

**KARYA AKHIR**

**KOMPOSISI TUBUH DAN KEKUATAN OTOT PENDUDUK  
MIMIKA TIMUR, PAPUA DENGAN STATUS GIZI BAIK PADA  
KELOMPOK KONSUMSI NASI DAN  
KELOMPOK KONSUMSI SAGU**

*BODY COMPOSITION AND MUSCLE STRENGTH OF THE RESIDENTS  
OF EAST MIMIKA, PAPUA WITH WELL NOURISHED STATUS IN THE  
RICE CONSUMPTION GROUP AND THE SAGO CONSUMPTION GROUP*

**Uli Rina Pelegia Simanjuntak**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS GIZI KLINIK  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2021**

**KOMPOSISI TUBUH DAN KEKUATAN OTOT PENDUDUK  
MIMIKA TIMUR, PAPUA DENGAN STATUS GIZI BAIK PADA  
KELOMPOK KONSUMSI NASI DAN  
KELOMPOK KONSUMSI SAGU**

Karya akhir

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Spesialis

Program Studi Ilmu Gizi Klinik  
Pendidikan Dokter Spesialis

**Uli Rina Pelegia Simanjuntak**

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS  
PROGRAM STUDI ILMU GIZI KLINIK  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**KOMPOSISI TUBUH DAN KEKUATAN OTOT PENDUDUK MIMIKA TIMUR, PAPUA  
DENGAN STATUS GIZI BAIK PADA KELOMPOK KONSUMSI NASI DAN  
KELOMPOK KONSUMSI SAGU**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**Uli Rina Pelegia Simanjuntak  
Nomor Pokok : C117216206**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Magister Program  
Studi Ilmu Gizi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 13 September 2021  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing Utama,



Prof.Dr.dr.Nurpudji A.Taslim, MPH, Sp.GK(K)  
NIP.195610201985032001

Pembimbing Pendamping,



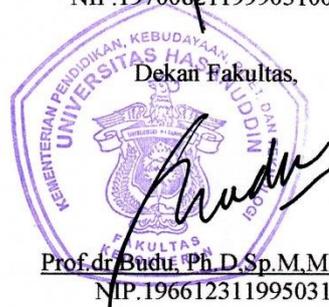
dr.Agussalim Bukhari, M.Med.Ph.D, Sp.GK(K)  
NIP.197008211999031001

Ketua Program Studi,



Prof.Dr.dr.Nurpudji A.Taslim, MPH, Sp.GK(K)  
NIP.195610201985032001

Dekan Fakultas,

Prof.dr.Budhi Ph.D, Sp.M.M.Med.Ed  
NIP.196612311995031009

**PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR**  
**PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Uli Rina Pelegia Simanjuntak  
Nomor Induk Mahasiswa : C117216206  
Program Studi : Ilmu Gizi Klinik

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 ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, September 2021

Yang menyatakan,



Uli Rina Pelegia Simanjuntak

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih anugerahNya 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, M.Ph, Sp.GK (K) sebagai ketua komisi penasihat yang senantiasa mendukung penulis melalui bimbingan dan nasihat selama masa pendidikan dan dalam proses penyelesaian karya akhir ini.
2. dr. Agussalim Bukhari, M.Med, Ph.D, Sp.GK (K) sebagai sekretaris komisi penasehat dan juga Ketua Program Studi Ilmu Gizi Klinik yang senantiasa memberikan motivasi, masukan, dan bimbingan dalam proses penyelesaian karya akhir ini.
3. Prof. Dr. dr. Suryani As'ad, M.Sc, Sp.GK (K) sebagai Ketua Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar yang senantiasa 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 dosen pembimbing akademik dan penilai karya akhir yang senantiasa mendukung penulis melalui bimbingan, nasehat, dan motivasi selama masa pendidikan.
5. dr. Aminuddin, M.Nut & Diet, Ph.D, Sp.GK sebagai dosen penilai dan pembimbing statistik untuk semua masukan dan bimbingan selama proses penyelesaian karya akhir ini.

6. Orangtua tercinta, Bapak H.M. Simanjuntak dan Ibu SM. Siahaan atas limpahan kasih sayang, kesabaran, dukungan, dan khususnya doa yang tak pernah terputus selama hidup mereka untuk penulis .
7. Saudara sekandung abang dan kakakku semua yang senantiasa limpahan kasih sayang, kesabaran, dukungan, dan doa yang tak pernah terputus selama ini untuk penulis dalam menyelesaikan Pendidikan ini.
8. Teman seangkatan Januari 2017, Kita ber-12, jumlah angkatan terbanyak yang pernah diterima, atas kebersamaan, dukungan, bantuan dan do'a yang membersamai kita selama pendidikan, menjadikan keluarga kedua di Tanah Makassar.
9. Dosen pendamping yang juga sebagai peneliti utama dalam penelitian kami dr. Yasmin Syauki, MSc, Sp.GK atas dukungan dan bantuannya selama proses penelitian.
10. Rekan peneliti dr. Ingrid Mangiwa, atas dukungan dan bantuannya selama proses penelitian.
11. 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,

Uli Rina Pelegia Simanjuntak

## Abstrak

**Latar belakang** : Sagu merupakan bahan makanan pokok masyarakat Papua yang mengandung tinggi energi dan karbohidrat, rendah protein. Masyarakat mengkonsumsi sagu dengan asupan protein yang rendah sehingga tidak dapat memenuhi kecukupan protein. Massa otot merupakan parameter komposisi tubuh yang memiliki hubungan dengan kesehatan termasuk penyakit kronis dan penuaan.

**Tujuan penelitian** : Untuk mengetahui massa otot dan kekuatan genggam penduduk Mimika Timur, Papua dengan status gizi baik pada kelompok konsumsi sagu dengan asupan protein kurang dan kelompok konsumsi nasi dengan asupan protein cukup.

**Metode**: Kami melakukan studi potong lintang terhadap 50 sampel yang dibagi menjadi dua kelompok yaitu 25 sampel kelompok konsumsi sagu dan 25 sampel untuk kelompok konsumsi nasi. Kami mengukur dan menganalisa komponen komposisi tubuh dengan menggunakan Bio Impedance Analysis (BIA) dan mengukur kekuatan genggam dengan alat *Handgrip Strength Dynamometer* serta menghitung *Food Recall* (FR) 24 jam sebanyak 3 x untuk mengetahui asupan makronutrien dan mikronutrien.

**Hasil**: Asupan protein pada laki-laki kelompok sagu dan kelompok nasi adalah  $23,56 \pm 8,68$ (g) vs.  $40,98 \pm 18,90$  (g),  $p < 0.01$ . Pada perempuan asupan protein kelompok sagu dan nasi adalah  $17,01 \pm 6,03$  g vs  $32,73 \pm 12,08$ (g),  $p < 0.001$ .

Dari penelitian ini hasil analisa massa otot diantara kedua kelompok sagu dan kelompok nasi, baik pada laki laki maupun perempuan tidak ditemukan adanya perbedaan yang signifikan. Massa otot pada jenis kelamin laki laki diantara kelompok sagu dan kelompok nasi tidak ada perbedaan yang signifikan yaitu  $46,44 \pm 2,45$ (kg) Vs  $46,74 \pm 4,61$ (kg) dengan nilai  $p > 0,05$ . Demikian juga pada perempuan tidak ditemukan adanya perbedaan yang signifikan diantara kelompok sagu dan nasi yaitu  $33,70$ (17.8, 38.7)(kg) Vs  $46,74 \pm 4,61$ (kg) dengan nilai  $P > 0,05$ .

Hasil penelitian ini pengukuran kekuatan genggam diantara kelompok sagu dan nasi pada laki laki tidak ditemukan perbedaan yang signifikan, yaitu  $36,70$ (22.5, 41)(kg) Vs  $37,27$ (22, 77.8)(kg) dengan nilai  $p > 0,05$ . Demikian juga pada perempuan tidak ditemukan perbedaan yang signifikan diantara kelompok sagu dan nasi yaitu  $22,46$ (16.65, 33.40)(kg) Vs  $22,30 \pm 3,98$  (kg) dengan nilai  $p > 0,05$ .

**Kesimpulan** : Tidak ditemukan perbedaan massa otot dan kekuatan genggam pada laki-laki dan perempuan dewasa diantara kelompok sagu dengan rendah protein dan kelompok nasi dengan cukup protein.

**Kata kunci**: Massa Otot, Kekuatan Genggam, Rendah Protein, Papua, Sagu

## Abstract

**Background :** Sago is a staple food for the Papuan people which contains high energy and carbohydrates but low protein. People who consume sago is unable to have adequate intake of protein. Muscle mass is a parameter of body composition that has a relationship with health including chronic disease and aging.

**Research purposes :** To determine the muscle mass and grip strength of the population in East Mimika, Papua with good nutritional status between sago consumption group with inadequate protein intake and rice consumption group with adequate protein intake.

**Method:** We conducted a cross-sectional study of 50 samples which were divided into two groups, 25 samples for the sago consumption group and 25 samples for the rice consumption group. Body composition was measured and analyzed using Bio Impedance Analysis (BIA). Grip strength was measured with *Handgrip Strength Dynamometer*. 24-hour Food Recall (FR) 3 times a day was collected to determine the intake of macronutrients and micronutrients.

**Results:** The protein intake between the sago group and the rice group was  $23.56 \pm 8.68\text{g}$  vs  $40.98 \pm 18.90\text{g}$ ,  $p < 0.01$ . In women, the protein intake of the sago and rice groups was  $17.01 \pm 6.03\text{g}$  vs  $32.73 \pm 12.08\text{g}$ ,  $p < 0.001$ . From this study, the analysis results of muscle mass between the two groups of sago and rice groups, both male and female, did not find any significant difference. There was no significant difference in muscle mass in men between the sago group and the rice group, namely  $46.44 \pm 2.45(\text{kg})$  vs.  $46.74 \pm 4.61(\text{kg})$  with  $p$  value  $> 0.05$ . Likewise, in women, there was no significant difference between the sago and rice groups, namely  $33.70(17.8, 38.7)\text{kg}$  Vs  $46.74 \pm 4.61(\text{kg})$  with  $P$  value  $> 0.05$ . The results of this study, the measurement of grip strength between the sago and rice groups in men did not find a significant difference, namely  $36.70(22.5, 41)\text{kg}$  Vs  $37.27(22.77.8)(\text{kg})$  with  $p$  value  $> 0.05$ . Likewise for women, there was no significant difference between the sago and rice groups, namely  $22.46(16.65, 33.40)(\text{kg})$  Vs  $22.30 \pm 3.98(\text{kg})$  with  $p$  value  $> 0.05$ .

**Conclusion:** There was no difference in muscle mass and grip strength in adult men and women between the sago group with low protein and the rice group with sufficient protein.

**Keywords:** Muscle Mass, Grip Strength, Low Protein, Papua, Sago.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR .....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Perumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Hipotesis.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	10
2.1 Pengertian Status Gizi .....	10
2.2 Penilaian Status Gizi .....	11
2.3 Kriteria untuk diagnosis malnutrisi .....	15
2.4 Dietary Assesment (Food Recall 24 jam ) .....	17
2.5 Asupan Protein dan Kualitas protein .....	20
2.6 Sagu .....	26
2.7 Nasi (Oriza Sativa ) .....	33
2.8 Massa Otot .....	38
2.9 Kekuatan Otot.....	49
2.10 Massa Lemak .....	54
2.11 Total cairan tubuh (TBW).....	56
2.12 Massa Tulang.....	58
BAB III KERANGKA PENELITIAN .....	62
3.1 Kerangka Teori.....	62
3.2 Kerangka Konsep.....	64
BAB IV METODE PENELITIAN.....	65
4.1 Disain Penelitian.....	65
4.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	65
4.3 Populasi dan Sampel Penelitian .....	65
4.4 Instrumen Pengumpulan Data .....	67

4.5 Persetujuan Etik Penelitian dan Tindakan Medis.....	69
4.6 Identifikasi dan Klasifikasi Variabel.....	69
4.7 Defenisi Operasional.....	70
4.8 Alur Penelitian .....	73
4.9 Pengolahan dan Analisa Data.....	74
<b>BAB V HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>75</b>
5.1 Karakteristik Umum Subyek Penelitian.....	76
5.2 Karakteristik Antropometri Sampel .....	78
5.3 Asupan Nutrisi harian melalui Food Recall 24 jam.....	79
5.4 Karakteristik Komposisi Tubuh Massa Otot, Persen Massa Otot, Massa Tulang Dan Kekuatan Otot.....	81
<b>BAB VI PEMBAHASAN .....</b>	<b>84</b>
6.1 Profil Daerah Sampel Penelitian .....	84
6.2 Massa Otot .....	91
6.3 Massa Tulang.....	93
6.4 Kekuatan Otot.....	95
<b>BAB VII SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>99</b>
A. Simpulan .....	99
B. Saran.....	99
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>101</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Penilaian Status Gizi .....	13
Gambar 2. Proses pemecahan otot pada glukoneogenesis.....	42
Gambar 3. Kerangka Teori Sintesa protein otot pada konsumsi nasi dan protein cukup.....	62
Gambar 4. Kerangka Teori Sintesa protein otot pada konsumsi sagu dan protein kurang .....	63
Gambar 5. Kerangka Konsep .....	64
Gambar 6. Alur Penelitian .....	73
Gambar 7. Peta Wilayah Kabupaten Mimika .....	85
Gambar 8. Jumlah Penduduk Menurut Desa Tahun .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi IMT (BMI) menurut kategori WHO dan Asia Pasifik ...	14
Tabel 2. Kriteria fenotipik dan etiologi untuk diagnosis malnutrisi.....	16
Tabel 3. Gejala Kekurangan protein pada manusia .....	25
Tabel 4 Karakteristik Sosial Demografi Populasi Sampel.....	77
Tabel 5. Pengukuran Antropometri Kelompok Konsumsi Nasi dan Kelompok konsumsi Sagu .....	79
Tabel 6. Hasil Penghitungan Jumlah Asupan Kalori, Asupan Protein ,Karbohidrat, Lemak dan Serat .....	80
Tabel 7. Karakteristik Komposisi Tubuh dilihat dari Massa Otot , Massa tulang dan Pemeriksaan Kekuatan Otot.....	82
Tabel 8. Karakteristik Komposisi Tubuh dilihat dari Massa lemak, Lemak visceral, Total cairan tubuh dan Energi Basal Tubuh.....	83
Tabel 9 Jumlah Penduduk Berdasarkan Jenis Kelamin dan kelompok umur di Distrik Mimika Timur Tahun 2018.....	86

