahwa konsumsi beberapa makanan dengan kadar protein dengan kadar sedang (*moderate*) selama satu hari akan lebih baik dalam mendukung perkembangan otot, dibandingkan hanya satu kali makan dengan kadar protein yang tinggi. Suplementasi asam amino juga meningkatkan sintesis protein otot diinduksi oleh *resistance training* melalui aktivasi *Akt/mTORC1/s6k1 pathway* / *s6k1 pathway* oleh *leucine*, dan respon ini tidak dipengaruhi oleh penuaan. Hasil yang sama diperoleh oleh Morrison dan kawan-kawan, melakukan latihan ketahanan (*endurance exercise*) dengan menggunakan model tikus, dimana fosforilasi dari mTOR dan S6K1 telah diobservasi dan diikuti selama 3 jam dengan aktivitas berenang yang dilakukan pada tikus yang telah diberikan suplemen protein dan karbohidrat (Bagchi, 2019).

Namun pada kelompok usia tua, suplementasi protein sebelum dan sesudah olahraga sepertinya tidak mempengaruhi *hypertrophy* otot setelah *resistance training*. Faktor lain seperti kadar glikogen di otot rangka tidak mempengaruhi sintesis protein setelah *resistance exercise* meskipun fosforilasi mTOR menurun didalam otot yang tidak memiliki cadangan glikogen. mTOR merepresentasikan sebuah *nutrient-sensitive pathway*, meregulasi perkembangan otot dalam kaitannya dengan makanan (Bagchi, 2019).

2.6 Cara Mengukur Massa Otot

Ada beberapa teknik untuk mengukur massa otot, dan pilihan teknik yang digunakan didasarkan pada biaya, ketersediaan sumber daya, dan kemudahan penggunaan dalam praktik sehari-hari (Sukma, 2019).

2.6.1 Teknik Pencitraan Tubuh

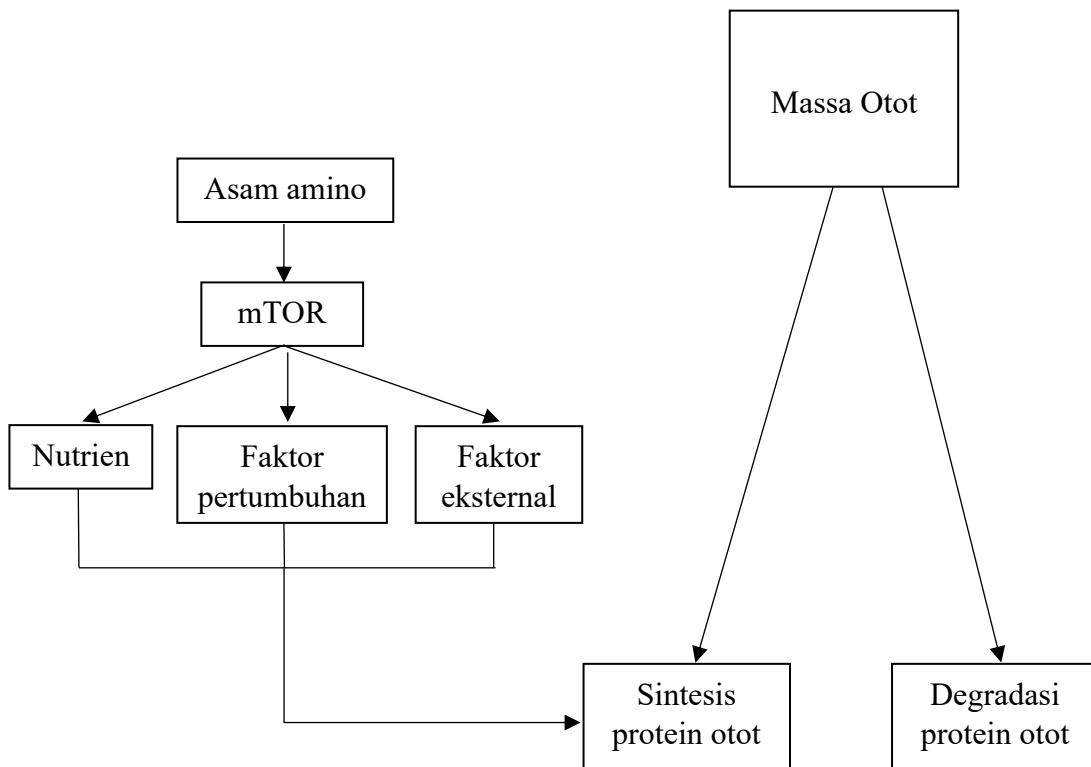
Ada tiga teknik yang umum digunakan, yaitu *computed tomography* (CT scan), *magnetic resonance imaging* (MRI) dan *dual energy X-ray absorptiometry* (DXA).

