

KARYA AKHIR

**Kadar Albumin dan Hemoglobin Penduduk Mimika Timur
Papua Dengan Status Gizi Baik pada Kelompok Konsumsi Nasi
dan Kelompok Konsumsi Sagu**

*Albumin and Hemoglobin Levels in East Mimika Papua Population
With Good Nutritional Status in The Rice Consumption Group and
Sago Consumption Group*



INGRID GLORIA MANGIWA

C175182004

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS

ILMU GIZI KLINIK

FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023



**Kadar Albumin dan Hemoglobin 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

Disusun dan diajukan oleh

INGRID GLORIA MANGIWA

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS
ILMU GIZI KLINIK
AKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**





**HALAMAN PENGESAHAN
KARYA AKHIR**

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

**Kadar Albumin Dan Hemoglobin Penduduk Mimika Timur, Papua Dengan
Status Gizi Baik Pada Kelompok Konsumsi Nasi Dan Kelompok
Konsumsi Sagu**

Disetujui untuk diseminarkan :

Nama : dr. Ingrid Gloria Mangiwa
Nomor Pokok : C175182004
Hari / Tanggal : Senin, 17 Juli 2023
Tempat : Ruang Pertemuan Gizi Klinik Lt.5 RSP UNHAS

Pembimbing I

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

Pembimbing II

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

Mengetahui,

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

Dr. dr. A.M. Takdir Musba, Sp.An-KMN
NIP. 1974031200801 1009



LEMBAR PENGESAHAN KARYA AKHIR

KARAKTER ALBUMIN DAN HEMOGLOBIN PENDUDUK MIMIKA TIMUR, PAPUA DENGAN STATUS GIZI BAIK PADA KELOMPOK KONSUMSI NASI DAN KELOMPOK KONSUMSI SAGU

Disusun dan diajukan oleh:

Ingrid Gloria Mangiwa
Nomor Pokok: C175182004

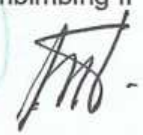
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk
dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu Gizi Klinik
Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 17 Juli 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui:

Pembimbing I

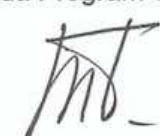
Pembimbing II


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


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

Ketua Program Studi,

Dekan Fakultas Kedokteran,


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


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



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ingrid Gloria Mangiwa

Nomor Induk Mahasiswa : C175182004

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, 17 Juli 2023

Yang menyatakan,



Ingrid Gloria Mangiwa

PRAKATA

Segala puji syukur penulis panjatkan hanya bagi Tuhan Yesus Kristus oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, sehingga karya akhir ini dapat diselesaikan, yang 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. dr. Agussalim Bukhari, M.Med, Ph.D, Sp.GK (K) sebagai Ketua Komisi Penasihat yang senantiasa mendukung penulis melalui bimbingan, nasihat, dan motivasi selama masa pendidikan dan dalam proses penyelesaian karya akhir ini.
2. Prof. Dr. dr. Nurpudji A. Taslim, MPH, Sp.GK (K) sebagai Sekretaris Komisi Penasihat dan juga Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Ilmu Gizi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, yang senantiasa memberikan motivasi, bimbingan, dan nasihat selama masa pendidikan serta dalam proses penyelesaian karya akhir ini.
3. Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK sebagai dosen penilai karya akhir dan juga Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin sekaligus Pembimbing Akademik yang senantiasa mendukung penulis melalui motivasi, bimbingan, dan nasihat selama masa pendidikan dan dalam proses penyelesaian karya akhir ini.
4. Prof. Dr. dr. Suryani As'ad, M.Sc, Sp.GK (K) sebagai dosen penilai karya akhir yang senantiasa memberikan motivasi, bimbingan, dan nasihat selama masa pendidikan dan dalam proses penyelesaian karya akhir ini.



5. dr. Aminuddin, M.Nut&Diet, Ph.D, Sp.GK (K) sebagai dosen penilai karya akhir dan Ketua Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin untuk semua motivasi, masukan dan bimbingan selama proses pendidikan dan penyelesaian karya akhir ini.
6. Dr. dr. A. Yasmin Syauki, M.Sc, Sp.GK (K) sebagai pembimbing statistik yang memberi masukan, mendukung penulis melalui bimbingan, nasihat, dan motivasi selama masa pendidikan dan dalam proses penyelesaian karya akhir ini.
7. Seluruh Staf Pengajar Departemen Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin untuk semua bimbingan dan nasihatnya kepada penulis selama pendidikan.
8. Seluruh Staf Administrasi dan Pegawai Departemen Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin yang senantiasa mendukung penulis selama masa pendidikan.
9. Orang tua tercinta, Ir. Irianto Mangiwa dan Ir. Alfrida Sarungu Lallo, serta adik tersayang Sary Sartika Mangiwa, ST, MBA, untuk limpahan kasih sayang, kesabaran, dukungan, dan khususnya doa yang tidak pernah putus untuk penulis selama masa pendidikan.
10. Mertua tercinta, Drs. Alexander Lakka dan Dra. Margaretha Adeng untuk doa dan dukungan selama penulis menjalani pendidikan.
11. Suami tercinta, dr. King Alexander, Sp.B dan anak tersayang Abram Mangiwa Alexander untuk semua doa, kasih sayang, dukungan, dan pengertian yang tidak pernah habis yang selalu menjadi motivasi terkuat untuk menjalani masa pendidikan di Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar.
12. Senior sekaligus rekan peneliti, dr. Uli Rina Pelegia Simantjuntak atas kebersamaan, dukungan, kerjasama dan bantuannya selama proses penelitian dan pendidikan.



13. Semua rekan-rekan residen Ilmu Gizi Klinik untuk dukungan dan kebersamaannya selama masa pendidikan.

Penulis juga memohon maaf sebesar-besarnya jika selama pendidikan dan proses penyelesaian karya akhir ini ada hal-hal yang tidak berkenan, baik melalui kata, sikap dan perbuatan. 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,

Ingrid Gloria Mangiwa



ABSTRAK

Kadar Albumin dan Hemoglobin Penduduk Mimika Timur Papua Dengan Status Gizi Baik pada Kelompok Konsumsi Nasi dan Kelompok Konsumsi Sagu

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. Kadar albumin dan hemoglobin merupakan parameter yang memiliki hubungan dengan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar albumin dan hemoglobin pada orang dewasa penduduk Mimika Timur, Papua dengan status gizi baik pada kelompok konsumsi nasi dan kelompok konsumsi sagu. Sampel penelitian terdiri dari 50 sampel yang dibagi menjadi dua kelompok yaitu 25 sampel kelompok konsumsi sagu dan 25 sampel untuk kelompok konsumsi nasi. Kami menganalisa kadar albumin dan hemoglobin dengan pemeriksaan darah serta menghitung *Food Recall* (FR) 24 jam sebanyak 3x untuk mengetahui asupan makronutrien dan mikronutrien. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan asupan protein pada laki-laki kelompok sagu dan kelompok nasi. Kadar albumin diantara kedua kelompok tidak ditemukan adanya perbedaan yang signifikan. Kadar hemoglobin pada jenis kelamin laki laki diantara kelompok sagu dan kelompok nasi ada perbedaan yang signifikan. Sedangkan pada perempuan tidak ditemukan adanya perbedaan yang signifikan diantara kelompok sagu dan nasi. Dengan demikian, penelitian ini menyimpulkan tidak ditemukan perbedaan kadar albumin pada laki-laki dan perempuan dewasa diantara kelompok sagu dengan rendah protein dan kelompok nasi dengan cukup protein, namun ditemukan perbedaan kadar hemoglobin pada laki-laki antara kedua kelompok. Temuan ini menunjukkan bahwa makanan pokok sagu dapat

digunakan dan disosialisasikan oleh karena energi yang cukup dan kandungan gizi, serta menambah keanekaragaman makanan utama di Indonesia.