## DAFTAR SINGKATAN

- AKG : Angka Kecukupan Gizi
- SFA : Saturated Fatty Acid
- IMT : Indeks Massa Tubuh
- FR : Fod Recall
- AA : Asam Amino
- EAA : Essensial Asam Amino
- GLIM : Global Leadership Initiative on Malnutrition
- FFM : Fat Free Mass
- BIA : Bioelectrical impedance analysis
- BMD : Bone Mass Density
- RS : Resisten Starch
- SCFA : Short Chain Fatty Acid
- BA : Butiric Acid

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### 1.1 Latar Belakang

Keberhasilan pembangunan suatu bangsa dipengaruhi oleh kualitas sumber daya manusia dan secara esensial ditentukan oleh status gizi, yang merupakan masalah kesehatan masyarakat yang sangat penting. Indonesia masih dihadapkan dengan empat masalah gizi utama yang meliputi kekurangan energi dan protein, kekurangan vitamin A, anemia gizi besi dan kekurangan yodium.<sup>1</sup> Kekurangan energi dan protein mendapat perhatian serius karena berhubungan erat dengan masalah kekurangan pangan dan kemiskinan. Indonesia menderita kekurangan gizi yang cukup tinggi (defisiensi gizi makro dan mikro) yang diiringi dengan meningkatnya prevalensi obesitas di beberapa kota besar dimana menyebabkan Indonesia dihadapkan pada 'Beban Ganda Masalah Gizi' (*Double Burden of Malnutrition*) .(1)

Di Indonesia, upaya memantapkan ketahanan pangan merupakan prioritas utama pembangunan. Sebagai salah satu negara yang memiliki komitmen untuk menurunkan kemiskinan, Indonesia telah melakukan berbagai upaya untuk mendukung tercapainya kesepakatan tersebut. Di sisi lain, kerawanan pangan dan gizi sangat terkait dengan kualitas sumber daya manusia. Dengan demikian, mengabaikan masalah kerawanan pangan dan gizi berarti mengabaikan kualitas sumber daya manusia Indonesia.

Badan Ketahanan Pangan (BKP, 2013) mendefinisikan bahwa kerawanan pangan adalah suatu kondisi ketidakcukupan pangan yang dialami daerah, masyarakat atau rumah tangga, pada waktu tertentu untuk memenuhi standar kebutuhan fisiologis bagi pertumbuhan dan kesehatan masyarakat. Sementara itu, menurut Sumarmi (2014) bahwa istilah rawan pangan (food insecurity) merupakan kondisi kebalikan dari “ketahanan pangan” (food security), disebut juga sebagai penurunan ketahanan pangan.(2)

Keaneka-ragaman pangan menjadi salah satu pilar utama dalam ketahanan pangan. Kearifan lokal dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan pangan dan gizi di setiap daerah . Papua masih membutuhkan perhatian yang lebih, khususnya di bidang ketahanan pangan dan gizi. Untuk mewujudkan hal tersebut harus mendapat informasi tingkat populasi yang sebanding tentang pola diet, asupan makanan, dan kecukupan mikronutrien diet untuk wanita di seluruh daerah yang nyatanya masih langka( BKP).

Karena biaya dan kerumitan pengumpulan data asupan makanan kuantitatif, sangat sedikit negara berkembang yang memiliki survei perwakilan nasional yang memberikan informasi tentang asupan mikronutrien. Informasi yang tersedia tentang asupan perempuan sangat terfragmentasi, biasanya dari penelitian kecil yang mewakili sub kelompok populasi atau sampel tertentu. Sebagian besar studi sebelumnya tentang asupan gizi perempuan telah menggunakan metode analitik yang

sekarang dianggap memberikan perkiraan yang salah tentang prevalensi kecukupan gizi; metode yang lebih baru didasarkan pada konsep probabilitas dan risiko dan memperkirakan prevalensi dengan mempertimbangkan distribusi persyaratan dan perkiraan asupan .(2)

Perkembangan AKG dengan Tingkat Konsumsi Energi Provinsi Papua di tahun 2009 dan 2013 menunjukkan bahwa tingkat kualitas konsumsi energi penduduk Provinsi Papua cenderung mengalami peningkatan. Namun jika dilihat secara lebih rinci dari masing-masing kelompok pangan, masih terdapat beberapa kesenjangan didalam struktur pola konsumsi masyarakat. Kelompok pangan umbi-umbian jauh lebih tinggi pada tahun 2013 dan 2014 dibandingkan standar AKG yang direkomendasikan. Sedangkan kelompok pangan lainnya masih menunjukkan kondisi yang lebih rendah dibandingkan dengan standar AKG. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi pangan penduduk di Provinsi Papua belum mencapai Pola Pangan Harapan (PPH) yang ditargetkan, oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan tingkat konsumsi dengan jalan penganekaragaman konsumsi pangan .(3)

Penelitian berupa studi kasus yang dilakukan oleh Warayana di Kampung Tablanusu Papua diketahui bahwa rata-rata tingkat kecukupan energi keluarga masyarakat tergolong dalam kategori defisit tingkat berat yaitu 45,8%. Dan tidak ditemukan keluarga yang berlebih, yang dapat menyebabkan sebagian besar keluarga tergolong ke dalam kategori defisit adalah rendahnya porsi konsumsi pangan sumber energi, dan protein .(4)

Apompres di Merauke tahun 2002 juga menyatakan bahwa pola pangan di daerah Papua hampir semua berdasarkan faktor budaya ekonominya yang masih rendah terhadap alam lingkungannya sehingga tidak mampu menangkap banyak ikan, tetapi juga karena pola konsumsi ikan yang dipengaruhi oleh sistem pengetahuan dan menganggap bahwa banyak mengkonsumsi ikan itu suatu penyimpangan budaya dan juga perut akan ada cacing. Sagu adalah makanan utama pada pagi, siang dan sore hari. Dan makanan selingan pun masih berupa umbi umbian atau pisang dan masih rendahnya asupan protein yang dimana sumber daging masih berupa hasil buruan dan tergantung orang yang dapat melakukannya. Sehingga dapat diambil kesimpulan masih rendahnya tingkat asupan protein pada asupan makanan sehari hari .(5)

Asupan energi yang memadai penting untuk menjaga kesehatan, kekebalan dan ketahanan terhadap cedera, serta pertumbuhan dan perbaikan, serta mengoptimalkan kinerja dan aktifitas fisik. Selain itu, asupan rendah energy dapat berkontribusi pada defisiensi zat besi yang dapat melemahkan fungsi dan kapasitas otot, yang menyebabkan gangguan adaptasi dan kinerja pelatihan, dengan atau tanpa anemia.(6) Asupan protein yang meningkat berkontribusi pada peningkatan kekuatan dan massa otot yang lebih besar ketika dibarengi dengan latihan ketahanan , memungkinkan massa otot yang lebih besar saat protein dikonsumsi selama periode keseimbangan energi negatif , membatasi kehilangan otot terkait usia.(7) Besarnya stimulasi postprandial sintesis

protein otot, penekanan pemecahan protein otot (dan seluruh tubuh), dan pergeseran ke keseimbangan protein positif dimediasi oleh kandungan protein makanan, kualitas protein (yaitu, berdasarkan pencernaan dan penyerapan protein individu, kinetika, dan kelimpahan asam amino yang sangat diperlukan), dan format di mana protein dikonsumsi (misalnya, makanan makronutrien campuran, protein utuh tambahan yang diisolasi, atau asam amino bentuk bebas).(7) Namun massa otot pria memiliki lebih banyak otot apendikular daripada wanita, dilihat dari pemeriksaan dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) dan dengan gambar CT tunggal . Terdapat juga perbedaan massa otot regional dan seluruh tubuh pada pria dan wanita.(8)

Kekuatan otot dapat dinilai dari mengukur kekuatan genggam tangan merupakan metode yang digunakan untuk memperkirakan kekuatan otot tangan. Tes ini berguna untuk memperkirakan indikator status nutrisi . khususnya pada saat pengukuran antropometri gagal membedakan antara seseorang undernourished dari underweight. Kekuatan genggam merupakan tes penting untuk mengevaluasi status gizi seseorang. Ketersediaan zat gizi dalam tubuh berpengaruh pada kemampuan otot dalam berkontraksi. Asupan protein mempunyai korelasi yang positif terhadap kekuatan otot genggam.(9) Perbedaan terlihat pada kekuatan absolut antara jenis kelamin tampak lebih jelas di tubuh bagian atas . Perbedaan yang signifikan berdasarkan massa otot, massa tubuh

tanpa lemak, dan ketebalan otot serta kekuatan otot antara jenis kelamin pria dan wanita yang terlatih.(8)

Mimika, Kabupaten di provinsi Papua, Indonesia berada pada kelompok indeks terendah untuk ketahanan pangan kabupaten di Indonesia tahun 2018 dan memiliki risiko tinggi kekurangan gizi. Kasus kekurangan gizi di kalangan orang dewasa jarang dilaporkan. Sagu adalah makanan pokok dengan kandungan protein rendah dari penduduk dataran rendah di Mimika , tetapi saat ini beberapa orang telah mengonsumsi makanan selain sagu dengan asupan protein yang memadai. Namun walaupun asupan makanan tidak memadai masyarakat di Mimika Papua mempunyai postur tubuh yang cukup besar dan kuat.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan komposisi tubuh (massa otot) pada populasi konsumsi makanan karbohidrat nasi dengan asupan cukup protein dan konsumsi karbohidrat sagu dengan asupan rendah protein dengan status gizi baik?
2. Apakah terdapat perbedaan kekuatan otot pada populasi konsumsi makanan karbohidrat nasi dengan asupan cukup protein dan konsumsi karbohidrat sagu dengan asupan rendah protein dengan status gizi baik?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Umum :

Menganalisa komposisi tubuh dan kekuatan otot penduduk Mimika Timur, Papua dengan status gizi baik pada kelompok konsumsi nasi dan kelompok konsumsi sagu.

Tujuan Khusus

1. Mengetahui massa otot pada orang dewasa bergizi baik yang mengkonsumsi makanan karbohidrat sagu dan asupan rendah protein di dataran rendah Mimika, Papua.
2. Mengetahui massa otot pada orang dewasa bergizi baik yang mengkonsumsi makanan karbohidrat nasi dengan asupan cukup protein di dataran rendah Mimika, Papua.
3. Mengetahui kekuatan otot pada orang dewasa bergizi baik yang mengkonsumsi makanan karbohidrat sagu dan asupan rendah protein rendah di dataran rendah Mimika, Papua.
4. Mengetahui kekuatan otot pada orang dewasa bergizi baik yang mengkonsumsi makanan karbohidrat nasi dengan asupan cukup protein

### 1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah :

- 1: Ada perbedaan komposisi tubuh (massa otot ) antara kelompok populasi makan karbohidrat nasi dan kelompok populasi makan karbohidrat sagu

2: Ada perbedaan kekuatan otot antara kelompok populasi makan karbohidrat nasi dan kelompok populasi makan karbohidrat sagu

### 1.5 Manfaat Penelitian

#### 1.5.1. Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan :

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai penilaian terhadap komposisi tubuh dan kekuatan otot pada penduduk Mimika Timur, Papua dengan status Gizi Baik pada kelompok konsumsi Nasi dan kelompok konsumsi sagu

#### 1.5.2. Aplikasi Ilmu :

Penelitian ini diharapkan dapat dipakai dalam rangka penanganan masalah gizi dan penanggulangan masalah pangan di Papua ,terutama di Kabupaten Mimika. .

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Status Gizi**

Status gizi adalah ukuran keberhasilan dalam pemenuhan nutrisi untuk anak yang diindikasikan oleh berat badan dan tinggi badan anak. Status gizi juga didefinisikan sebagai status kesehatan yang dihasilkan oleh keseimbangan antara kebutuhan dan masukan nutrien. Penelitian status gizi merupakan pengukuran yang didasarkan pada data antropometri serta biokimia dan riwayat diet. Penilaian status gizi berikan data yang diperlukan untuk mempelajari efek gizi pada kesehatan dan penyakit, untuk mengidentifikasi nutrisi penting dalam populasi tertentu dan kelompok dalam kolektif ini yang berisiko kekurangan, dan untuk mengembangkan kebijakan kesehatan masyarakat yang efektif untuk mencegah dan menyembuhkan. penyakit terkait nutrisi. Penyakit tidak menular terkait diet adalah penyebab kematian paling umum di seluruh dunia dan terkait dengan obesitas dan asupan Saturated Fatty Acid (SFA) yang berlebihan dan / atau gula bebas . Pengetahuan tentang status gizi juga diperlukan untuk perumusan rekomendasi asupan gizi .(10)

Status gizi sangat penting untuk mengidentifikasi nutrisi kritis potensial dan kelompok populasi yang berisiko kekurangan, serta untuk mengembangkan kebijakan kesehatan masyarakat yang efektif untuk

menangkal pola gizi yang tidak menguntungkan yang berkontribusi pada morbiditas dan mortalitas.

### Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Status Gizi

- a. Faktor *External* :Faktor eksternal yang mempengaruhi status gizi antara lain: Pendapatan, Pendidikan, Pekerjaan, Budaya
- b. Faktor *Internal* : Faktor *Internal* yang mempengaruhi status gizi antara lain : Usia, Kondisi Fisik, Infeksi

## 2.2 Penilaian Status Gizi

### 2.2.1 Penilaian status gizi secara langsung

Penilaian Satus gizi secara langsung menurut Supariasa (2001) dapat dilakukan dengan:

#### a. Antropometri

*Antropometri* adalah ukuran tubuh manusia. Sedangkan *antropometri* gizi adalah berhubungan dengan berbagai macam pengukuran dimensi tubuh dan komposisi tubuh dan tingkat umur dan tingkat gizi. *Antropometri* secara umum digunakan untuk melihat keseimbangan asupan protein dan energi.

#### b. Klinis

Pemeriksaan klinis adalah metode untuk menilai status gizi berdasarkan atas perubahan-perubahan yang terjadi dihubungkan dengan ketidakcukupan zat gizi, seperti kulit, mata, rambut, dan mukosa oral atau organ yang dekat dengan permukaan tubuh seperti kelenjar tiroid.

### c. Biokimia

Penilaian status gizi dengan biokimia adalah pemeriksaan spesimen yang diuji secara laboratoris yang dilakukan pada berbagai macam jaringan. Jaringan tubuh yang digunakan antara lain darah, urine, tinja dan juga beberapa jaringan tubuh seperti hati dan otot.

### d. Biofisik

Penentuan status gizi secara biofisik adalah metode penentuan status gizi dengan melihat kemampuan fungsi (khususnya jaringan) dan melihat perubahan struktur jaringan. Dapat digunakan dalam situasi tertentu seperti kejadian rabun senja epidemic (epidemic of night blindness). Cara yang digunakan adalah tes adaptasi gelap.

#### 2.2.2 Penilaian status gizi secara tidak langsung

Menurut Supariasa (2001) dapat dilakukan dengan penilaian survey konsumsi makanan, statistic vital, dan factor ekologi . Penggunaan metode ini sebagai berikut :

##### a. Survei konsumsi makanan.

Survei konsumsi makanan adalah metode penentuan status gizi secara tidak langsung dengan melihat jumlah jenis zat gizi yang dikonsumsi, dapat memberikan gambaran tentang konsumsi berbagai zat gizi pada masyarakat, keluarga dan individu, dapat mengidentivikasi kelebihan dan kekurangan zat gizi.

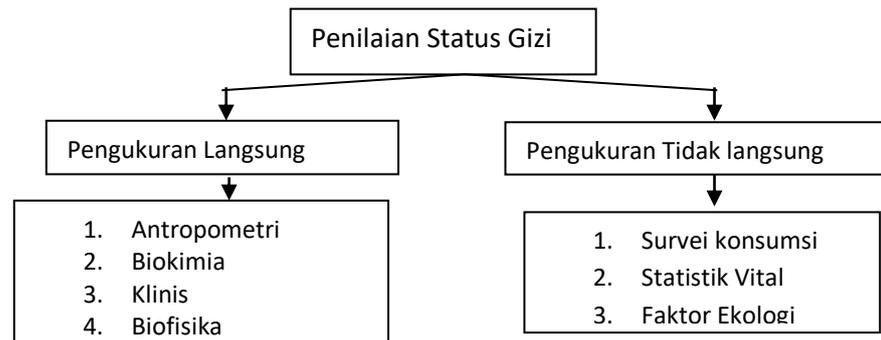
##### b. Statistik vital.

Pengukuran status gizi dengan statistic vital adalah dengan menganalisis data beberapa statistic kesehatan seperti angka kematian berdasarkan umur, angka kesakitan dan kematian akibat penyebab tertentu . Penggunaannya dipertimbangkan sebagai bagian dari indicator tidak langsung pengukuran status gizi masyarakat.

c. Faktor ekologi.

Bengoa mengungkapkan bahwa malnutrisi merupakan masalah ekologi sebagai hasil interaksi beberapa factor fisik, biologis, lingkungan budaya. Jumlah makanan tergantung keadaan ekologi seperti iklim, tanah , irigasi dan lain lain. Penyebab factor ekologi dipandang sangat penting untuk mengetahui penyebab malnutrisi di suatu masyarakat sebagi dasar untuk melakukan intervensi gizi .(11)

Penilaian status gizi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Penilaian Status Gizi

### 2.2.3. Indeks Massa Tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) sangat mudah untuk diukur dan dihitung dan oleh karena itu merupakan alat yang paling umum digunakan untuk menghubungkan risiko masalah kesehatan dengan berat badan

di tingkat populasi. Ini dikembangkan oleh Adolphe Quetelet selama abad ke-19. Selama tahun 1970-an dan terutama berdasarkan data dan laporan dari studi Seven Countries, para peneliti memperhatikan bahwa IMT tampaknya merupakan proxy yang baik untuk masalah terkait adipositas dan kelebihan berat badan.

Indeks Massa Tubuh (IMT) sebelumnya disebut indeks Quetelet adalah ukuran untuk menunjukkan status gizi pada orang dewasa. Ini didefinisikan sebagai berat seseorang dalam kilogram dibagi dengan kuadrat tinggi badan orang dalam meter ( $\text{kg} / \text{m}^2$ ). Indeks massa tubuh adalah metrik yang saat ini digunakan untuk menentukan karakteristik tinggi/berat, antropometri pada orang dewasa dan untuk mengklasifikasikan (mengkategorikan) mereka ke dalam beberapa kelompok.

Seperti ukuran lainnya, ini tidak sempurna karena hanya bergantung pada tinggi dan berat badan dan tidak mempertimbangkan berbagai tingkat adipositas berdasarkan usia, tingkat aktivitas fisik, dan jenis kelamin.(12)

Kategori Indeks Massa Tubuh (IMT) atau *Body Mass Index* (BMI) dapat dilihat dalam salah satu kategori dibawah ini.

Tabel 1. Klasifikasi IMT (BMI) menurut kategori WHO dan Asia Pasifik

	<b>WHO (BMI)</b>	<b>Asia-Pacific (BMI)</b>
Underweight	<18.5	<18.5
Normal	18.5–24.9	18.5–22.9
Overweight	25–29.9	23–24.9
Obese	$\geq 30$	$\geq 25$

**Abbreviations:** WHO, World Health Organization; BMI, body mass index.

### 2.3 Kriteria untuk diagnosis malnutrisi

Sebuah survei komprehensif tentang pendekatan yang ada yang digunakan dalam skrining dan penilaian malnutrisi dilakukan untuk mengidentifikasi kriteria yang layak dipertimbangkan dimana pendekatan ini menggabungkan beberapa kriteria umum. Misalnya, adanya penurunan berat badan, beban penyakit atau peradangan yang umum terjadi pada sebagian besar dari mereka seperti berkurangnya asupan makanan.

Malnutrisi, misalnya *undernutrition*, dapat disebabkan oleh masalah asupan atau asimilasi nutrisi tetapi terdapat pemahaman yang berkembang bahwa malnutrisi juga dapat disebabkan oleh penyakit inflamasi atau mekanisme lain. Konsensus tentang langkah kunci pertama dalam evaluasi status gizi adalah skrining risiko malnutrisi untuk mengidentifikasi status "beresiko" dengan menggunakan alat skrining yang divalidasi. Kemudian diikuti oleh langkah kedua yaitu penilaian diagnosis dan tingkat keparahan.

Suatu konsensus dan pengesahan seperangkat kriteria diagnostik minimum oleh komite kepemimpinan inti dan kelompok kerja pendukung, membuat peringkat kriteria diagnosis yang diusulkan untuk malnutrisi.(14)

Menurut *Global Leadership Initiative on Malnutrition (GLIM)* ada 5 kriteria diagnosis malnutrisis oleh mayoritas peserta adalah sebagai berikut:

1. Penurunan berat badan tanpa kehendak
2. Indeks massa tubuh (BMI) rendah
3. Massa otot berkurang
4. Mengurangi asupan makanan atau asimilasi
5. Beban penyakit / peradangan

Tabel 2. Kriteria fenotipik dan etiologi untuk diagnosis malnutrisi

Kriteria Fenotip <sup>g</sup>			Kriteria Etiologi <sup>g</sup>	
Penurunan BB (%)	BMI rendah (kg/m <sup>2</sup> )	Penurunan massa otot <sup>a</sup>	Penurunan asupan makanan atau asimilasi <sup>bc</sup>	Inflamasi <sup>d,f</sup>
>5% dalam 6 bulan atau >10% lebih dari 6 bulan	<20 jika <70 tahun, atau <22 jika >70 tahun Asia : <18,5 jika <70 tahun, atau <20 jika >70 tahun	Terjadi penurunan melalui teknik pengukuran komposisi tubuh yang divalidasi <sup>a</sup>	≤50% dari ER > 1 minggu atau penurunan apapun > 2 minggu atau kondisi GI kronik apapun yang berdampak merugikan pada asimilasi atau absorbs makanan <sup>bc</sup>	Penyakit/cedera merugikan atau terkait penyakit kronik <sup>d,f</sup>

GI-gastrointestinal, ER- kebutuhan energy

<sup>a</sup> Sebagai contoh indeks massa lemak bebas (FFMI, kg/m<sup>2</sup>) oleh dual-energy absorptiometry (DXA) atau koresponden standar menggunakan metode komposisi tubuh lain seperti bioelectrical impedance analysis (BIA), CT, atau MRI. Ketika tidak tersedia atau karena preferensi regional, pemeriksaan fisik, atau pengukuran antropometri standar seperti lingkaran lengan atas atau cruris mungkin digunakan. Ambang batas untuk penurunan massa otot diperlukan untuk disesuaikan dengan ras Asia. Penilaian fungsional seperti kekuatan cangkram tangan mungkin dipertimbangkan sebagai pengukuran penunjang.

<sup>b</sup> Pertimbangan gejala gastrointestinal sebagai indikator penunjang yang dapat mengganggu intake makanan atau absorbs seperti disfagia, mual, muntah, diare, konstipasi, atau nyeri abdomen. Penggunaan penilaian klinis untuk membedakan tingkat keparahan berdasarkan derajatnya yang mana intake atau absorbs terganggu. Intensitas gejala, frekuensi dan durasi harus dicatat

<sup>c</sup> Penurunan asimilasi makanan/nutrient berhubungan dengan gangguan malabsorpsi seperti short bowel syndrome, insufisiensi pancreas dan setelah operasi bariatric. Hal ini juga berhubungan dengan gangguan seperti striktur esophagus, gastroparesis, pseudo-obstruksi intestinal. Malabsorpsi merupakan manifestasi diagnosis klinis seperti diare kronik atau steatorrea. Malabsorpsi karena ostomy dibuktikan dengan kenaikan volume output. Penggunaan penilaian klinis atau evaluasi tambahan untuk membedakan tingkat keparahan penyakit berdasarkan frekuensi, durasi, dan kuantitatif lemak feses dan atau volume yang hilang.

<sup>d</sup> Kaitannya dengan penyakit/cedera akut. Inflamasi berat seperti infeksi luas, luka bakar, trauma atau cedera kepala tertutup. Kondisi penyakit/cedera akut lainnya seperti inflamasi ringan-sedang.

<sup>e</sup> Kaitannya dengan penyakit kronik. Inflamasi berat tidak selalu berkaitan dengan kondisi penyakit kronik. Inflamasi kronik atau berulang ringan-sedang berkaitan dengan penyakit keganasan, PPOK, gagal jantung kongestif, penyakit ginjal kronis, penyakit apapun dengan inflamasi kronis atau

berulang. Catat bahwa inflamasi sementara dari derajat ringan tidak masuk ambang batas dalam kriteria etiologi.

<sup>f</sup> C-reactive protein mungkin digunakan dalam pengukuran laboratorium penunjang

<sup>g</sup> Dibutuhkan sedikitnya 1 kriteria fenotip dan 1 kriteria etiologi untuk diagnosis malnutrisi

Penurunan berat badan sebagai kriteria fenotipik (Tabel 2), harus mendapatkan pengukuran berat badan yang diulang dari waktu ke waktu untuk mengidentifikasi lintasan penurunan, pemeliharaan dan perbaikan. Hal ini penting untuk mengenali laju penurunan berat badan awal dalam perjalanan penyakit atau cedera dan untuk menyoroti bahwa banyak pasien akan kehilangan berat badan yang cukup besar sebelum datang ke fasilitas layanan kesehatan. BMI rendah bekerja sebagai kriteria fenotipik untuk mendiagnosis malnutrisi. Karena wilayah lain di dunia saat ini memanfaatkan BMI sebagai kriteria untuk mengenali malnutrisi dan komite konsensus menetapkan BMI rendah. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengamankan data BMI sebagai acuan konsensus untuk populasi Asia dalam praktek klinis.(14,15)

#### 2.4 Dietary Assesment (Food Recall 24 jam )

Metode *Dietary Assesment* adalah suatu metode yang digunakan untuk mengkaji tanda awal dari defisiensi zat gizi, termasuk didalamnya adalah asupan yang tidak adekuat. Karena alasan ini informasi dari *dietary assesment* juga dapat memprediksi kemungkinan kekurangan zat gizi yang nantinya dapat dikonfirmasi

lebih lanjut dengan menggunakan metode yang lain seperti penilaian biokimia, antropometri dan klinis.(10)

Terdapat dua metode yang digunakan dalam menilai konsumsi pangan baik itu untuk individual maupun kelompok yaitu metode konsumsi harian kuantitatif dan kualitatif. Dalam Siagian, 2010 terdapat enam metode yang lazim digunakan untuk menilai konsumsi pangan individu : (a) metode ingatan 24 jam (*24-hours recall method*), (b) metode pengulangan ingatan 24 jam (*repeated 24-hours recall method*), (c) metode pencatatan makanan (*food record method*), (d) metode penimbangan pangan (*weighed food method*), (e) metode riwayat makanan (*dietary history*), dan (f) metode frekuensi konsumsi pangan (*food frequency method*). Selain metode tersebut, masih ada metode yang lain yang sering digunakan juga adalah metode semi kuantitatif FFQ dan *vitamin A semi questionnaire method* (VASQ).