CT scan dan MRI dapat secara akurat membedakan antara lemak dan otot, sehingga dalam sebuah studi oleh EWGSOP, mereka digunakan sebagai standar emas untuk mengukur massa otot. Namun, pemeriksaan ini tidak rutin dilakukan dalam praktik klinis karena biaya yang mahal, penggunaan peralatan yang terbatas, dan paparan radiasi. Alat lain yang digunakan adalah DXA, tes ini memiliki radiasi minimal ke seluruh tubuh dan dapat digunakan untuk membedakan antara lemak, mineral tulang, dan otot (Sukma, 2019).

2.6.2 Bioelectrical impedance analysis (BIA)

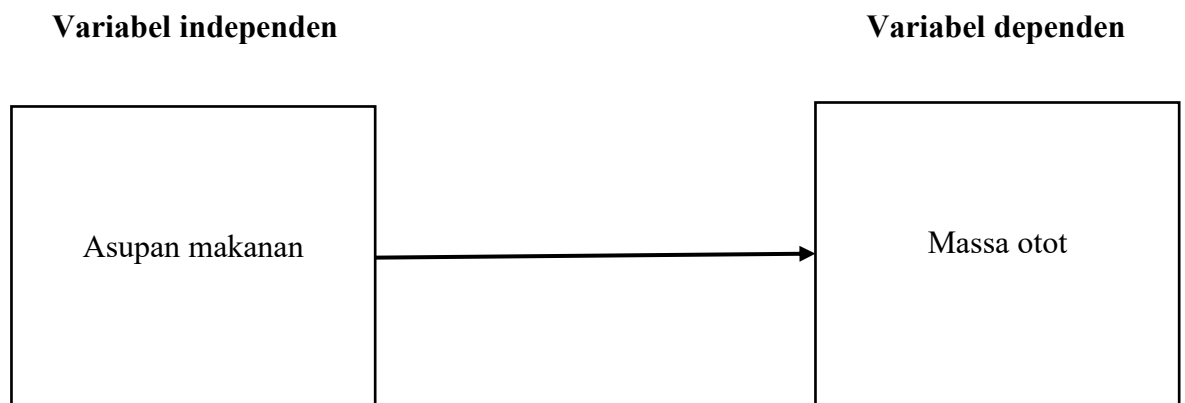
BIA adalah alat non-invasif, murah dan umum digunakan untuk mengukur komposisi tubuh. Sifat listrik jaringan biologis telah dipelajari sejak akhir abad ke-18. Thomasset menyelidiki manfaat pengukuran bioimpedansi dengan menggunakan elektroda jarum untuk memperkirakan cairan tubuh. Mekanisme kerjanya adalah melalui aliran arus berbagai frekuensi, di mana arus frekuensi tinggi lebih cenderung melewati cairan ekstraseluler dan intraseluler, sedangkan arus frekuensi rendah hanya dapat melewati cairan ekstraseluler. Arus BIA akan melewati sel lemak, otot dan cairan tubuh. Hambatan yang diciptakan oleh arus saat melewati bagian tubuh itu disebut impedansi. Impedansi tinggi terjadi ketika arus bertemu dengan isolator (seperti lemak); impedansi rendah ditemukan ketika arus bertemu konduktor (seperti otot dan cairan tubuh) (Sukma, 2019).

2.7 Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

2.8 Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka Konsep

2.9 Hipotesis Penelitian

Ha : Adanya hubungan asupan makanan dengan massa otot.

Ho : Tidak adanya hubungan asupan makanan dengan massa otot.