Kata kunci: Albumin, Hemoglobin, Rendah protein, Papua, Sagu



ABSTRACT

Albumin and Hemoglobin Levels in East Mimika Papua Population With Good Nutritional Status in The Rice Consumption Group and Sago Consumption Group

Sago is a staple food for the people of Papua which contains high energy and carbohydrates, low protein. People consume sago with low protein intake so they cannot meet protein adequacy. Albumin and hemoglobin levels are parameters that have a relationship with health. This study aims to determine albumin and hemoglobin levels in adults from East Mimika, Papua with good nutritional status in the rice consumption group and the sago consumption group. The research sample consisted of 50 samples which were divided into two groups, namely 25 samples for the sago consumption group and 25 samples for the sago consumption group. We analyzed albumin and hemoglobin levels with blood tests and calculated 3x 24-hour Food Recall (FR) to determine macronutrient and micronutrient intake. The results showed that there were differences in protein intake in men in the sago group and the rice group. There was no significant difference in albumin levels between the two groups. Hemoglobin levels in the male sex between the sago group and the rice group there was a significant difference. Whereas in women there was no significant difference between the sago and rice groups. Thus, this study concluded that there was no difference in albumin levels in adult men and women between the sago group with low protein and the rice group with enough protein, but found differences in hemoglobin levels in men between the two groups. These findings indicate that the staple food of sago can be developed and socialized due to sufficient energy and high fiber content.



s: Albumin, Hemoglobin, Low protein, Papua, Sago

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Identifikasi Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.3.1. Tujuan Umum	3
1.3.2. Tujuan Khusus	4
1.4. Hipotesis Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.5.1. Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan	4
1.5.2. Bagi Aplikasi Ilmu.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Status Gizi.....	6
2. Indeks Massa Tubuh	9
3. Dietary Assessment (SQ-FFQ Method).....	10



2.4. Albumin	12
2.4.1. Fisiologi Albumin	12
2.4.2. Asupan Protein Dan Kadar Albumin Serum	16
2.5. Hemoglobin.....	18
2.5.1. Sintesis Hemoglobin.....	19
2.5.2. Asupan Protein Dan Kadar Hemoglobin.....	22
2.6. Sagu	24
2.7. Pembentukan Massa Otot Melalui Siklus Glukosa Alanin.....	38
2.8. Nasi (Oriza Sativa).....	40
2.9. Kabupaten Mimika, Ketahanan Pangan, Dan Status Gizi	41
BAB III KERANGKA PENELITIAN	44
3.1. Kerangka Teori	44
3.2. Kerangka Konsep	45
BAB IV METODE PENELITIAN	46
4.1. Desain Penelitian	46
4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	46
4.3. Populasi dan Sampel	46
4.4. Instrumen Pengumpulan Data.....	48
4.4.1. Pencatatan.....	48
4.4.2. Pengukuran Antropometri.....	48
4.4.3. Kadar Albumin.....	49
4.4.4. Kadar Hemoglobin.....	49
4.4.5. Pencatatan FR 24 jam.....	49



4.5. Persetujuan Etik Penelitian dan Tindakan Medis	50
4.6. Identifikasi dan Klasifikasi Variabel.....	50
4.6.1. Identifikasi Variabel.....	50
4.6.2. Klasifikasi Variabel.....	50
4.7. Definisi Operasional	51
4.8. Alur Penelitian.....	52
4.9. Pengolahan dan Analisis Data	53
BAB V HASIL PENELITIAN.....	54
5.1. Karakteristik Umum Subyek Penelitian.....	56
5.2. Karakteristik Antropometri Subyek.....	57
5.3. Karakteristik Nutrisi Harian Melalui Food Recall 24 jam.....	59
5.4. Karakteristik Albumin Subyek.....	60
5.5. Karakteristik Hemoglobin Subyek.....	61
BAB VI PEMBAHASAN.....	62
6.1. Gambaran Wilayah Mimika Timur.....	62
6.2. Karakteristik Subyek Penelitian.....	65
6.3. Kadar Albumin.....	68
6.4. Kadar Hemoglobin.....	70
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	77



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Metode penilaian status gizi	9
Gambar 2. Ilustrasi skematis metabolisme albumin pada orang dewasa sehat....	13
Gambar 3. Molekul hemoglobin.....	20
Gambar 4. Sintesis hemoglobin.....	21
Gambar 5. Distribusi indeks ketahanan pangan untuk Kabupaten di Indonesia..	42
Gambar 6. Alur partisipasi subyek penelitian.....	55



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kategori Indeks Massa Tubuh (IMT)	10
Tabel 2. Nilai normal kadar hemoglobin.....	19
Tabel 3. Komposisi kimia pati tujuh aksesori sagu di Kampung Naena Muktipura, Distrik Iwaka	28
Tabel 4. Karakteristik sosial demografi populasi sampel.....	57
Tabel 5. Pengukuran antropometri kelompok konsumsi nasi dan kelompok konsumsi sagu.....	58
Tabel 6. Hasil penghitungan jumlah asupan kalori, protein, karbohidrat, lemak dan serat.....	60
Tabel 7. Karakteristik albumin.....	60
Tabel 8. Karakteristik hemoglobin.....	61
Tabel 9. Jumlah penduduk menurut jenis kelamin tahun 2019.....	63



DAFTAR SINGKATAN

IMT	: Indeks Massa Tubuh
FR	: Food Recall
AKG	: Angka Kecukupan Gizi
SFA	: Saturated Fatty Acid
RS	: Resisten Starch
GI	: Glycaemic Index
SCFA	: Short Chain Fatty Acid
BA	: Butyric Acid
DNA	: Deoxyribo Nucleic Acid
GLP-1	: Glucagon Like Peptide-1
TEE	: Total Energy Expenditure
AA	: Asam Amino
EAA	: Essensial Asam Amino
MPS	: Muscle Protein Synthesis
MPB	: Muscle Protein Breakdown



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Identifikasi Masalah

Memantapkan ketahanan pangan merupakan prioritas utama pembangunan di Indonesia. 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. Kekurangan energi dan protein mendapat perhatian serius karena berhubungan erat dengan masalah kekurangan pangan dan kemiskinan. Indonesia menderita kekurangan gizi yang cukup tinggi yang diiringi dengan meningkatnya prevalensi obesitas di beberapa kota besar dimana menyebabkan Indonesia dihadapkan pada ‘Beban Ganda Masalah Gizi (Perencanaan & Nasional, 2019).

Potensi sagu di Indonesia menempati lebih dari 50% sagu dunia. Pohon sagu banyak dijumpai diberbagai daerah di Indonesia, terutama di Indonesia bagian timur dan masih tumbuh secara liar. Areal sagu di Indonesia mencapai 5,5 juta ha dan 90% dari luasan tersebut terdapat di Provinsi Papua, yaitu 4,7 juta ha. Berdasarkan penelitian Fendri Ahmad dkk. tahun 2016, terdapat tujuh akses sagu di Distrik Iwaka, Kabupaten Mimika, Propinsi Papua yang merupakan kekayaan plasma nutfah sagu yang harus dilestarikan (Ahmad et al., 2016).



pompres di Merauke tahun 2002 menyatakan bahwa pola pangan di 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 (Apomfires, 2002). Sehingga dapat diambil kesimpulan masih rendahnya tingkat asupan protein pada asupan makanan sehari-hari. Dan ini mempengaruhi kadar albumin dan hemoglobin.

Berdasarkan data Ketahanan Pangan Nasional Indonesia 2018, Provinsi Papua diklasifikasikan sebagai daerah risiko tinggi krisis pangan dan kabupaten Mimika sebagai salah satu kabupaten di provinsi Papua yang termasuk dalam kelompok indeks terendah untuk ketahanan pangan kabupaten/kota di Indonesia. Mimika diklasifikasikan sebagai dataran rendah dan mengkonsumsi sagu sebagai makanan pokok mereka. Tapi saat ini, banyak orang lokal yang mengonsumsi makanan selain sagu, seperti nasi. Salah satu indeks indikator adalah rasio konsumsi per kapita lebih tinggi dibandingkan dengan rasio produksi bersih per kapita. Rasio ini menunjukkan bahwa kabupaten ini bergantung pada pasokan pangan dari daerah lain (Nurkhayati et al., 2018).

Indikator kesehatan Kabupaten Mimika 2009-2013 menunjukkan cakupan gizi masyarakat dan ketersediaan sumber makanan yang aman dan sehat



masih rendah. Target untuk meningkatkan status gizi di antara masyarakat tidak tercapai. Padahal kabupaten ini memiliki potensi sagu yang besar.