Berdasarkan beberapa metode yang sering digunakan dalam *dietary assessment* tersebut, pada tulisan ini akan diuraikan tentang apa itu asupan makanan (*Food recal-24 jam* )

#### 2.4.1 Asupan makanan (*Food Recall*) 24-Jam

##### Prinsip dan Penggunaan

- a. Metode menilai asupan makanan sebenarnya dari seseorang selama periode 24 jam sebelumnya atau hari sebelumnya.

- b. Jumlah asupan makanan 24 jam yang diperlukan untuk memperkirakan asupan nutrisi yang biasa dari individu bergantung pada variasi harian dalam asupan makanan dalam satu individu (yaitu variasi dalam subjek. Jika diperlukan penarikan lebih dari satu hari, hari-hari yang tidak berurutan harus dipilih.
- c. Data asupan gizi dapat menjadi dasar program pendidikan gizi selanjutnya.
- d. Penarikan dua puluh empat jam dapat diulangi selama musim yang berbeda dalam setahun untuk memperkirakan asupan makanan rata-rata individu dalam periode waktu yang lebih lama (yaitu asupan makanan biasa).

2.4.1.1 Asupan makanan (*Food recall*) 24 jam tunggal (sebagai alternatif, catatan makanan tunggal) dapat digunakan untuk studi lapangan skala besar untuk mengkarakterisasi asupan rata-rata kelompok populasi ketika subjek mewakili populasi dan penilaian harus dilakukan sedemikian rupa sepanjang hari. minggu itu sama-sama terwakili. Tidaklah cukup untuk menggambarkan asupan makanan dan gizi yang biasa dimiliki seseorang; beberapa penarikan 24 jam pada individu yang sama selama beberapa hari diperlukan untuk mencapai tujuan ini.(6)

2.4.1.2 Asupan makanan FR 24 jam berulang ( atau, sebagai alternatif, catatan makanan berulang) dapat digunakan untuk menilai

asupan nutrisi yang biasa bagi individu. Pengingat 24 jam berulang pada sub-kelompok populasi dapat digunakan untuk menilai prevalensi asupan nutrisi yang tidak memadai dalam setiap sub-kelompok.

Prosedur *Food Recall* (FR ) 24 jam :

1. Responden mengingat semua makanan dan minuman yang dimakan selama 24 jam terakhir.
2. Responden menjelaskan secara rinci setiap jenis makanan yang dikonsumsi (mentah / matang; cara memasak, dll.) Mulai dari pagi hari dan berpindah secara berurutan sepanjang hari yang diakhiri dengan makanan terakhir yang dimakan di penghujung hari.
3. Responden memperkirakan ukuran porsi yang dikonsumsi dalam ukuran rumah tangga biasa menggunakan
  - a. Food Model atau foto Food model ,
  - b. Sampel sebenarnya dari makanan pokok siap saji,
  - c. Kalibrasi peralatan responden,
4. Pewawancara memeriksa recall kembali dengan responden
5. Pewawancara mengubah ukuran porsi yang dikonsumsi menjadi setara gram

## 2.5 Asupan Protein dan Kualitas protein

Baik produk hewani dan nabati merupakan sumber pilihan yang sangat baik Namun nilai gizi protein hewani lebih tinggi

daripada protein nabati untuk kebutuhan manusia. Protein hewani mengandung banyak vitamin (misalnya, vitamin B12 ) dan mineral . Protein hewani mengandung banyak asam amino dengan bioavailabilitas tinggi yang berfungsi untuk sintesa asam amino untuk sintesa protein otot, jaringan dan metabolisme tubuh lainnya. Makanan sumber protein hewani (misalnya, daging, produk susu, telur, unggas, makanan laut, dan produk lainnya) mengandung jumlah yang lebih tinggi dan lebih seimbang proporsi asam amino relatif terhadap jaringan manusia, daripada yang bersumber dari protein nabati. Protein nabati juga banyak mengandung asam amino yang melengkapi sintesa asam amino dari sumber hewani .

Protein makanan diperoleh dari berbagai sumber makanan seperti daging, susu, dan sayuran. caseinat, whey, dan protein kedelai tidak hanya merupakan sumber protein umum, tetapi juga menyediakan protein berkualitas tinggi . Beberapa studi klinis mengungkapkan respon fisiologis penting untuk konsumsi protein berdasarkan sumber protein . Peningkatan sementara dari tingkat asam amino darah karena asupan protein whey lebih cepat daripada yang disebabkan oleh asupan caseinat, menunjukkan pencernaan dan penyerapan protein whey menjadi relatif lebih mudah . Tingkat penyerapan darah dari protein kedelai dilaporkan berada di antara whey dan caseinat.(16)

Malnutrisi dan inflamasi dapat menekan sintesis albumin. Proses ini menyebabkan peningkatan kebutuhan asam amino. Apabila jumlahnya terbatas dari asupan makanan, maka akan didapatkan dari pemecahan protein otot rangka. Dengan dipecahnya asam amino, menyebabkan perubahan pada berat badan dan massa otot. Kehilangan massa otot dapat menyebabkan penurunan kekuatan otot yang berakibat besar pada hilangnya fungsionalitas dan massa otot skeletal itu sendiri. Fungsi otot terbagi atas kekuatan dan komposisi otot. Kekuatan otot dapat dinilai dengan mengukur kekuatan statis dan dinamis. Salah satu penilaian kekuatan otot statis atau isometrik yang paling sering digunakan adalah mengukur kekuatan otot genggam tangan dengan menggunakan Handgrip dynamometer.

Kualitas gizi protein makanan hewani tidak sama meskipun semuanya sangat mudah dicerna di saluran pencernaan manusia. Misalnya, whey sering dianggap lebih baik daripada kasein untuk pembangun otot yang mengonsumsi bubuk protein setelah berolahraga. Alasan yang mungkin adalah sebagai berikut. Pertama, whey protein memiliki kandungan arginin, leusin, lisin, dan Asam Amino yang mengandung sulfur lebih tinggi (metionin dan sistein). daripada kasein. Kedua, Asam Amino individu dilepaskan lebih cepat dari protein whey ( “ rilis cepat ” protein dicerna dalam 1 jam) dibandingkan kasein ( “ rilis lambat ” protein) di usus kecil untuk

mendukung sintesis protein otot segera setelah berolahraga. Dengan demikian, konsumsi protein whey dapat merangsang pertumbuhan protein otot postprandial lebih banyak lebih efektif daripada kasein atau kasein hidrolisat pada pria lanjut usia. Namun efek sumber protein pada hipertrofi otot dapat bervariasi tergantung pada intensitas latihan juga.

Penelitian Hashimoto dkk melaporkan suplementasi protein kedelai meningkatkan volume otot rangka dibandingkan dengan suplementasi kaseinat pada subjek di bawah aktivitas fisik rendah tetapi aktivitas fisik tidak tinggi. Pengaruh sumber protein pada hipertrofi otot mungkin tergantung pada intensitas latihan.(17)

Proporsi yang tepat dari protein sumber hewani dan tumbuhan dalam nutrisi. Pola makan manusia yang ideal akan terdiri dari makanan hewani dan nabati dalam jumlah dan proporsi yang sesuai untuk memastikan asupan protein dalam jumlah dan kualitas yang cukup, sambil mengonsumsi serat makanan yang cukup. Secara global, makanan nabati dan hewani berkontribusi ~65 % dan 35% protein, masing-masing, dalam makanan manusia, dan sebaliknya terjadi di Amerika Utara. Meskipun kombinasi yang tepat dari kacang-kacangan dalam jumlah besar dengan sereal dapat memberikan cukup banyak asam amino, ketersediaan global kacang-kacangan sebagai makanan pokok semakin meningkat namun produksinya terbatas dan di banyak bagian dunia makanan ini tidak diproduksi.

Kombinasi tersebut dapat memenuhi kebutuhan protein orang dewasa dengan aktivitas fisik minimal tetapi tidak untuk pertumbuhan atau perkembangan optimal pada anak-anak. Pada subjek lansia yang tinggal di rumah, mengonsumsi <65% total protein dari makanan sumber hewani menyebabkan defisiensi setidaknya satu EAA, yang menyebabkan kekurangan protein. Proporsi yang tepat dari protein sumber hewani vs. nabati dalam makanan harus memberikan EAA yang cukup dan asam amino yang dapat disintesis, serta rasio optimal relatif terhadap lisin .

Konsekuensi kesehatan dari kekurangan protein pada manusia dimana kekurangan protein dapat terjadi di semua komunitas pada usia berapa pun karena sakit atau pola makan yang buruk, dan sering diperburuk oleh asupan energi yang tidak memadai. Kekurangan protein makanan tidak hanya berkontribusi pada pertumbuhan yang buruk, disfungsi kardiovaskular, dan risiko tinggi penyakit menular, tetapi juga memperburuk kekurangan nutrisi lain (termasuk vitamin A dan zat besi) dan memperburuk profil metabolisme ( misalnya, dislipidemia dan hiperglikemia) pada manusia.

Manfaat protein dalam metabolisme tubuh untuk:

(a) mencerna dan menyerap nutrisi makanan oleh usus kecil;

- (b) mengangkut nutrisi (termasuk asam lemak rantai panjang, vitamin A, dan zat besi) dan molekul lain ( misalnya, kolesterol dan triasilgliserol) dalam darah; dan
- (c) mengoksidasi nutrisi (termasuk asam lemak dan glukosa) menjadi air dan CO<sub>2</sub>.

Dengan demikian, kekurangan protein dan mikronutrien (termasuk vitamin A, zat besi, seng, dan folat) tetap ada masalah gizi utama di daerah miskin di dunia. Defisiensi AA yang parah dapat menyebabkan kematian, yang ditunjukkan dengan pemberian arginin yang tidak adekuat pada bayi. Batas atas yang aman (dapat ditoleransi) untuk asupan protein makanan (asupan aman maksimum) oleh manusia muda dan dewasa belum ditetapkan, dan dapat berbeda antar individu. Seperti nutrisi lainnya, asupan protein yang dibagi pada makanan yang berbeda pada hari itu lebih disukai untuk mengurangi kelebihan AA secara tiba-tiba di saluran pencernaan, hati, otak, jantung, ginjal, dan jaringan lain.

Kekurangan protein menyebabkan beberapa sindrom klinis, yang dirangkum dalam Tabel 2.(18)

Tabel 3. Gejala Kekurangan protein pada manusia

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penurunan sintesis protein dan peningkatan proteolisis di otot rangka dan seluruh tubuh</li> <li>2. Albumin serum rendah; konsentrasi asam amino dalam plasma berkurang</li> <li>3. Ketidakseimbangan endokrin; penurunan kadar insulin, hormon pertumbuhan, IGF-I, dan hormon tiroid dalam plasma</li> <li>4. Reaksi anti-oksidatif yang terganggu; peningkatan stres oksidatif; penuaan lanjut</li> <li>5. Pertumbuhan anak muda terhambat; gangguan perkembangan (termasuk perkembangan kognitif) kaum muda</li> <li>6. Hambatan pertumbuhan intrauterin pada kekurangan protein ibu dan konsekuensi negatif seumur hidupnya pada pertumbuhan, metabolisme dan kesehatan pascanatal ( misalnya, meningkatkan risiko obesitas, infeksi, dan kelainan kardiovaskular)</li> <li>7. Gangguan dalam penyerapan, pengangkutan dan penyimpanan nutrisi (termasuk vitamin, mineral, asam amino, glukosa, dan asam lemak)</li> <li>8. Anemia, berkurangnya transportasi oksigen, berkurangnya pengeluaran energi seluruh tubuh</li> </ol> |
|---|

- Pengecilan otot rangka; kelelahan fisik; kelemahan; sakit kepala; pingsan
9. Respon imun yang terganggu; infeksi yang sering; peningkatan angka morbiditas dan mortalitas akibat penyakit menular
  10. Gagal jantung; kelainan kardiovaskular; hipertensi Retensi cairan jaringan; edema perifer dan periorbital (terutama bengkak di perut, tungkai, tangan, dan kaki)
  11. Mengurangi sintesis neurotransmitter; gangguan emosional ( misalnya, kemurungan, depresi berat, dan kecemasan); sifat lekas marah; insomnia
  12. Kehilangan libido; kesuburan berkurang; kehilangan embrio
  13. Kehilangan kalsium dan tulang; kelainan gigi
  14. Kerusakan dan kerontokan rambut; mengurangi produksi pigmen; munculnya warna rambut abu-abu
  15. Kulit pucat; kulit kering atau mengelupas; atrofi kulit

Seperti dicatat sebelumnya, Institute of Medicine merekomendasikan kisaran distribusi makronutrien yang dapat diterima untuk asupan protein pada 10% hingga 35% dari total energi untuk orang dewasa. Perlu diingat bahwa asupan energi dari makanan tidak boleh melebihi kebutuhan dan keamanan asupan protein dipengaruhi oleh konsumsi karbohidrat dan lemak. Mengingat variasi yang besar di antara orang-orang dalam populasi usia berapa pun, kehati-hatian harus dilakukan untuk tidak mengadopsi pedoman "satu sepatu cocok untuk semua" saat menetapkan batas atas yang aman dari asupan protein makanan oleh manusia.(18)

## 2.6 Sagu

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan keanekaragaman hayati terbaik di dunia. Keanekaragaman hayati untuk pangan dan pertanian mencakup komponen penting untuk memberi makan populasi manusia dan meningkatkan kualitas hidup. Indonesia hingga saat ini memiliki jumlah penduduk lebih dari 250 juta jiwa. Sebagian besar populasi manusia tinggal di daerah di mana

produksi pangan dan alam hidup berdampingan. Pertumbuhan populasi manusia meningkat pesat, menyebabkan lebih dari empat kali lipat pada abad terakhir.

Keanekaragaman hayati sendiri diyakini sebagai salah satu aset dan alat terpenting bagi peradaban manusia di masa depan untuk beradaptasi dan memitigasi perubahan iklim global serta untuk menjamin ketersediaan pangan, kesehatan manusia dan perlindungan lingkungan untuk memberikan layanan bagi kelangsungan hidup kita. Hutan, khususnya hutan tropis, harus menjadi sumber spesies yang sangat baik untuk makanan masa depan guna memenuhi kebutuhan manusia.(19) Jenis palem ini merupakan sumber karbohidrat dan merupakan salah satu tanaman tertua yang telah dimanfaatkan oleh manusia sejak zaman dahulu, mirip dengan pisang dan taro. Pentingnya pohon sagu sebagai makanan pokok tidak berubah di beberapa daerah seperti Pulau Siberut di Sumatera Barat, Kepulauan Indonesia Timur: Maluku dan Papua, dan Melanesia Barat: Papua Nugini.(19)

#### 2.6.a. Manfaat Sagu

Manfaat dari Sagu ini selain sebagai sumber makanan pokok yaitu tepung sagu banyak juga kandungan zat yang terkandung di dalamnya .

Ada beberapa kandungan zat lain yang terkandung dalam sagu , yaitu

##### a. Antioksidan atau Polifenol

Kesadaran konsumen baru-baru ini terhadap makanan sehat telah mendorong pencarian tepung non-konvensional terkait dengan kandungan serat makanan dan antioksidan kuat. Pencarian sumber seperti tepung sagu, pisang, dan labu telah menarik perhatian. Dalam hal penerimaan warna, tepung sagu putih pudar dominan yang diperoleh melalui proses alami tidak boleh dianggap tidak diinginkan karena mengandung banyak polifenol (yaitu katekin) yang dianggap sebagai sumber antioksidan dalam makanan . Namun, tidak ada literatur yang menunjukkan hasil tersebut dan sifat fisikokimia tepung sagu yang diperoleh dengan proses indigenous .(20)

Kandungan polifenol total dan aktivitas antioksidan tepung sagu olahan Argao sebanding dengan nilai antioksidan dan makanan sehat yang diketahui. Tepung sagu coklat muda tepung mempertahankan kandungan polifenol dan sifat antioksidan dalam pertukaran untuk penampilan yang diterima secara umum. (20)

#### b. Resisten Starch

Pati terutama terdiri dari dua polisakarida - amilosa linier yang mengandung ikatan glikosidik  $\alpha$ -1-4 dan amilopektin bercabang di mana percabangan terjadi melalui hubungan  $\alpha$ -1-6 pada rantai amilosa. Jumlah amilosa yang ada dalam pati bervariasi dari 17-38 persen dan bergantung pada asal tumbuhan. Cara polimer ini mengemas dirinya dalam bentuk granular dan non granular (setelah pemrosesan) membuat pati resisten terhadap pencernaan enzimatik di usus. Resisten Starch (RS) tahan

terhadap pencernaan enzimatik oleh  $\alpha$ -amilase dan telah didefinisikan sebagai "jumlah pati dan produk degradasi pati yang tidak diserap di usus kecil individu yang sehat.(21)

Ada empat tipe Resisten Starch (RS) .

- Resiten Starch 1 adalah pati yang secara fisik tidak dapat diakses terkunci di dalam dinding sel, mis. biji-bijian giling sebagian, biji-bijian dan pati polong-polongan,
- Resisten Starch 2 adalah merupakan butiran pati asli yang tahan, misalnya dari pisang hijau, kentang mentah dan jagung amilosa tinggi (HAM).
- Resisten Starch 3 adalah butiran kristal non-kristal retrograded, mis. kentang dimasak, didinginkan dan pati HAM retrograded,
- Resisten Starch 4 adalah dimodifikasi secara kimia untuk menghambat atau membatasi pencernaan amilase; dekstrin repolimerisasi dengan hubungan glikosidik yang diubah yang dihasilkan oleh asam atau perlakuan panas dan dimurnikan misalnya merubah chain linkage dekstrin juga termasuk dalam RS4. Kadar amilosa yang lebih tinggi dalam pati dikaitkan dengan daya cerna yang lebih lambat atau ketahanan yang lebih besar terhadap pencernaan.

Manfaat Resisten starch

1. Pengendalian Glukosa darah dan Respon insulin

Makanan yang mengandung RS melepaskan glukosa secara perlahan sehingga menurunkan respons insulin dan akses yang lebih besar ke dan penggunaan lemak yang disimpan. Ini membantu dalam pengelolaan diabetes dan gangguan toleransi glukosa, dan karenanya dalam pengobatan obesitas dan pengelolaan berat badan

Kemampuan makanan tertentu untuk meningkatkan konsentrasi glukosa darah postprandial adalah respon glikemik atau indeks gyaemic (GI). GI diukur sebagai area inkremental di bawah kurva glukosa darah setelah konsumsi 50g karbohidrat yang tersedia dari makanan uji, dibagi dengan area di bawah kurva setelah mengonsumsi jumlah yang sama dari karbohidrat yang tersedia dalam makanan kontrol (umumnya roti putih atau glukosa). Makanan dengan nilai GI tinggi melepaskan glukosa dengan cepat ke dalam aliran darah (yaitu menimbulkan respons glikemik yang cepat), sedangkan makanan dengan nilai GI rendah melepaskan glukosa lebih lambat ke aliran darah dan mengakibatkan respons glikemik dan insulinamik tertunda . Dengan konsumsi pati amilosa tinggi (RS), respon insulin berkurang 17 persen .(21)

Sejumlah penelitian telah mengkonfirmasi bahwa RS memiliki dampak yang baik pada pengendalian glikemik. Banyak penelitian pada hewan, seperti tikus dan babi, dan manusia menunjukkan bahwa RS dapat mengurangi konsentrasi glukosa puasa,

meningkatkan sekresi insulin dan meningkatkan sensitivitas insulin.(22)

## 2. Resisten starch dan Metabolisme energy

Studi telah mengungkapkan bahwa Resisten Starch mungkin berpengaruh terhadap nafsu makan dan asupan energi. Seperti dalam penelitian Souza da Silva dkk menemukan bahwa pada babi yang sedang tumbuh, memberi makan RS (34% RS3 dan 35% pati pregelatinized) selama 14-hari mengurangi pemakaian energi dan kemampuan metabolisme , dan menurunkan energy asupan pada saat bersamaan .(22)

## 3. Mempengaruhi Berat Badan dan Lemak Perut

Banyak percobaan pada hewan pengerat menunjukkan bahwa memberi makan RS dapat mengurangi lemak tubuh meskipun tampaknya tidak berpengaruh pada berat badan total dan asupan makanan. Dalam penelitian terbaru, tikus gemuk diberi pakan yang mengandung 55% RS selama 5 minggu dan penurunan signifikan dari berat jaringan adiposa mesenterika dan penurunan jumlah adiposit , sementara tampaknya pakan yang mengandung lebih banyak RS dan efeknya mungkin akan lebih tinggi. Namun, kebanyakan penelitian menunjukkan bahwa memberi makan RS tidak dapat menurunkan berat badan total .(22)

Resisten Starch (RS) memiliki fungsi yang berbeda dengan serat makanan tradisional. Mekanisme bagaimana RS bekerja belum jelas

saat ini. Pengaruh serat makanan dalam mengurangi asupan energi dan beban glikemik diperkirakan dicapai dengan energi dilusi. Energi dilusi mengurangi kepadatan energi dari asupan makanan, dan ekspansi makanan mencegah asupan makanan lebih lanjut. Beberapa penelitian menemukan bahwa efek hipoglikemik RS memiliki mekanisme lain yang lebih penting selain mekanisme tradisional serat makanan. Pakan tikus tidak berbeda antara kelompok RS dan kelompok kontrol dan pakan memiliki kepadatan energi yang sama, sehingga efek perancu oleh pengenceran energi dan perluasan makanan dapat dihilangkan. RS masih secara signifikan menurunkan kadar glukosa darah dan kandungan lemak visceral pada tikus pada kelompok RS dibandingkan dengan tikus pada kelompok control.

#### 4. Asam Lemak Rantai Pendek (SCFA)

Pati resisten (RS) adalah pati yang tidak sepenuhnya dicerna dan diserap di saluran pencernaan bagian atas dan lolos ke usus besar di mana ia merupakan substrat untuk fermentasi mikroba menjadi produk termasuk asam lemak rantai pendek (SCFA; asetat, butirat, propionate). SCFA adalah produk metabolisme dari fermentasi bakteri anaerobik dari polisakarida, oligosakarida, protein, peptida dan prekursor glikoprotein di usus besar, termasuk yang berasal dari serat makanan dan resisten starch . SCFA utama adalah butirat, propionat dan asetat, meskipun SCFA lain juga diproduksi dalam jumlah yang lebih sedikit. SCFA adalah bahan bakar pernapasan yang disukai dari

sel-sel yang melapisi usus besar (kolonosit). Meningkatkan aliran darah kolon, menurunkan pH luminal dan membantu mencegah perkembangan populasi sel kolon yang abnormal.(22)

Mekanisme pengaturan kadar glukosa darah dan metabolisme lipid oleh RS kemungkinan terkait dengan fermentasi RS di usus besar dan produksi SCFA. Pada penelitian Zhou et al lebih lanjut mengklarifikasi pentingnya fermentasi, dalam kondisi energi dilusi yang setara dan penambahan pakan pada pakan ternak, RS kehilangan efek ekstra ketika fermentasi dihambat. SCFA adalah produk fermentasi RS, di mana butirrat ternyata mempromosikan pelepasan sel-L ke incretin rahasia seperti peptida usus YY (PYY, juga disebut peptida tirosin), Hormon glucagon like peptida-1 (GLP-1). Oleh karena itu, incretin semakin menarik perhatian untuk kemungkinan menginterpretasi efek RS dalam menurunkan kadar glukosa darah dan kandungan lemak.(22)

## 2.7 Nasi (*Oryza Sativa*)

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman serealia utama dan sumber makanan pokok bagi separuh populasi dunia. Pati adalah komponen utama beras dan menyumbang lebih dari 80% dari total konstituen.(23)

Beras dilaporkan memiliki keunikan, dengan rasa yang hambar, lembut, dan teksturnya halus. Karakteristik beras termasuk hipoalergenitas, proses pencernaan, penerimaan konsumen, rasa

hambar, butiran kecil, warna putih, peningkatan stabilitas pencairan dan pembekuan dan menjadi pasta, ketahanan asam yang lebih besar, dan berbagai rasio amilosa: amilopektin . Sifat unik ini telah meningkatkan permintaan pati beras di industri makanan dan farmasi.(23)

Beras atau nasi (*Oryza sativa*) dikonsumsi oleh 2/3 penduduk dunia dan setidaknya separuh dari mereka (termasuk banyak negara di Amerika Latin, Asia dan kepulauan Pasifik) merupakan sumber energi utama dalam makanan (HU et al. , 2004). Popularitas ini terutama karena nasi adalah makanan berbiaya rendah, persiapan yang mudah dan cepat, dan serba guna mencocokkan berbagai hidangan. Sereal ini terutama terdiri dari karbohidrat, yang sebagian besar hadir sebagai pati (90%) di endosperm .

#### Komposisi Pati Nasi

Perbedaan utama komposisi pati yang mempengaruhi sifat fisikokimia dan metabolisme beras disebabkan oleh variasi perbandingan kedua makromolekulnya yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa pada dasarnya adalah molekul linier di mana unit D-glukosa dihubungkan oleh ikatan  $\alpha$ -1.4 glukosidik, sedangkan amilopektin, polimer bercabang, mengandung ikatan  $\alpha$ -1.4 dan  $\alpha$ -1.6. Penelitian oleh Frei et al. (2003) melaporkan variasi yang besar dalam rasio amilosa: amilopektin dalam butiran beras dari varietas yang berbeda yang memungkinkan klasifikasi mereka sebagai lilin (1-2% amilosa), kandungan amilosa sangat rendah (2- 12%), kandungan amilosa rendah (12-20 %), kandungan amilosa menengah (20-25%) dan kandungan amilosa tinggi (25-33%). Pada

proses metabolik, melaporkan bahwa makanan bertepung dengan kadar amilosa tinggi dikaitkan dengan kadar glukosa darah yang lebih rendah dan pengosongan saluran pencernaan manusia yang lebih lambat dibandingkan dengan makanan dengan kadar makromolekul amilosa yang rendah. Kondisi ini relevan, terutama dalam perumusan pola makan untuk penderita diabetes, karena pencernaan dan penyerapan karbohidrat yang lebih lambat membantu menjaga kadar glukosa dalam darah secara teratur dan mengurangi respons insulin, mungkin karena peningkatan waktu transit usus. Variasi ini, terkait dengan pemrosesan makanan, dapat menghasilkan respons glikemik dan insulinemik yang berbeda, dan profil hormonal .(24)

Amilosa, yang pada dasarnya memiliki rantai linier dan padat, lebih padat di dalam butiran, yang membuat akses enzim pencernaan menjadi sulit; sebaliknya, molekul amilopektin, yang memiliki rantai bercabang, memungkinkan akses yang lebih besar dari enzim ini. Dengan demikian, amilosa mungkin tidak sepenuhnya dicerna oleh enzim di saluran pencernaan, sebagian diekskresikan dalam tinja . aproses cerna pati in vitro pada kultivar padi dengan kandungan amilosa yang bervariasi memperkuat hipotesis dimana dengan kultivar dengan kandungan amilosa yang lebih tinggi menunjukkan daya cerna yang lebih rendah dibandingkan dengan kultivar dengan kandungan amilosa rendah .(24)