Kasus kekurangan gizi di kalangan orang dewasa jarang dilaporkan. Sagu merupakan makanan pokok dengan kandungan protein rendah dari penduduk 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.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Apakah terdapat perbedaan kadar albumin pada populasi konsumsi makanan karbohidrat nasi dan konsumsi karbohidrat sagu dengan status gizi baik ?
2. Apakah terdapat perbedaan kadar hemoglobin pada populasi konsumsi makanan karbohidrat nasi dan konsumsi karbohidrat sagu dengan status gizi baik ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Mengetahui kadar albumin dan hemoglobin pada orang dewasa penduduk Timor, Papua dengan status gizi baik pada kelompok konsumsi nasi dan < konsumsi sagu.



Tujuan Khusus

1. Membandingkan kadar albumin pada orang dewasa penduduk Mimika Timur, Papua dengan status gizi baik pada kelompok konsumsi nasi dan kelompok konsumsi sagu.
2. Membandingkan kadar hemoglobin pada orang dewasa penduduk Mimika Timur, Papua dengan status gizi baik pada kelompok konsumsi nasi dan kelompok konsumsi sagu.

1.4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah :

- 1: Ada perbedaan kadar albumin antara kelompok populasi makan karbohidrat nasi dan kelompok populasi makan karbohidrat sagu
- 2: Ada perbedaan kadar hemoglobin 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 kadar albumin dan hemoglobin pada penduduk Mimika Timur, Papua dengan status Gizi Baik pada kelompok konsumsi Nasi dan kelompok konsumsi sagu



1.5.2. Bagi Aplikasi Ilmu

Penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dalam rangka upaya penanganan masalah gizi dan ketahanan pangan di Propinsi Papua, khususnya di Kabupaten Mimika.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Status Gizi

Status gizi didefinisikan sebagai status kesehatan yang dihasilkan oleh keseimbangan antara kebutuhan dan masukan nutrien. Status gizi mengandung makna apakah fungsi tubuh seseorang cukup berfungsi, tetapi tanpa mendapatkan kelebihan nutrien. Penilaian status gizi diperlukan untuk mengetahui efek gizi pada kesehatan dan penyakit, untuk mengidentifikasi nutrisi penting dalam populasi tertentu dan kelompok dalam kolektif ini yang berisiko kekurangan, untuk mengembangkan kebijakan kesehatan masyarakat yang efektif untuk mencegah dan menyembuhkan penyakit terkait nutrisi, dan juga diperlukan untuk perumusan rekomendasi asupan gizi (Elmadfa & Meyer, 2014).

Faktor yang mempengaruhi status gizi terdiri dari faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal yaitu pendapatan, pendidikan, pekerjaan, dan budaya. Sedangkan faktor internal yaitu usia, kondisi fisik, infeksi (BPPSDMK 2017).

Pada dasarnya, penilaian status gizi dibagi dua, yaitu secara langsung dan tidak langsung (Supriasa 2001). Penilaian secara langsung meliputi :

1. Antropometri



Antropometri adalah ukuran tubuh manusia. Sedangkan antropometri gizi 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. Ketikeseimbangan ini terlihat pada pola pertumbuhan fisik dan proporsi jaringan tubuh.

2. Klinis

Pemeriksaan klinis adalah metode yang sangat penting untuk menilai status gizi. Metode ini didasarkan 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.

3. Biokimia

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

4. 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 epidemik. Cara yang digunakan adalah tes adaptasi gelap.



Penilaian status gizi secara tidak langsung dibagi menjadi tiga penilaian yaitu:

1. Survei konsumsi makanan

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

2. Statistik vital

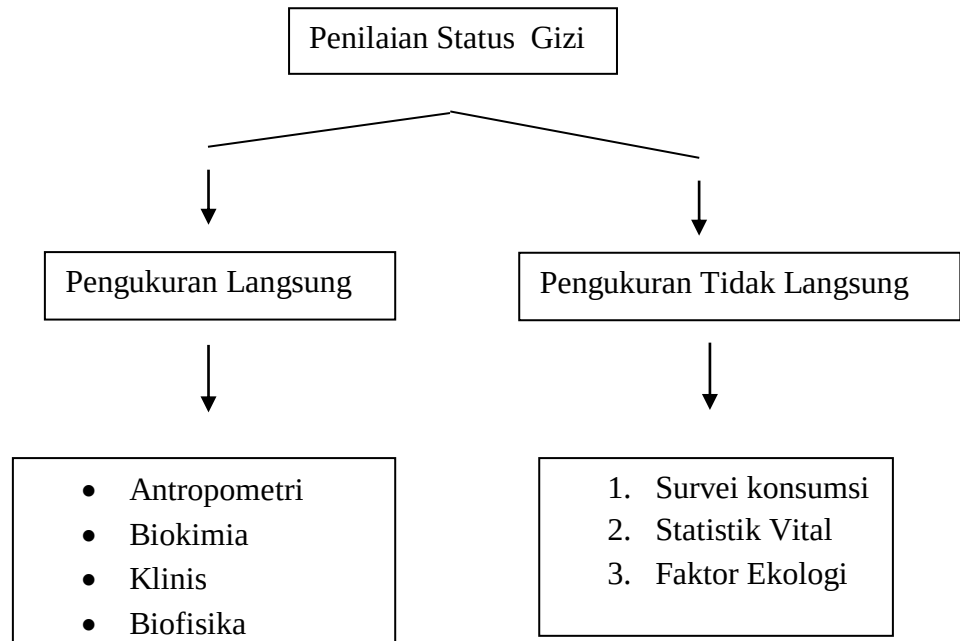
Pengukuran status gizi dengan statistik vital adalah dengan menganalisis data beberapa statistik kesehatan seperti angka kematian berdasarkan umur, angka kesakitan dan kematian akibat penyebab tertentu . Penggunaannya dipertimbangkan sebagai bagian dari indikator tidak langsung pengukuran status gizi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

3. Faktor ekologi

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



Penilaian status gizi dapat dilihat pada gambar ini



Gambar 1. Metode penilaian status gizi (JelliffeDB, 1989, Community Nutritional Assesment, Oxfort Univ Press)

2.2. Indeks Massa Tubuh (IMT)

Masalah kekurangan dan kelebihan gizi pada orang dewasa (usia 18 tahun ke atas) merupakan masalah penting, karena selain mempunyai risiko penyakit-penyakit tertentu, juga dapat mempengaruhi produktifitas kerja. Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan cara yang paling umum digunakan untuk menghubungkan risiko masalah kesehatan dengan berat badan di tingkat populasi, sangat mudah untuk diukur dan dihitung (Drenowatz et al., 2014).

Indeks Massa Tubuh (IMT) dikenal sebagai indeks skeletal merupakan metri untuk menilai massa tubuh yang terdiri tulang, otot dan lemak. Ini digkan oleh Adolphe Quetelet selama abad ke-19. IMT merupakan cara



yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa (usia 18 tahun ke atas), khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. IMT tidak dapat diterapkan pada kelompok umur yang masih tumbuh yaitu bayi, anak, remaja, dan kelompok khusus seperti ibu hamil yang mengalami penambahan berat badan ketika hamil. Juga tidak dapat diterapkan pada keadaan khusus (penyakit) seperti edema, asites dan hepatomegali.

Rumus perhitungan IMT adalah :

$$\text{IMT} = \frac{\text{BB(kg)}}{\text{TB(m)} \times \text{TB(m)}}$$

Tabel 1. Kategori Indeks Massa Tubuh (IMT)

Kategori	IMT (kg/m ²)
Berat badan kurang	< 18,5
Normal	18,5-22,9
Berat badan lebih	23,0-24,9
Obesitas tingkat I	25,0-29,9
Obesitas tingkat II	≥ 30,0

WHO WPR/IASO/IOTF dalam The Asia-Pacific Perspective: Redefining Obesity & its Treatment (2000).

2.3. Dietary Assesment (SQ- FFQ Method)

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



lebih lanjut dengan menggunakan metode yang lain seperti penilaian biokimia, antropometri dan klinis (Fahmida U, 2007).