Amilosa merupakan faktor utama yang mempengaruhi sifat fisikokimia pati beras. Setelah dipanaskan dalam larutan air, pati

membengkak secara permanen dan struktur kristalnya runtuh, suatu fenomena yang dikenal sebagai gelatinisasi. Pembengkakan pati adalah sifat amilopektin, sedangkan amilosa telah diketahui terbatas. Gelatinisasi mengubah pati menjadi bentuk fisik yang diinginkan di banyak sistem makanan. Namun, gel pati secara termodinamika tidak stabil dan mengalami perubahan yang mempengaruhi kesesuaian teknologinya .(23)

Protein beras terdiri dari albumin (5%), globulin (12%), prolamin (3%), dan glutelin (80%), yang masing-masing larut dalam air, garam, etanol, dan alkali . Protein ini larut dalam media alkali; Oleh karena itu, seduhan alkali (menggunakan 0,2% hingga 0,5% NaOH, ) telah digunakan secara konvensional untuk isolasi pati beras, dengan pemulihan yang baik dan kandungan protein sisa yang rendah . Struktur butiran pati dapat rusak jika butiran beras direndam dalam larutan amonia air 0,2 M .(23)

Pada penelitian Behall dkk. (1988), mengevaluasi efek diet dengan 30 dan 70% amilosa pada manusia, tidak mengamati perbedaan yang signifikan pada kolesterol HDL serum dan mengamati penurunan yang signifikan dalam trigliserida serum, insulin dan kadar kolesterol total setelah konsumsi makanan yang kaya akan amilosa dibandingkan dengan makanan kaya amilopektin. Penggunaan diet kaya amilosa dapat bermanfaat bagi orang-orang dengan intoleransi terhadap diet dengan karbohidrat standar dan untuk pasien obesitas dan diabetes dengan kadar glukosa plasma dan insulin tinggi serta resistensi insulin yang nyata.

Fakta ini juga dapat dijelaskan oleh hubungan antara proses cerna pati dan pengaruhnya terhadap metabolisme glukosa hati. Jika glukosa mencapai hati, glukosa yang berasal dari degradasi pati mengikuti tiga jalur utama:

- a) diangkut ke darah, untuk mempertahankan konsentrasinya cukup tinggi untuk memasok energi ke otak dan jaringan lain;
- b) diubah menjadi glikogen, disimpan di hati dan otot;
- c) diubah menjadi asam lemak, diangkut oleh trigliserida .

Amilopektin, yang lebih mudah terdegradasi, memberikan asupan glukosa yang lebih tinggi ke hati jika dibandingkan dengan amilosa, dalam periode waktu yang sama. Asupan yang lebih tinggi ini menghasilkan kelebihan glukosa di hati, yang akan dimetabolisme menjadi asam lemak, dan diangkut oleh trigliserida dan kolesterol untuk disimpan di jaringan adiposa, sehingga terjadi peningkatan trigliserida serum dan kolesterol.

Pada penelitian Wani dan Sigh dkk, Kandungan amilosa pati telah dilaporkan bervariasi dengan sumber nabati pati dan dipengaruhi oleh kondisi iklim dan tanah selama perkembangan biji-bijian. Tingkat umum amilosa dalam pati adalah 15% sampai 25% . Pada jenis pati lilin dilaporkan hampir bebas amilosa. Berdasarkan kandungan amilosa, pati beras dapat diklasifikasikan sebagai lilin (0% hingga 2% amilosa), sangat rendah (5% hingga 12% amilosa), rendah (12% hingga 20% amilosa), sedang (20% hingga 25 % amilosa), atau pati tinggi (25% sampai 33%

amilosa). Perbedaan kandungan amilosa mungkin terkait dengan perbedaan kultivar, zona tumbuh dan lingkungan .(23)

## 2.8 Massa Otot

### 2.8.1 Massa Otot dan asupan protein

Asupan protein makanan, khususnya, telah terlibat sebagai kontributor penting untuk pemeliharaan massa dan kekuatan otot, dan studi observasi sebelumnya telah menunjukkan bahwa asupan protein makanan yang tidak memadai dapat mempercepat hilangnya otot, menyebabkan sarcopenia.(25) Massa otot rangka diatur oleh kontrol dinamis dari proses sintesis dan degradasi protein dalam kombinasi dengan sistem yang diterapkan. Dalam hal ini, keseimbangan protein tidak berfungsi sebagai operasi biner yang mirip dengan skala keseimbangan (yaitu, sintesis atau degradasi) tetapi merupakan perpaduan dari beberapa proses yang beroperasi sesuai dengan jaringan pensinyalan yang sangat saling berhubungan. Jaringan pensinyalan ini mengkoordinasikan mekanisme kontrol kualitas untuk mempertahankan homeostasis protein, atau proteostasis . Pengendalian proteostasis bersifat kompleks dan dinamis, menunjukkan hasil fenotipik selama berbulan-bulan atau bertahun-tahun. (26)

Sintesis protein otot dikendalikan pada tingkat terjemahan mRNA Studi pada tikus dan babi menunjukkan bahwa pertumbuhan otot rangka pascanatal terjadi melalui peningkatan MPS yang

dikendalikan pada langkah inisiasi terjemahan mRNA . Dua peristiwa dalam inisiasi translasi diidentifikasi sebagai faktor yang berkontribusi dalam regulasi massa otot: 1) pembuatan kompleks inisiasi terner, yang terdiri dari metionil tRNA, faktor inisiasi eukariotik 2 (eIF2) dan GTP; dan 2) pembentukan kompleks ribosom eIF4. Kedua peristiwa seluler ini diatur oleh fosforilasi eIF tertentu yang dapat dipantau menggunakan teknik imunoblot dan kemudian digunakan sebagai penanda biologis MPS sebagai respons terhadap faktor lingkungan. Di antara berbagai faktor lingkungan, faktor gizi adalah yang paling penting. Pemberian makan meningkatkan MPS, melalui peningkatan pembentukan kompleks eIF4 sedangkan puasa dan protein rendah mengurangi MPS bersamaan dengan penurunan pembentukan eIF4. Stimulasi MPS dengan memberi makan diatur secara perkembangan, dengan kapasitas mesin translasi berkurang seiring bertambahnya usia . Selanjutnya, Bukti terbaru menunjukkan pemberian bolus lebih efektif dalam menstimulasi MPS dibandingkan pemberian makan berkelanjutan pada neonatus . Stimulus katabolik seperti infeksi, peradangan, tidak digunakan dan penuaan tumpul atau blok stimulasi yang diinduksi makan di MPS pada tingkat inisiasi translasi dan sesuai dengan pengurangan pembentukan kompleks inisiasi terner dan / atau kompleks eIF4.(26)

Asupan protein makanan yang memadai sangat penting untuk sintesis protein otot untuk mempertahankan massa otot dan

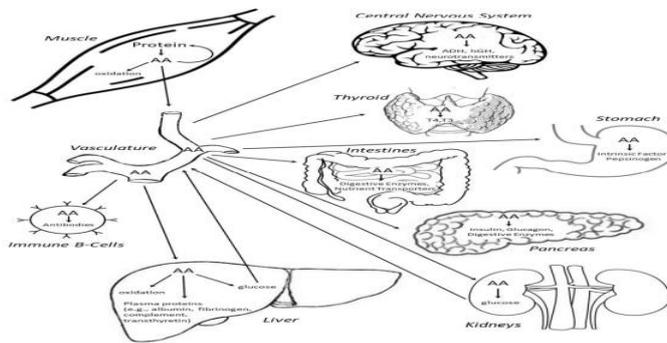
membatasi risiko kecacatan yang terkait dengan usia . Penelitian telah menunjukkan bahwa asupan protein makanan yang lebih tinggi dikaitkan dengan kinerja fisik yang lebih tinggi. Meskipun studi terbaru menunjukkan efek menguntungkan dari asupan protein tinggi pada kekuatan otot, bukti yang berkembang menunjukkan bahwa keseimbangan antara sintesis dan pemecahan protein tidak hanya dipengaruhi oleh asupan protein total tetapi juga oleh pola asupan protein. Diusulkan bahwa mempertahankan ambang asupan protein (~ 25-30g / makanan) sepanjang asupan hari itu mungkin terbukti menjadi strategi yang bermanfaat untuk meningkatkan sintesis protein dan mengurangi kemungkinan kelebihan protein "pemborosan" . Gagasan ini sangat penting untuk populasi yang menua karena tingkat sintesis protein otot lebih rendah dan kurang responsif terhadap konsumsi protein makanan dibandingkan dengan orang dewasa yang lebih muda.(27)

Selama dekade sebelumnya manfaat potensial kepada otot yang dicapai dari mengkonsumsi protein harian yang lebih banyak (lebih dari Perkiraan Kebutuhan Rata-Rata tapi didalam Kisaran Asupan yang Direkomendasikan) menjadi lebih jelas.

Perkiraan kebutuhan rata-rata untuk protein adalah 0,66 gram per kilogram berat badan perhari yang didefinisikan sebagai perkiraan jumlah protein minimum yang dibutuhkan untuk menutupi kebutuhan asam amino yang tidak dapat tergantikan oleh makronutrien lain pada

50% populasi dewasa di Amerika Serikat. Peningkatan asupan protein berhubungan dengan kekuatan fisik yang lebih besar dan peningkatan massa otot apabila diikuti dengan latihan ketahanan, yang memungkinkan pertumbuhan massa otot yang lebih banyak apabila protein dikonsumsi pada saat terjadinya keseimbangan energi yang negative. Analisis cross section yang prospektif terhadap hasil survei Pemeriksaan Kesehatan dan Nutrisi Nasional menunjukkan hubungan terbalik antara asupan protein hewani dan nabati dengan lingkar pinggang, berat badan dan indeks massa tubuh.

Dalam kondisi pemecahan protein otot yang melebihi pembentukannya, protein otot berfungsi sebagai tempat penyimpanan asam amino utama yang siap dipecah kapan saja untuk melepas asam amino bebas yang dapat disusun kembali menjadi protein otot atau untuk menyokong berbagai kebutuhan fisiologis penting, termasuk sebagai sumber energi melalui proses oksidasi karbon otot rangka, juga untuk menyediakan bahan baku gluconeogenik untuk mempertahankan konsentrasi darah tetap berada di kisaran normal meski sedang berpuasa (gambar 1).



Gambar 2 Proses pemecahan otot pada glukoneogenesis

Asupan energi dan protein yang terbatas menyebabkan pemecahan protein otot yang konstan, melepaskan berbagai asam amino sebagai sumber energi, sebagai bahan baku gluconeogenesis, dan juga bahan baku hormon peptida, protein plasma, komponen sistem imunitas tubuh, dan berbagai enzim.(7)

Asam amino bebas yang berasal dari pemecahan protein otot digunakan juga untuk membuat komponen sistem pertahanan tubuh, protein plasma, hormone peptida, dan enzim intraseluler maupun ekstraseluler. Keseimbangan protein negatif yang sementara merupakan kejadian normal pada orang dewasa sehat yang dapat dibalikkan dengan kondisi setelah makan. Berapa besar stimulasi yang dihasilkan setelah makan untuk pembentukan protein otot, menekan pemecahan protein otot di seluruh tubuh, dan menggeser keseimbangan protein menjadi positif diperantarai oleh seberapa banyak asupan protein dan kualitas protein tersebut (berdasar kemampuan pencernaan, penyerapan dan pendistribusian protein tersebut, dan juga jumlah asam amino yang tidak dapat tergantikan),

dan bentuk protein yang dikonsumsi (misalnya makanan makronutrien campuran, suplemen isolat protein utuh, atau suplemen asam amino bebas) .(7)

Asupan protein harian yang tidak mencukupi akan mempengaruhi otot dan keseimbangan protein seluruh tubuh (keseimbangan antara sintesis protein dan pemecahannya), yang memberi pengaruh buruk kepada massa otot, fungsi, adaptasi latihan, kepadatan tulang dan distribusi kalsium, respon sistem imunitas, keseimbangan cairan dan elektrolit, aktifitas dan produksi enzim, dan produksi hormon .(7)

Dengan adanya spekulasi bahwa pola asupan protein mempengaruhi sintesis protein otot, beberapa penelitian yang mencoba untuk menentukan jumlah optimal protein yang dibutuhkan setiap kali makan untuk secara maksimal merangsang sintesis protein otot telah menghasilkan hasil yang bertentangan. Beberapa percobaan acak menunjukkan bahwa konsumsi protein dalam jumlah sedang setiap kali makan dapat merangsang sintesis protein otot , dan mempertahankan massa tubuh tanpa lemak lebih efektif daripada mengonsumsi sebagian besar protein pada satu kali makan di antara orang dewasa yang lebih tua.(27)

#### 2.8.2 Proses pembentukan massa otot melalui siklus glukosa alanin .

Siklus glukosa-alanin merupakan hubungan penting antara karbohidrat dan metabolisme asam amino dan terdiri dari serangkaian reaksi di mana piruvat, sebagian besar berasal dari

glikolisis intramyoseluler, ditransaminasi dengan amonia, yang berasal dari katabolisme protein otot, untuk membentuk alanin.(28)

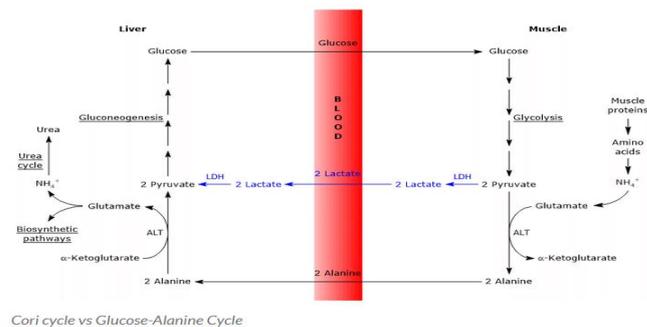
Feliq P menjelaskan perlu dipertimbangkan pola keluaran asam amino dari otot dalam keadaan basal, dimana : (1) alanin terdiri tidak lebih dari 7% -10% dari residu asam amino dalam rangka dan protein otot jantung. ; (2) protein polialanil spesifik belum diidentifikasi dalam otot; dan (3) adalah protein seperti itu pada kenyataannya ada pada basal manusia dalam jumlah kecil dan akibatnya tidak terdeteksi,namun hal itu tidak menjelaskan bagaimana keunggulan relatif output alanin setelah 5-6 minggu kelaparan. Pelepasan alanin yang terbentuk sebelumnya dari protein otot atau dari kumpulan asam amino intraseluler tidak dapat menjelaskan kontribusi utama asam amino ini terhadap pelepasan nitrogen total dari otot.