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 yaitu :

1. Metode ingatan 24 jam (24-hours recall method),
2. Metode pengulangan ingatan 24 jam (repeated 24-hours recall method)
3. Metode pencatatan makanan (food record method)
4. Metode penimbangan pangan (weighed food method)
5. Metode riwayat makanan (dietary history)
6. Metode frekuensi konsumsi pangan (food frequency method).

Metode lain yang bisa menilai konsumsi pangan yaitu SQ-FFQ method. SQ-FFQ method adalah metode untuk mengetahui gambaran kebiasaan asupan gizi individu pada kurun waktu tertentu. Metode ini sama dengan metode frekuensi makanan baik formatnya maupun cara melakukannya, yang membedakan adalah pada responden ditanyakan juga tentang besaran atau ukuran (dapat dalam URT atau berat) dari setiap makanan yang dikonsumsi selama periode tertentu, seperti hari, minggu atau bulan. Dengan demikian dapat diketahui asupan gizi yang dikonsumsi untuk periode tertentu dengan bantuan daftar komposisi bahan makanan atau daftar penukar.



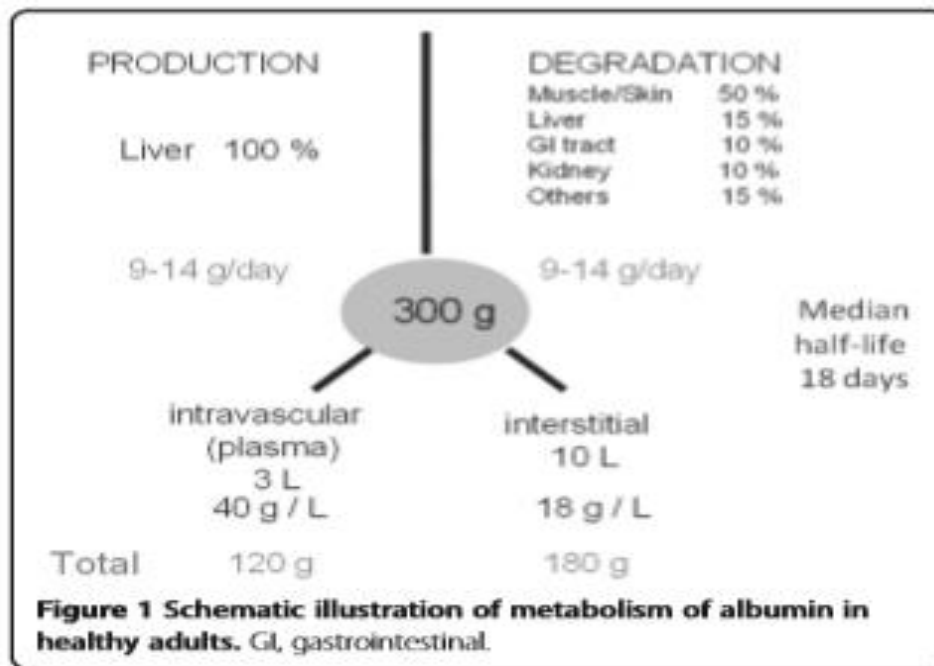
2.4. Albumin

2.4.1. Fisiologi Albumin

Albumin adalah salah satu protein manusia pertama yang diekstraksi dari plasma untuk penggunaan klinis. Pertama kali dikristalisasi pada tahun 1934, sediaan dibuat tersedia untuk penggunaan klinis pada tahun 1940-an. Keberhasilan penggunaan awal pada pasien multi-trauma dan luka bakar parah menyebabkan perluasan yang cepat dari apa yang disebut program albumin manusia di Amerika Serikat, dan penggunaan albumin menyebar dari lingkungan militer ke rumah sakit sipil dan menjadi penggunaan reguler di ruang operasi dan gawat darurat keliling dunia. Sediaan pertama yang tersedia secara komersial dari larutan albumin manusia intravena dikembangkan oleh Edwin Joseph Cohn (Jean Louis, 2014).

Albumin adalah protein plasma alami yang disintesis secara eksklusif oleh hati dengan kecepatan 9 hingga 14 g / hari pada individu sehat, dengan waktu paruh rata-rata sekitar 18 hingga 19 hari (Gambar 1). Albumin dikatabolisme di sebagian besar organ tubuh dengan kecepatan yang sama sekitar 9 sampai 14 g / hari, dengan penyerapan ke dalam vesikula endositik pada permukaan endotel; produk pemecahan terakhir adalah asam amino (Jean Louis, 2014).





Gambar 2. Ilustrasi skematis metabolisme albumin pada orang dewasa sehat (Jean Louis, 2014)

Pemeriksaan status nutrisi menggunakan indikator laboratorium penting digunakan. Kadar albumin serum umumnya sering digunakan dalam menentukan MEP pada pasien. Albumin merupakan jenis protein viseral yang paling banyak ditemukan dalam tubuh. Albumin disintesis oleh hati, sehingga kadarnya di dalam tubuh dapat merefleksikan kondisi sintesis protein tubuh secara keseluruhan. Kadar serum albumin memiliki relevansi klinis yang baik, meskipun kadarnya dapat bervariasi pada pasien, bergantung pada kondisi keparahan penyakit. Kadar albumin menunjukkan kadar protein dalam tubuh. Albumin membentuk lebih dari 50% total protein dalam darah. Perlu diingat bahwa produksi albumin berkaitan

metabolisme di hati dan suplai asam amino yang adekuat (Jean Louis,



Dalam penyembuhan luka diperlukan komponen yang mendukung dari dalam tubuh yaitu protein. Dan protein yang banyak berperan dalam hal tersebut adalah protein plasma. Albumin dalam plasma darah 3,4 - 5,4 g/dl sedangkan globulin hanya 2 - 3,5 g/dl. Waktu paruh albumin dalam plasma berkisar antara 8-20 hari sehingga diperlukan waktu setidaknya 7-10 hari untuk mencapai kadar albumin plasma normal kembali. Penurunan kadar albumin dapat dicegah dengan pemberian albumin dari luar tubuh, mengingat sintesis albumin dalam tubuh sangat sedikit.

Albumin merupakan protein plasma yang paling banyak dalam tubuh manusia, yaitu sekitar 55-60% dari protein serum yang terukur. Albumin terdiri dari rantai polipeptida tunggal dengan berat molekul 66,4 kDa dan terdiri dari 585 asam amino. Pada molekul albumin terdapat 17 ikatan disulfida yang menghubungkan asam amino yang mengandung sulfur. Fungsi albumin antara lain:

- a. Mempertahankan tekanan onkotik plasma agar tidak terjadi asites
- b. Membantu metabolisme dan transportasi berbagai obat-obatan dan senyawa endogen dalam tubuh terutama substansi lipofilik (fungsi metabolit, pengikatan zat dan transport carrier)
- c. Anti-inflamasi
- d. Membantu keseimbangan asam basa karena banyak memiliki anoda bermuatan listrik



oksidasi dengan cara menghambat produksi radikal bebas eksogen oleh
sel darah putih (leukosit polimorfonuklear)

- f. Mempertahankan integritas mikrovaskuler sehingga dapat mencegah masuknya kuman-kuman usus ke dalam pembuluh darah, agar tidak terjadi peritonitis bakterialis spontan
- g. Memiliki efek antikoagulan dalam kapasitas kecil melalui banyak gugus bermuatan negatif yang dapat mengikat gugus bermuatan positif pada antitrombin III (heparin like effect)
- h. Inhibisi agregasi trombosit

Hipoalbuminemia sering didefinisikan sebagai konsentrasi albumin serum $<3,5$ g / dL. Konsentrasi albumin serum menurun dengan bertambahnya usia sekitar 0,1 g / dL per tahun; Namun, usia itu sendiri bukanlah penyebab utama hipoalbuminemia. Ada hubungan yang jelas antara konsentrasi albumin serum dan semua penyebab kematian pada subjek lansia. Pada pasien dengan patah tulang pinggul, kadar albumin di bawah 3,5 g / dL dikaitkan dengan tingkat komplikasi pasca operasi yang lebih tinggi seperti sepsis dan mortalitas keseluruhan yang lebih tinggi. Kehilangan massa otot yang signifikan telah diamati pada orang tua dengan kadar albumin rendah. Keadaan inflamasi dan khususnya, konsentrasi tinggi dari sitokin IL-6 dan TNF-alpha, adalah dua faktor utama yang menyebabkan rendahnya kadar albumin serum. Konsentrasi albumin serum tidak hanya menurun selama sintesis menurun karena sitokin inflamasi seperti yang disebutkan di atas atau karena insufisiensi hati, albumin juga dapat menurun setelah kehilangan ginjal pada sindrom nefrotik dan kehilangan melalui



GI pada enteropati yang kehilangan protein (Cabrerizo et al., 2019).