Adanya mekanisme yang terjadi dimana alanin disintesis de novo di otot dengan transaminasi piruvat. Terjadi korelasi linier langsung antara konsentrasi sirkulasi alanin dan piruvat pada basal manusia ; hubungan seperti itu dengan piruvat tidak dapat dibuktikan untuk asam amino lainnya. Hal ini dapat terjadi dalam situasi ketersediaan piruvat yang ditingkatkan, seperti latihan otot<sup>2</sup> dan hiperpiruvisemia kronis yang terkait dengan cacat enzimatik bawaan. Pelepasan dan/atau akumulasi alanin yang ditingkatkan dapat dibuktikan. Beberapa penelitian juga menyimpulkan dalam

latihan menunjukkan bahwa piruvat yang digunakan dalam sintesis alanin perifer berasal dari glukosa, kemungkinan juga harus dipertimbangkan bahwa kerangka karbon terdeaminasi dari sejumlah asam amino diubah in situ menjadi piruvat dan kemudian ditransaminasi menjadi alanin sebelum pelepasan dari jaringan otot.

Dalam urutan kejadian seperti itu, alanin tidak hanya akan berkontribusi pada daur ulang zat antara glikolitik, tetapi juga akan menyediakan kerangka karbon untuk sintesis glukosa de novo.(29) Terlepas dari asal piruvat yang digunakan dalam pembentukan alanin, sintesis asam amino ini di otot membutuhkan sumber gugus amino yang sesuai. Dalam hal ini perlu dicatat bahwa asam amino rantai cabang (valin, leusin, dan isoleusin) lebih disukai dikatabolisme di otot daripada hati dan berfungsi sebagai sumber nitrogen siap pakai untuk transaminasi piruvat. Tingkat katabolisme ekstrahepatik yang signifikan juga telah ditunjukkan untuk glisin, aspartat, dan glutamat. Selanjutnya, berbagai jaringan telah terbukti memanfaatkan sintesis alanin sebagai mekanisme pembuangan nitrogen yang berasal dari beban eksogen hampir semua asam amino.(29) Karena sebagian besar asam amino tidak terakumulasi dalam plasma selama periode puasa yang singkat, keluarannya dari otot harus disertai dengan beberapa tempat ambilan ekstramuskular.

Hati berperan sentral dalam mengatur pemanfaatan asam amino telah terbukti sejak studi klasik Bollman et al. pada anjing yang dihepatektomi. Pengenalan teknik perfusi hati berdasarkan gugus amino. Dalam hal ini perlu dicatat bahwa asam amino rantai cabang dan konversinya menjadi glukosa.(29)



### 2.8.3 Massa Otot dengan aktifitas Fisik

Tingkat kecukupan energi dan protein, frekuensi olahraga, dan daya tahan kardiorespirasi pada kelompok aktifitas olahraga lebih tinggi dibandingkan kelompok non-aktifitas olah raga. Hasil uji korelasi Spearman menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara frekuensi olahraga, serta tingkat kecukupan energi dan protein dengan daya tahan kardiorespirasi.(30) Penurunan massa otot terkait usia merupakan beban kesehatan masyarakat yang utama karena dapat menyebabkan gangguan fungsi dan kecacatan fisik yang menyebabkan peningkatan morbiditas dan mortalitas.(27)

### 2.8.4 Cara mengukur massa otot

Saat ini ada empat teknik utama telah umum digunakan untuk memperkirakan massa otot: impedansi bioelektrik (BIA), absorptiometri sinar-X energi ganda (DXA), computed tomography (CT), dan magnetic resonance imaging (MRI) untuk menggantikan antropometri. Masing-masing mengandalkan teknologi yang berbeda dan menilai aspek massa otot yang berbeda (misalnya massa otot tubuh total, atau area penampang otot paha tengah) . Pada tingkat organisasi, tubuh dapat dipisahkan menjadi kompartemen kimia atau anatomi yang berbeda. Kompartemen membagi berat badan menjadi massa lemak dan massa bebas lemak atau FFM.(15)

Matiegka melaporkan pada tahun 1921 apa yang kemudian menjadi pendekatan antropometri klasik untuk mengukur massa otot rangka. Metode Matiegka membagi berat badan menjadi empat bagian: kerangka, otot rangka, kulit ditambah jaringan adiposa subkutan, dan sisanya. Matiegka dibatasi oleh kurangnya standar referensi untuk pengukuran massa otot rangka sampai CT diperkenalkan oleh Hounsfield. Setelah fase ini, CT, MRI, dan DXA digunakan untuk mengukur massa otot (jadi penilaian otot yang lebih spesifik dibandingkan dengan FFM umum). Selanjutnya, persamaan BIA dikembangkan untuk memprediksi massa otot (bukan FFM). Ketersediaan sistem DXA, dengan biaya pemindaian sederhana, paparan radiasi rendah, waktu pemindaian singkat, dan

informasi ekstensif yang disediakan dari pemindaian seluruh tubuh menjadikan pendekatan ini paling banyak digunakan dalam penelitian sarcopenia saat ini.(15)

Massa otot atau *skeletal mass* (SM) telah berkembang sebagai parameter komposisi tubuh yang paling menjanjikan terkait dengan risiko kesehatan dalam penuaan dan banyak penyakit kronis . Evaluasi SM dipersulit oleh berbagai metode yang tersedia yang memberikan parameter hasil yang berbeda sebagai proxy untuk total massa otot tubuh . Oleh karena itu, penting untuk memiliki nilai referensi yang akurat yang dapat diterapkan pada pasien atau populasi yang diteliti serta metode komposisi tubuh masing-masing. BIA dapat menilai SM, ASM atau FFM, tergantung pada metode referensi yang digunakan untuk menghasilkan algoritma BIA. Pilihan algoritma BIA tidak hanya bergantung pada parameter target yang diinginkan tetapi juga pada kesepakatan antara perangkat BIA atau populasi referensi yang digunakan untuk menghasilkan algoritma BIA dan perangkat BIA serta karakteristik pasien yang akan dievaluasi .(31)

Lebih sederhana dan bahkan non-invasif, keluaran dari analisis impedansi bioelektrik (BIA) bergantung pada metode referensi yang digunakan untuk menghasilkan algoritma BIA dan dapat berupa FFM , ASM, misalnya, atau bahkan SM, misalnya .Kompleksitas lebih lanjut untuk definisi SM normal berasal dari

konsep obesitas sarcopenic . Karena tingkat FM yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas dan fungsi SM, SM normal juga dapat bergantung pada jumlah FM.(31)

## 2.9 Kekuatan Otot

### 2.9.1 Kekuatan Otot dan asupan protein

Kekuatan genggam adalah satu-satunya teknik penilaian yang direkomendasikan untuk mengukur kekuatan otot, dan merupakan metode paling sederhana untuk menilai fungsi otot dalam praktik klinis.(32) Kekuatan otot adalah salah satu dari enam karakteristik yang termasuk dalam rekomendasi untuk mendiagnosis malnutrisi pada orang dewasa . Penggunaan indeks HS yang relevan secara klinis untuk mengidentifikasi orang dewasa yang lebih tua yang berisiko mengalami gangguan fungsional, kelemahan dan massa otot rendah juga telah direkomendasikan. Terdapat bukti bahwa kekuatan otot per indeks massa tubuh (BMI) akan menjadi indeks kekuatan relatif yang sesuai dalam pengaturan klinis.(33)

Asupan protein makanan yang lebih tinggi dikaitkan dengan kinerja fisik yang lebih tinggi dan patah tulang pinggul yang lebih rendah, hal ini juga berpotensi meningkatkan kekuatan otot. Meskipun studi terbaru menunjukkan efek menguntungkan dari asupan protein tinggi pada kekuatan otot, bukti yang berkembang menunjukkan bahwa keseimbangan antara sintesis dan pemecahan protein tidak

hanya dipengaruhi oleh asupan protein total tetapi juga oleh pola asupan protein.(14,27)

Data dari National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2002 menunjukkan hubungan positif antara protein makanan yang didistribusikan secara merata dan kekuatan ekstensor lutut di antara orang dewasa AS berusia 50 hingga 85 tahun. NHANES memberikan perkiraan perwakilan nasional tentang kekuatan cengkeraman isometrik menggunakan dinamometer pegangan. Dari hasil data tersebut digunakan untuk standar kebutuhan kekuatan cengkeraman dan asupan protein makanan untuk memeriksa hubungan antara asupan setidaknya 25g dan 30g protein per kesempatan makan dan total asupan protein harian dengan kekuatan cengkeraman tangan pada orang dewasa A.S. berusia 51 tahun ke atas .(15)

Asupan protein harian yang lebih tinggi secara positif dikaitkan dengan kekuatan cengkeraman pada wanita tetapi tidak pada pria, perbedaan gender dalam hubungan antara kekuatan genggam dan asupan protein dapat dijelaskan oleh perbedaan jenis kelamin dalam kekuatan genggam, massa otot dan faktor hormonal. Asupan protein harian yang lebih tinggi secara positif dikaitkan dengan kekuatan genggam tangan yang lebih tinggi pada wanita tetapi tidak pada pria.(27). Dalam penelitian Mishra et al, dimana orang dewasa berusia 52-75 tahun yang mengonsumsi dua

kali jumlah protein yang disarankan per hari telah terbukti memiliki keseimbangan nitrogen positif yang lebih besar dalam studi kinetika protein seluruh tubuh. Keseimbangan nitrogen positif yang dihasilkan dari asupan protein yang lebih tinggi sebagian dapat menjelaskan hubungan antara kekuatan pegangan dan asupan protein yang lebih tinggi.(27)

Menurut Kuczmarski bahwa kekuatan otot tergantung pada banyak faktor seperti jenis kelamin, usia. Pria memiliki kekuatan otot lebih tinggi daripada wanita yang serupa usia . Puncak kekuatan otot terjadi pada usia dewasa muda yang diikuti oleh penurunan yang dipercepat mulai setelah 40 tahun .(33)

Secara universal, kekuatan pegangan atau *handgrip strength* (HS), ukuran kekuatan otot , menurun seiring bertambahnya usia dan memprediksi kecacatan dan kematian di masa depan. Pengukuran ini dapat dijadikan sebagai alat untuk menilai status gizi dalam praktik klinis . White et all menyatakan HS adalah salah satu dari enam karakteristik yang termasuk dalam rekomendasi untuk mendiagnosis malnutrisi orang dewasa. Penggunaan indeks HS yang relevan secara klinis untuk mengidentifikasi orang dewasa yang lebih tua yang berisiko mengalami gangguan fungsional, kelemahan dan massa otot rendah juga telah direkomendasikan . Kekuatan otot per indeks massa tubuh (BMI) akan menjadi indeks kekuatan relatif yang sesuai dalam pengaturan klinis . Namun, penelitian dalam pengaturan komunitas

dan hubungan indeks ini dengan asupan protein dan kualitas makanan belum diselidiki sepenuhnya.(33,34)

Granic et al dalam studi cross-sectional , telah mendokumentasikan bahwa diet sehat dikaitkan dengan kekuatan otot dan kinerja fisik yang lebih baik .Asupan protein makanan juga dikaitkan dengan pemeliharaan massa otot dan fungsi fisik dengan penuaan. Wanita yang berpartisipasi dalam OSTPRE- Studi Pencegahan Fraktur dan mengkonsumsi asupan protein tinggi ( $> 1.2\text{gm} / \text{kg}$ ) mengalami penurunan HS yang lebih sedikit yang disesuaikan dengan massa tubuh selama 3 tahun dan memiliki kinerja yang lebih baik dalam HS / massa tubuh, penyangga satu kaki dan penyangga kursi pada awal dibandingkan dengan wanita yang mengkonsumsi asupan protein sedang ( $0.81\text{-}1.19\text{gm} / \text{kg}$ ) dan rendah ( $<0.8\text{gm} / \text{kg}$ ) (18). Asupan yang lebih tinggi dari total dan protein hewani yang dinyatakan sebagai gram per kg berat badan melindungi terhadap hilangnya HS pada pria dan wanita berusia 60 tahun ke atas dari Framingham Offspring Cohort .(35)

#### 2.9.2 Kekuatan Otot dan aktifitas fisik

Kekuatan otot dengan menilai Hand grip strength (HGS) dianggap sebagai indikator yang sangat baik dari keseluruhan kekuatan, fungsionalitas, dan prediktor mortalitas. Beberapa faktor seperti jenis kelamin, usia, berat badan, tinggi badan dan sisi dominan mempengaruhi hasil HGS.