2.4.2. Asupan Protein Dan Kadar Albumin Serum

Banyak faktor kesehatan dan gaya hidup mempengaruhi albumin serum, dan konsentrasi albumin rendah dikaitkan dengan asupan protein rendah, malnutrisi, penyakit hati, dan ginjal, merokok, penurunan massa otot, kekuatan, dan kinerja fungsional, dan aktivitas fisik dan latihan yang rendah (MacLennan et al., 1977) (Thalacker-Mercer et al., 2007).

Asupan protein, asupan energi, dan kadar albumin serum diukur pada geriatri. Ada korelasi positif yang signifikan antara kadar albumin dan asupan protein pada wanita, tetapi tidak pada pria. Korelasi positif ditemukan antara kadar albumin dan protein dengan rasio kalori pada pria dan wanita. Ini menunjukkan bahwa asupan protein pasien geriatrik mungkin tidak optimal. Penuaan disertai dengan penurunan asupan protein. Sejalan dengan ini ada penurunan stabil dalam massa tubuh tanpa lemak. Ada kemungkinan bahwa konsumsi protein turun sebagai respons terhadap pengurangan kebutuhan. Interpretasi alternatif adalah bahwa massa tubuh tanpa lemak berkurang sebagai akibat dari asupan protein yang tidak memadai. Jarang ada banyak bukti kekurangan protein pada orang tua yang sehat. Sebagian besar memiliki asupan jauh di atas standar minimum yang direkomendasikan untuk orang dewasa. Bahkan di antara pasien geriatri yang bertahan lama, asupan makanan dan parameter laboratorium relatif normal. Studi-studi semacam itu tidak mengecualikan kemungkinan perubahan metabolisme protein tetapi signifikan

respons terhadap berkurangnya asupan. Ini bisa memanifestasikan dirinya pengurangan aktivitas enzim atau pengurangan massa otot. Kompleksitas



sintesis dan fungsi enzim sedemikian rupa sehingga setiap korelasi dengan asupan protein akan sulit diidentifikasi. Pada anak-anak yang kekurangan gizi, ini ditemukan mencerminkan perubahan penting dalam asupan protein. Diet protein memiliki efek yang serupa pada kadar albumin di usia tua (MacLennan et al., 1977).

Usia lanjut juga berkontribusi untuk menurunkan konsentrasi albumin serum. Namun, laporan penurunan konsentrasi albumin terkait usia masih saling bertentangan, dan ketidakkonsistenan ini dapat disebabkan oleh efek perancu dari satu atau lebih faktor kesehatan dan gaya hidup, peradangan, sepsis, dan kondisi medis lain yang dapat mengubah konsentrasi albumin dengan mengubah salah satu dari berikut ini: laju sintesis, sekresi dari sel hati, distribusi cairan tubuh, laju degradasi, dan kehilangan eksogen (Salive et al., 1992).

Sintesis albumin hati ditekan selama periode puasa yang diperpanjang dan dirangsang dengan konsumsi nutrisi. Peningkatan laju sintesis fraksional (FSR) albumin telah diamati setelah konsumsi makanan di usia muda, paruh baya (50-62 tahun), dan orang tua. Temuan dari penelitian terbatas menunjukkan bahwa usia seseorang dapat mempengaruhi apakah laju sintesis albumin hati responsif terhadap perubahan asupan protein makanan. Satu studi menunjukkan tidak ada perbedaan dalam FSR albumin antara pria yang lebih muda dan lebih tua yang diberi makanan yang mengandung protein yang cukup. Namun, ketika diet yang mengandung protein di bawah tunjangan diet yang direkomendasikan

konsumsi, FSR albumin menurun pada pria yang lebih muda, tetapi tetap la pria yang lebih tua. Gersovitz dkk. menyarankan bahwa orang tua



mungkin memiliki respon sintesis protein yang tumpul karena FSR albumin tetap konstan ketika protein yang dikonsumsi tidak memadai. Perbedaan yang jelas terkait usia dalam sensitivitas sintesis albumin terhadap perubahan asupan protein makanan belum dinilai lebih lanjut pada pria atau wanita lansia yang hidup bebas dan sehat (Thalacker-Mercer et al., 2007).

Jenis kelamin mungkin merupakan faktor yang berpengaruh dalam efek terkait usia dan protein terkait pada FSR albumin, tetapi relatif sedikit penelitian yang meneliti perbedaan terkait jenis kelamin dalam FSR albumin. Satu studi melaporkan bahwa laki-laki memiliki FSR albumin yang lebih besar daripada perempuan, tidak tergantung pada usia. Sepengetahuan kami, tidak ada penelitian yang membandingkan perbedaan terkait jenis kelamin dalam respons metabolik albumin terhadap asupan nutrisi (Thalacker-Mercer et al., 2007).

2.5. HEMOGLOBIN

Hemoglobin adalah suatu protein pengangkut oksigen yang berada di dalam eritrosit. Eritrosit atau sel darah merah mengandung hemoglobin yang berfungsi untuk membawa oksigen ke jaringan tubuh (Price, 2007).

Hemoglobin mempunyai dua fungsi pengangkutan penting dalam tubuh manusia, yakni pengangkutan oksigen ke jaringan dan pengangkutan karbondioksida dan proton dari jaringan perifer ke organ respirasi (Kennely PJ, 2009).



Nilai batas normal kadar Hb menurut World Health Organization :

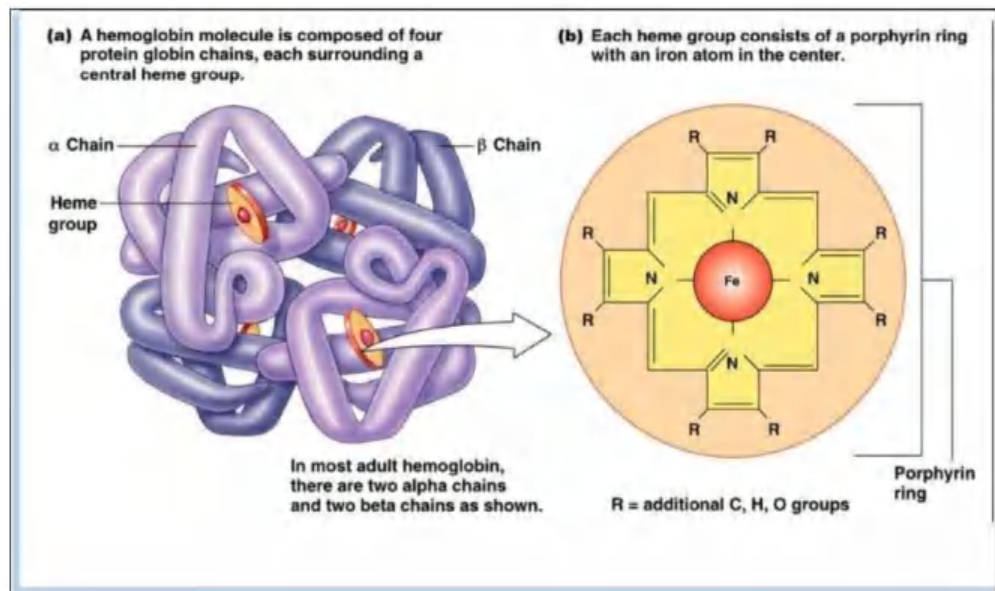
Populasi	Nilai Normal
Anak usia 6-59 bulan	≥ 11 g/dL
Anak usia 5-11 tahun	$\geq 11,5$ g/dL
Anak usia 12-14 tahun	≥ 12 g/dL
Wanita hamil	≥ 11 g/dL
Wanita (di atas 15 tahun)	≥ 12 g/dL
Laki-laki (di atas 15 tahun)	≥ 13 g/dL

Tabel 2. Nilai normal kadar hemoglobin

2.5.1. Sintesis Hemoglobin

Hemoglobin (Hb) adalah gabungan dari heme dan protein globular (globin) dengan berat molekul 64.4 kDa. Berat hemoglobin sekitar 33% dari berat eritrosit. Sintesis Hb sekitar 66% selama stadium eritroblas dan 33% selama stadium retikulosit. Molekul hemoglobin terdiri dari rantai α dan β ($\alpha_2\beta_2$), komponen heme (terdiri satu atom besi dan cincin porphyrin) (Harmening D, 2009).

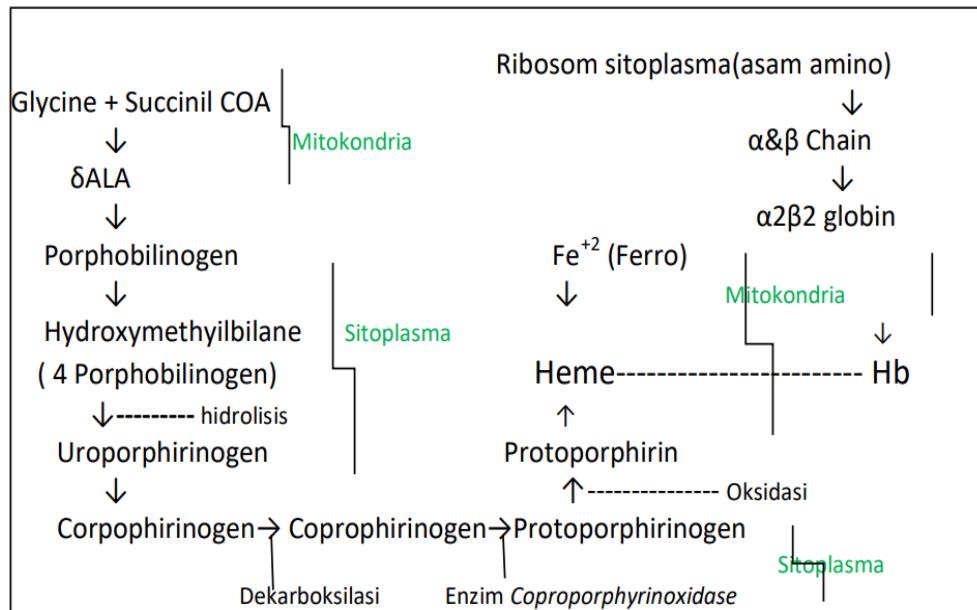




Gambar 3. Molekul Hemoglobin (Namrata C, 2013)

Ion Ferri yang berasal dari mukosa usus akan dibawa ke membran eritrosit oleh transferin dan masuk membran menuju sitoplasma sebagai bahan untuk produksi Hb. Dalam mitokondria ion ferri direduksi menjadi ion ferro dan bergabung dengan cincin protoporphyrin untuk membentuk heme (Harmening D, 2009).





Gambar 4. Sintesis Hemoglobin (Harmening D, 2009)

Proses sintesis protoporphyrin dimulai di dalam mitokondria dengan pembentukan delta aminolevulenic acid (δ ALA) berasal dari glycine dan succinylCoA. Seterusnya, proses dilanjutkan dengan pembentukan porphobilinogen, uroporphyrin dan coproter di sitoplasma sel, dua molekul δ ALA bergabung membentuk porphobilinogen yang mengandung satu rantai pyrrole melalui proses deaminasi, empat prophobilinogen digabungkan menjadi hydroxymethylbilane, yang kemudian dihidrolisis menjadi uroporphyrin. Uroporphyrin kemudian mengalami dekarboksilasi menjadi coporphyrin. Enzim coporphyrin oxidase mengoksidasi coporphyrin menjadi protoporphyrinogen.

Protoporphyrinogen seterusnya dioksidasi membentuk protoporphyrin.

lobin digabungkan oleh ribosom sitoplasmik yang dikawal oleh dua ene pada kromosom 11 dan 16. Hasil akhirnya adalah molekul globinramer yaitu dua rantai α -globin dan dua rantai non- α -globin.



Penggabungan molekul hemoglobin ini terjadi di dalam sitoplasma sel. Terdapat sejumlah kecil zat besi, protoporphyrin dan rantai globin bebas yang tersisa setelah proses sintesis hemoglobin selesai. Zat besi tersebut disimpan di hati, lien, sumsum tulang, dan otot skletal sebagai feritin atau hemosiderin (Harmening D, 2009).

Globin tersusun atas dua pasang rantai polipeptida yang berbeda, yaitu rantai α dan dua rantai non α ($\beta, \gamma, \delta, \epsilon$). Rantai α terdiri dari 141 asam amino yang disintesis oleh gen-gen pada kromosom 16, sedangkan rantai non α terdiri dari 146 asam amino yang disintesis oleh gen-gen pada kromosom 11. Dua puluh jenis asam amino diperlukan untuk mensintesis rantai-rantai polipeptida globin. Semua jenis asam amino yang membentuk rantai polipeptida adalah sama, adapun perbedaan antara keempat rantai tersebut terletak pada susunan asam aminonya (Harmening D, 2009).

2.5.2. Asupan Protein Dan Kadar Hemoglobin

Asupan protein mempengaruhi kadar hemoglobin dalam tubuh manusia. Protein berfungsi sebagai pembentuk butir-butir darah seperti pembentukan eritrosit dan hemoglobin. Protein juga berperan sebagai transportasi zat besi di dalam tubuh. Apabila seseorang kekurangan protein maka transportasi zat besi akan terhambat sehingga berakibat pada terjadinya defisiensi zat besi. Transferin adalah suatu glikoprotein yang berperan sentral dalam metabolisme besi tubuh

ungsi transferin mengangkut besi dalam sirkulasi ke tempat yang hkan besi, seperti sumsum tulang untuk membentuk hemoglobin yang



baru. Selain itu, feritin merupakan protein lain yang penting dalam metabolisme zat besi (Gallagher, 2008). Hasil penelitian menyatakan bahwa protein memiliki peran penting dalam pembentukan sel darah merah dan hemoglobin serta berperan dalam perpindahan zat besi yang ada didalam tubuh untuk pembentukan sel darah merah di sumsum tulang. Asupan protein yang kurang akan mengakibatkan terganggunya pembentukan eritrosit dan hemoglobin serta terlambatnya perpindahan zat besi sehingga produksi sel darah merah terganggu (Fatimah, 2011).

Setiap hari zat besi dari tubuh yang diekskresikan melalui kulit dan epitel usus sekitar 1 mg maka diimbangi asupan zat besi melalui diet sekitar 1 mg untuk menjaga keseimbangan asupan dan ekskresi yang berguna untuk kebutuhan produksi eritrosit. Asupan besi yang rendah pada diet yang tidak adekuat dapat menyebabkan cadangan besi berkurang, sehingga proses eritropoesis akan berkurang. Setiap hari zat besi dari tubuh yang diekskresikan melalui kulit dan epitel usus sekitar 1 mg maka diimbangi asupan zat besi melalui diet sekitar 1 mg untuk menjaga keseimbangan asupan dan ekskresi yang berguna untuk kebutuhan produksi eritrosit. Asupan besi yang rendah pada diet yang tidak adekuat dapat menyebabkan cadangan besi berkurang, sehingga proses eritropoesis akan berkurang (Bernadette FG, 2012).

Zat besi di dalam bahan makanan dapat berbentuk heme (dalam bentuk zat besi ferro) yang terdapat dalam bahan makanan yang berasal dari hewan. Lebih , zat besi heme dapat diabsorpsi langsung. Bentuk lain adalah dalam onheme (dalam bentuk zat besi ferri) yaitu yang terdapat di dalam bahan



makanan yang berasal dari tumbuhan, yang hanya dapat diabsorpsi sebanyak 5% (Bovell-Benjamin, 2000).

2.6. SAGU

Sagu termasuk tumbuhan monokotil dari keluarga (famili) Palmae, Marga (genus) *Metroxylon* dari ordo *Spadiciflorae*. Di kawasan Indo Pasifik terdapat lima marga Palma yang zat tepungnya telah dimanfaatkan, yaitu *Metroxylon*, *Arenga*, *Corypha*, *Euqoissona*, dan *Caryota*.