Aktivitas fisik yang teratur meningkatkan berat badan yang sehat, massa tulang, dan fungsi otot serta mencegah jatuh dan patah tulang pada orang dewasa yang lebih tua dan banyak manfaat kesehatan lainnya pada akhirnya memperpanjang harapan hidup (Departemen Kesehatan dan Layanan Kemanusiaan AS 2008). Kurangnya aktivitas fisik merupakan penentu utama hilangnya kekuatan otot dan juga dipengaruhi oleh jenis kelamin, penuaan, dan indeks massa tubuh (BMI).<sup>(36)</sup> Aktivitas fisik yang dilaporkan sendiri dalam hal ini yang diukur dengan Kuesioner Paffenbarger berkorelasi lebih kuat dengan kekuatan tubuh bagian atas, sedangkan ukuran objektif aktivitas fisik berkorelasi lebih kuat dengan ukuran kekuatan tubuh bagian bawah.<sup>(36)</sup>

Kelompok yang melakukan aktifitas berat menunjukkan nilai HGS yang lebih tinggi daripada kelompok lain, yang menunjukkan bahwa, secara umum, beban intensitas yang lebih tinggi memberikan peningkatan yang lebih besar secara signifikan dalam perolehan kekuatan pada orang lanjut usia, dibandingkan dengan beban yang lebih kecil. Terjadinya peningkatan kekuatan karena pelatihan adalah adaptasi saraf dan hipertrofik otot. Penelitian Vale dkk menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam kekuatan otot antara orang tua yang melakukan Latihan beban selama 16 minggu dibandingkan dengan kelompok control.<sup>(37)</sup>

Penelitian Bilajak dkk tahun 2019 menyatakan dampak aktivitas

fisik terhadap kekuatan genggam pada lansia diteliti telah terbukti bahwa selama olahraga teratur, kekuatan pegangan meningkat. Di antara semua peserta latihan, tidak ada penurunan kekuatan genggam pada kedua tangan yang berkontribusi pada kualitas hidup yang lebih baik. Aktivitas fisik secara teratur adalah kunci untuk menjaga kekuatan otot dan mencegah cedera lebih lanjut. Berkurangnya kekuatan genggam dianggap sebagai salah satu prediktor utama kecacatan, kelemahan fisik dan kematian dan oleh karena itu lansia harus didorong untuk mengubah gaya hidup mereka dan lebih sadar akan pentingnya aktivitas fisik.(38)

## 2.10 Massa Lemak

Tubuh manusia terdiri dari massa lemak dan massa bebas lemak. Massa bebas lemak terdiri dari total protein tubuh yang disimpan dalam massa otot, total air tubuh, dan total mineral tulang. Tingkat massa lemak bervariasi antara 13–21% pada pria dan 23–31% pada wanita.<sup>1-3</sup> , Indeks massa tubuh (BMI) umum digunakan untuk mengkategorikan kelebihan berat badan atau obesitas dihitung menggunakan rumus yang terdiri dari berat badan dalam kilogram dibagi dengan tinggi badan dalam meter persegi. Namun tidak dapat menentukan komposisi lemak dan otot tubuhnya secara tepat . Ada asumsi bahwa BMI yang lebih tinggi berarti komposisi massa lemak tubuh yang lebih tinggi juga, namun hal itu tidak terjadi pada semua kasus. Aktivitas fisik aktif relatif memiliki persentase

lemak yang lebih sedikit dibandingkan yang tidak melakukannya. Seorang atlet akan memiliki tulang yang kokoh dan otot yang berkembang dengan baik sehingga menghasilkan berat badan berlebih berdasarkan standar berat badan, tetapi memiliki massa lemak tubuh yang lebih sedikit. Oleh karena itu BMI yang lebih tinggi tidak mewakili persentase lemak tubuh yang lebih tinggi. Beberapa penelitian juga menunjukkan korelasi antara BMI dan persentase lemak tubuh bervariasi dan dipengaruhi faktor seperti jenis kelamin, usia, ras, dan gaya hidup seperti aktivitas fisik. (39)

Penelitian Ayusari menganalisis konsumsi lemak total, PUFA dan kolesterol total. Lemak total merupakan salah satu jenis lemak yang menimbulkan beberapa pengaruh terhadap kesehatan. Konsumsi lemak total maksimal sekitar 30% dari total energy intake (TEI) dapat menurunkan konsentrasi triasilgliserol (TAG), LDL kolesterol, dan meningkatkan konsentrasi HDL kolesterol, serta mengatur sensitivitas insulin, serta berhubungan dengan indeks massa tubuh dan komposisi tubuh. Konsumsi PUFA berhubungan negatif dengan indeks massa tubuh dan massa lemak, sedangkan konsumsi kolesterol total berhubungan positif dengan indeks massa tubuh dan massa lemak.(40)

Efek diet tinggi protein dengan pembatasan energi pada massa tubuh, massa tanpa lemak, dan massa lemak. Beberapa penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa pria dan wanita yang lebih tua lebih baik mempertahankan massa tanpa lemak dengan kehilangan massa tubuh selama periode pembatasan energi yang disebabkan oleh diet ketika

mengonsumsi protein yang lebih tinggi dibanding diet protein normal. Secara kualitatif, sekitar setengah (48%–50%) dari kelompok protein normal kehilangan 30% massa tubuh sebagai massa tanpa lemak, dibandingkan dengan 21% hingga 22% dari kelompok protein yang lebih tinggi; lebih lanjut, hanya 9% sampai 14% dari kelompok protein normal kehilangan <20% dari massa tubuh sebagai massa tanpa lemak, dibandingkan dengan 39% sampai 42% dari kelompok protein yang lebih tinggi.(41)

Secara kuantitatif, dimana orang dewasa yang lebih tua yang mengonsumsi diet protein lebih tinggi (dinyatakan sebagai persentase asupan energi) selama pembatasan energi dipertahankan sekitar jumlah massa tanpa lemak yang sama . Suatu metaanalisis berikan temuan dimana orang dewasa yang lebih tua biasanya menunjukkan lean mass yang lebih rendah daripada orang dewasa yang lebih muda, dan orang dewasa yang lebih tua juga lebih mungkin kehilangan massa tanpa lemak selama penurunan berat badan.(41)

## 2.11 Total cairan tubuh (TBW)

Air adalah komponen kimia utama tubuh dan media penting dari lingkungan internal tubuh . Sekitar 65% dari total air tubuh (TBW) adalah intraseluler (ICW) dengan 35% air ekstraseluler (ECW) dalam perkiraan berat badan orang 70 kg . Volume TBW pada orang dewasa yang sehat, dengan berat badan (WT)-stabil dilaporkan berfluktuasi kira-kira 65%

setiap hari karena proses fisiologis yang sedang berlangsung dan konsumsi makanan dan minuman . Perbedaan iklim, asupan garam, tingkat aktivitas fisik, dan kebiasaan budaya merupakan faktor tambahan yang mempengaruhi varians antar individu tingkat TBW, dapat juga dipengaruhi obat-obatan dan kafein. TBW juga dipengaruhi oleh penyakit, terutama insufisiensi ginjal, bersama dengan diabetes, penyakit hati, kanker, dan penyakit jantung.(42)

Pria dewasa yang sehat, memiliki jumlah TBW yang lebih besar daripada wanita , dikarenakan ukuran dan massa otot pria yang lebih besar. Nilai rata-rata untuk TBW telah dilaporkan berkisar dari sekitar 35 hingga 45 liter pada pria dan sekitar 25 hingga 33 liter pada wanita, tergantung pada usia, dan mulai menurun sekitar usia paruh baya pada pria dan wanita dan cepat pada wanita setelah sekitar 60 tahun. Penurunan TBW seiring bertambahnya usia dapat disebabkan oleh penurunan volume ICW atau massa sel tubuh dan/atau penurunan volume ECW. Volume ECW dalam beberapa penelitian diperkirakan terjadi dengan proses penuaan.

Total air tubuh terdiri dari sekitar 50 sampai 60% dari WT tubuh orang dewasa dengan kisaran 45 sampai 75% . Hal ini dipengaruhi perbedaan jenis kelamin dan usia serta tingkat kelangsingan atau kegemukan; yaitu, jika ada lebih banyak otot, maka ada lebih banyak air secara proporsional, atau jika ada lebih banyak lemak, maka ada lebih sedikit air secara proporsional. Rasio TBW terhadap berat (TBW/berat)

juga menurun pada orang dewasa dengan bertambahnya usia . Faktor kegemukan tubuh dianggap sebagai faktor yang paling penting, kecuali penyakit, dalam menggambarkan kandungan TBW di antara individu pada setiap titik dalam kehidupan.

Penelitian Chumlea melalui studi longitudinal Fel campuran dimana nilai rata-rata untuk TBW, ukuran tubuh, dan komposisi tubuh masih sama dengan penelitian lain, dalam temuan ini, TBW, rata-rata, relatif stabil hingga dewasa muda pada pria dan wanita kulit putih dan hingga awal usia tua pada pria. Sejauh mana perbedaan antar individu dalam tingkat kegemukan tubuh mempengaruhi TBW sangat besar. Ditemukan juga obesitas mempengaruhi tingkat TBW pada orang dewasa.(42)

## 2.12 Massa Tulang

Tulang tampak stabil selama beberapa tahun selama dekade ketiga dan keempat kehidupan, setelah itu secara bertahap hilang selama paruh baya hingga dewasa yang lebih tua . Diperkirakan 60% sampai 80% dari variabilitas massa tulang dan risiko osteoporosis telah disarankan untuk dijelaskan oleh faktor gaya hidup yang diwariskan. Namun, ada banyak bukti bahwa orang dewasa yang lebih tua membutuhkan lebih banyak protein makanan dibandingkan dengan rekan-rekan mereka yang lebih muda untuk mendukung kesehatan yang baik dan mendorong pemulihan dari penyakit dan mempertahankan fungsionalitas.

Apabila jumlah protein dalam tubuh tidak mencukupi, maka kalsium tidak dapat ditransportasikan dengan baik dan struktur tulang tidak

terbentuk dengan maksimal sehingga nilai kepadatan tulang rendah.<sup>9</sup> Penelitian yang dilakukan pada 1077 wanita berusia  $\geq 75$  tahun menunjukkan hasil bahwa asupan protein yang rendah berhubungan dengan Bone Mass Density (BMD) tulang panggul yang rendah.<sup>10</sup> Sebaliknya, asupan protein yang berlebihan, terutama protein hewani, juga berisiko terhadap kepadatan tulang yang rendah apabila tidak diimbangi dengan asupan kalsium yang cukup. Penelitian menunjukkan bahwa seseorang yang mengonsumsi protein hewani lebih banyak daripada protein nabati mengalami bone loss yang lebih cepat dan mempunyai risiko patah tulang panggul yang lebih besar.

Namun, beberapa penelitian tidak mendukung efek protektif protein pada bone loss maupun fraktur osteoporosis hanya pada protein nabati. Hal ini menunjukkan efek positif dari protein nabati pada kesehatan tulang belum konsisten. Asupan kalsium yang rendah dapat menyebabkan osteomalasia, yaitu tulang menjadi lunak karena matriksnya kekurangan kalsium. Namun, asupan kalsium yang berlebihan juga tidak memberikan manfaat untuk kesehatan tulang. The Food and Drug Administration (FDA) menyebutkan bahwa asupan kalsium yang adekuat penting untuk menjaga kesehatan tulang tetapi asupan lebih dari 2000 mg/hari tidak memberikan manfaat tambahan.<sup>(43)</sup>

Hasil penelitian Pradipta dkk 2019, menunjukkan bahwa rerata asupan protein total, protein hewani dan protein nabati pada kelompok kontrol lebih tinggi daripada kelompok kasus. Hasil yang sama ditunjukkan

pada penelitian case control di Spanyol pada subjek berusia  $\geq 65$  tahun . Berdasarkan analisis multivariat, diketahui bahwa variabel usia dan asupan protein total merupakan faktor risiko yang paling berpengaruh terhadap kepadatan tulang wanita pascamenopause. Usia  $\geq 60$  thn dgn asupan total protein  $< 66$  gr/h merupakan factor resiko yg paling signifikan pada kepadatan tulang wanita pasca menopause.(43)

Massa dan kesehatan tulang ditentukan penyerapan yang efisien dari mineral makanan dan mineralisasi bergantung pada protein. Selain itu, protein merupakan komponen utama tulang. Dengan demikian, asupan protein yang cukup, terutama dari produk susu yang kaya kalsium dan fosfor, sangat penting untuk mendukung pertumbuhan tulang pada bayi dan anak-anak serta untuk menopang massa dan kesehatan tulang pada orang dewasa. Ada kekhawatiran bahwa asupan protein yang tinggi dapat merangsang ekskresi kalsium melalui urin, yang dapat menyebabkan keropos tulang dan perkembangan selanjutnya dari osteopenia dan osteoporosis. Namun, asupan protein tinggi kemungkinan besar terkait dengan asupan kalsium yang tinggi, dan, oleh karena itu, dapat mengkompensasi peningkatan sedang, jika ada, dalam ekskresi kalsium melalui urin. Berdasarkan tinjauan literatur yang luas dan sistematis, Sahni dkk. menyimpulkan bahwa protein makanan memberikan manfaat yang signifikan pada kesehatan tulang pada manusia. Demikian pula, terdapat bukti bahwa asupan protein yang memadai meningkatkan massa tulang baik pada orang dewasa muda

maupun yang lebih tua. Nutrisi protein memainkan peran kunci dalam kesehatan tulang untuk mengurangi risiko osteopenia dan osteoporosis .(18)

Saat ini tidak ada bukti langsung kerusakan BMD atau patah tulang akibat konsumsi protein hewani versus nabati, meskipun bukti terbatas karena asupan protein nabati yang rendah di seluruh studi observasional dan intervensi dalam kaitannya dengan asupan protein total. Diet tinggi makanan nabati penting untuk kesehatan dan pencegahan penyakit. (44)