Palma sagu (*Metroxylon* sp.) dalam botani sagu digolongkan menjadi dua, yaitu palma sagu yang berbunga dua kali atau lebih (pleoanthic) dan palma sagu yang berbunga hanya sekali (hapaxanthic). Pohon sagu yang berbunga hanya satu kali selama hidupnya mempunyai kandungan pati yang tinggi. Golongan ini terdiri dari *Metroxylon longispinum* Mart, *Metroxylon microcanthum* Mart, *Metroxylon rumphii* Mart, *Metroxylon sagu* Rott, dan *Metroxylon sylvester* Malt. Pohon sagu yang berbunga lebih dari satu kali selama hidupnya mempunyai kandungan karbohidrat yang rendah, sehingga kurang disukai. Jenis sagu yang termasuk golongan ini adalah *Metroxylon filare* dan *Metroxylon elantum*.

Palma sagu tumbuh membentuk rumpun di daerah dan rawa-rawa. Tinggi pohon sagu dapat mencapai 15 meter, tebal kulitnya sekitar 3 – 5 sentimeter. Pada bagian dalam batang pohon sagu terdapat empulur yang mengandung karbohidrat.

Batang sagu merupakan bagian yang terpenting, karena merupakan tempat
an pati atau karbohidrat yang lingkup pemanfaatannya dalam industri
ias, seperti industri pangan, pakan, sorbitol, dan bermacam-macam
imia lainnya. Ukuran batang sagu berbeda-beda, tergantung dari jenis,



umur dan lingkungan atau habitat pertumbuhannya. Pada umur 3 – 11 tahun tinggi batang bebas daun sekitar 3 – 16 meter bahkan dapat mencapai 20 meter. Batang sagu terdiri dari lapisan kulit bagian luar yang keras dan bagian dalam berupa empulur yang mengandung serat-serat dan pati. Tebal kulit luar yang keras sekitar 3 – 5 sentimeter. Pohon sagu yang umurnya masih muda, kulitnya lebih tipis dibandingkan dengan sagu dewasa.

Selama pertumbuhan, sagu menyimpan pati dalam batangnya sehingga apabila bobot batang sagu semakin bertambah sesuai dengan pertambahan tinggi diameternya, kandungan patinya pun bertambah. Secara makroskopis, struktur batang sagu dari arah luar terdiri dari lapisan sisa-sisa pelepah daun, lapisan kulit luar yang tipis dan berwarna kemerah-merahan, lapisan kulit dalam yang keras dan padat berwarna coklat kehitam-hitaman, kemudian lapisan serat dan akhirnya empulur yang mengandung pati dan serat.

Kandungan pati dalam empulur batang sagu berbeda-beda tergantung dari umur, jenis, dan lingkungan tempat sagu tersebut tumbuh. Makin tua umur tanaman sagu, kandungan pati dalam empulur makin besar, dan pada umur tertentu kandungan pati tersebut akan menurun. Penurunan kandungan pati dalam batang sagu biasanya ditandai dengan mulai terbentuknya primordia bunga. Karena itu para petani sagu dengan mudah dapat mengenal saat rendemen pati sagu mencapai maksimum. Pada umur 3 – 5 tahun, empulur batang banyak mengakumulasi pati, akan tetapi pada umur 11 tahun ke atas, sekitar umur panen,

sagu mengandung pati 15 – 20 persen.



Penebangan pohon sagu dilakukan bila pohon telah berumur 10 – 15 tahun, tetapi kriteria umur sukar sekali digunakan untuk menentukan apakah pohon sagu sudah dapat ditebang. Ciri-ciri pohon sagu yang kandungan patinya mencapai maksimum dan siap untuk dipanen adalah apabila pangkal daun yang terletak di sebelah bawah pelepah daun berwarna kelabu biru.

Daun merupakan bagian sagu yang peranannya sangat penting karena merupakan tempat pembentukan pati melalui proses fotosintesis. Apabila pertumbuhan dan perkembangan daun berlangsung dengan baik, maka secara keseluruhan pertumbuhan dan perkembangan organ lain seperti batang, kulit dan empulur akan berlangsung dengan baik pula dan proses pembentukan pati dari daun yang kemudian disimpan di dalam batang sagu akan berlangsung secara optimal.

Sagu adalah salah satu tanaman yang potensial untuk dikembangkan. Tanaman sagu memiliki kandungan pati yang sangat tinggi. Tanaman sagu mampu menghasilkan 200-400 kg pati kering/pohon, bahkan ada yang mencapai 800 kg pati kering/pohon. Produktivitas tanaman sagu mencapai 20-40 ton pati kering/ha/tahun. Potensi sagu di Indonesia menempati lebih dari 50% sagu dunia. Areal sagu di Indonesia mencapai 5,5 juta ha dan 90% dari luasan tersebut terdapat di Provinsi Papua, yaitu 4,7 juta ha. Tanaman sagu mendominasi lahan rawa baik yang tergenang permanen atau semi permanen, maupun pada tanah gambut dan mineral dengan pH 4,5 (Ahmad et al., 2016).



sagu merupakan tanaman asli Asia Tenggara. Tanaman sagu tumbuh
ami terutama di daerah dataran atau rawa dengan sumber air yang

melimpah. Menurut Oates dan Hicks, tanaman sagu masih dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 1.250 m dpl dengan curah hujan 4.500 mm/tahun. Sekitar 50% tanaman sagu dunia atau 1.128 juta ha tumbuh di Indonesia, dan 90% dari jumlah tersebut atau 1.015 juta ha berkembang di Provinsi Papua dan Maluku. Sagu di Papua merupakan tanaman produktif yang siap panen sehingga potensi ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber cadangan pangan. Areal sagu tersebar di Merauke, Timika, Fakfak, Manokwari, Biak Numfor, Sorong, Yapen, Waropen, dan Jayapura (Jermia, 2007).

Sagu memiliki potensi yang paling besar untuk digunakan sebagai pengganti beras. Keuntungan sagu dibandingkan dengan sumber karbohidrat lainnya adalah tanaman sagu atau hutan sagu sudah siap dipanen bila diinginkan. Pohon sagu dapat tumbuh dengan baik di rawa-rawa dan pasang surut, dimana tanaman penghasil karbohidrat lainnya sukar tumbuh. Syarat-syarat agronominya juga lebih sederhana dibandingkan tanaman lainnya dan pemanenannya tidak tergantung musim.

Kandungan kalori pati sagu setiap 100 gram ternyata tidak kalah dibandingkan dengan kandungan kalori bahan pangan lainnya. Perbandingan kandungan kalori berbagai sumber pati adalah (dalam 100 g): jagung 361 kalori, beras giling 360 kalori, ubi kayu 195 kalori, ubi jalar 143 kalori dan sagu 353 kalori.

Berdasarkan penelitian Fendri Ahmad dkk. tahun 2016, terdapat tujuh sagu di Distrik Iwaka, Kabupaten Mimika, Propinsi Papua yang merupakan plasma nutfah sagu yang harus dilestarikan. Komposisi kimia pati sagu



semua aksesori tidak bervariasi (Tabel 1). Pati sagu mengandung protein rendah berkisar 0,45 sampai 1,39% (rata-rata 0,85%), oleh karena itu apabila pati sagu menjadi makanan pokok maka harus dikombinasi dengan makanan yang kaya protein. Di Papua, pati sagu dimakan dengan ikan dan ulat sagu yang kaya protein. Kadar air pati sagu semua aksesori berkisar 13,58-15,99% dengan rata-rata 14,24%. Kadar air dipengaruhi oleh suhu dan lamanya proses pengeringan (Ahmad et al., 2016).

No.	Aksesori	Kadar air	Kadar abu	Kadar lemak	Protein	Karbohidrat
1.	Mbupuri	13,87	1,24	0,22	1,03	83,60
2.	Monepikiri	13,58	1,35	0,15	0,54	84,35
3.	Mbapare	14,25	0,34	0,15	1,01	84,22
4.	Tuwae	13,95	0,68	0,00	1,39	83,96
5.	Aute	14,09	0,33	0,00	0,45	85,11
6.	Iyaremeta	14,01	1,11	0,26	0,49	84,11
7.	Bakaketemeta	15,99	0,85	0,10	1,01	82,02

Tabel 3. Komposisi kimia pati (dalam %) tujuh aksesori sagu di Kampung Naena Muktipura, Distrik Iwaka (Ahmad et al., 2016).

Kadar abu pati tujuh aksesori sagu di Distrik Iwaka berkisar antara 0,33-1,35%. Kondisi lingkungan mempengaruhi kadar abu. Sagu di Distrik Iwaka tumbuh pada lahan rawa dan tergenang sementara. Menurut Konuma et al. (2012) sagu yang tumbuh di lahan tergenang air, dalam kondisi asam dan mengandung sulfur dengan konsentrasi yang tinggi akan menghasilkan pati dengan kadar abu

tujuh aksesori yang diteliti memiliki kandungan karbohidrat 82,02-85,11%.

Huwae (2014) kandungan karbohidrat beberapa sagu di Maluku



bervariasi, yaitu sagu Tuni 89,13%, sagu Ihur 77,4% dan sagu Molat 88,6%. Perbedaan kandungan karbohidrat dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh, antara lain tanah. Tanah mensuplai berbagai bahan-bahan organik dan mineral yang diangkut oleh akar nafas sehingga komposisi kandungan karbohidrat dalam pati sagu menjadi lebih tinggi. Tujuh aksesi sagu di Distrik Iwaka, Kabupaten Mimika merupakan kekayaan plasma nutfah sagu yang harus dilestarikan. Aksesi-aksesi yang memiliki potensi hasil tinggi dapat digunakan sebagai sumber bibit dalam pengembangan sagu, dan dapat diusulkan untuk dilepas menjadi varietas unggul asal Kabupaten Mimika, Provinsi Papua (Ahmad et al., 2016).

Kandungan pati dalam sagu terutama terdiri dari dua polisakarida- amilosa linier yang mengandung ikatan glikosidik α -1-4 dan amilopektin bercabang di mana percabangan terjadi melalui hubungan α -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 enzimatis di usus. Resisten Starch (RS) tahan terhadap pencernaan enzimatis oleh α -amilase dan telah didefinisikan sebagai jumlah pati dan produk degradasi pati yang tidak diserap di usus kecil individu yang sehat (Ghodke, 2008).

Ada empat tipe Resisten Starch (RS) yaitu :

- 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

olong-polongan,



- Resisten Starch 2 adalah merupakan butiran pati asli yang tahan, misalnya dari pisang hijau, kentang mentah dan jagung amilosa tinggi.
- Resisten Starch 3 adalah butiran kristal non-kristal retrograded, mis. kentang dimasak, didinginkan.
- 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. 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.

2. Indeks Glikemik dan beban Glikemik

Kemampuan makanan tertentu untuk meningkatkan konsentrasi glukosa darah postprandial adalah respon glikemik atau indeks glycemic (GI). GI diukur urea 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 (Ghodke, 2008).

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.

3. Asam Lemak Rantai Pendek (SCFA)

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 (Zhang et al., 2015).



4. Gangguan GUT dan Kanker Colon

Produk tambahan DNA adalah kompleks yang terbentuk dari reaksi bahan kimia beracun atau metabolitnya dengan DNA seluler. Kehadiran produk tambahan DNA mencerminkan paparan bahan kimia beracun dan bioakumulasi mereka sepanjang hidup. Dalam mukosa kolon, peningkatan kadar produk tambahan DNA dianggap meningkatkan risiko kanker . Kebanyakan RS mudah difermentasi dan merupakan sumber SCFA yang baik seperti asam butirat (BA) di usus besar. Butirat telah diamati untuk menginduksi dan mempengaruhi ekspresi gen melalui efeknya pada transkripsi . BA juga telah diamati untuk menginduksi apoptosis dan membalikkan resistensi sel kanker kolon terhadap kematian sel terprogram . Waktu paruh BA sangat singkat, dan setiap efek BA pada usus besar dapat diharapkan bila ada produksi BA yang konsisten pada sebagian besar usus besar (Ghodke, 2008).

5. Prebiotik

Probiotik adalah strain bakteri hidup yang bertahan melalui perjalanan dari lambung dan mampu menempel pada dinding usus usus kecil dan usus besar sedangkan prebiotik adalah substrat pertumbuhan yang secara khusus diarahkan ke bakteri yang berpotensi menguntungkan yang sudah tinggal di usus besar. Prebiotik merangsang pertumbuhan dan / atau aktivitas bakteri di usus besar, dan meningkatkan kesehatan usus besar (Ghodke, 2008).

Daya cerna pati menunjukkan semakin banyak jumlah siklus gelatinisasi dan asi mengakibatkan daya cerna pati sagu menurun. Daya cerna pati sagu itu 88,89% turun menjadi 69,09% sampai 51,12 % akibat perlakuan 1



sampai 3 siklus gelatinisasi dan retrogradasi. Dengan demikian proses 3 siklus gelatinisasi dan retrogradasi paling optimal menurunkan daya cerna pati sagu hampir 2 kali lipat. Penurunan daya cerna pati sagu akibat proses siklus gelatinisasi dan retrogradasi mengindikasikan bahwa semakin sedikit produk hidrolisis pati yang dihasilkan oleh enzim pemecah pati.

Modifikasi pati sagu dengan perlakuan 3 siklus gelatinisasi dan retrogradasi mengakibatkan sifat birefringence pati sagu menjadi tidak terlihat sedangkan granula pati sagu menjadi pecah atau rusak akibat perlakuan 1 sampai 3 siklus gelatinisasi dan retrogradasi. Selain itu, perlakuan 1 sampai 3 siklus gelatinisasi dan retrogradasi mengakibatkan peningkatan beberapa karakteristik seperti kadar pati resisten, nilai sineresis, suhu awal gelatinisasi, dan viskositas balik relatif. Akan tetapi, perlakuan 1 sampai 3 siklus gelatinisasi dan retrogradasi mengakibatkan penurunan nilai daya cerna pati, kekuatan gel, dan pelepasan amilosa. Perlakuan 3 siklus gelatinisasi dan retrogradasi paling optimal meningkatkan kadar pati resisten pati sagu menjadi hampir 5 kali lipat. Dengan demikian, pati sagu termodifikasi 3 siklus gelatinisasi dan retrogradasi dapat dikaji lebih lanjut potensinya sebagai pangan fungsional berbasis bahan pangan lokal (Palguna et al., 2014).

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 3 dan 35% pati pregelatinized) selama 14-hari mengurangi pemakaian



energi dan kemampuan metabolisme, dan menurunkan energi asupan pada saat bersamaan (Zhang et al., 2015).

Resisten Starch (RS) ini 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 kontrol.

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

peptida seperti glukagon-1 (GLP-1) hormon. Oleh karena itu, incretin



semakin menarik perhatian untuk kemungkinan interpretasi efek RS dalam menurunkan kadar glukosa darah dan kandungan lemak (Zhang et al., 2015).

Sekresi GLP-1 dirangsang oleh Produk Fermentasi SCFA. Bagaimana mikrobiota usus berperan dalam metabolisme inang? Salah satu mekanisme yang mungkin adalah bahwa flora usus meningkatkan produk fermentasi, SCFA, terutama butirir, yang mengatur pelepasan GLP-1 melalui target pusat dan perifernya.

Penelitian yang dilakukan oleh Cani dkk menegaskan bahwa prebiotik dapat meningkatkan ekskresi hidrogen nafas normal (tanda fermentasi mikrobiota usus), serta meningkatkan konsentrasi GLP-1 plasma, sehingga mungkin ada beberapa hubungan antara peningkatan GLP-1 dan mikroflora usus oleh prebiotik. Dipastikan bahwa SCFA sebagai produk fermentasi RS dapat menunjukkan peningkatan yang signifikan pada hewan pengerat, babi dan manusia. Tolhurst dkk. menemukan SCFA merangsang pelepasan hormon usus GLP-1 secara in vitro dengan peningkatan ekspresi yang sesuai reseptor SCFA dalam sel L, dan sekresi GLP-1 yang dirangsang oleh SCFA berkurang pada tikus knock-out reseptor SCFA, yang membuktikan bahwa SCFA dapat meningkatkan sekresi GLP-1. Ditemukan bahwa butirir yang difermentasi dalam sekum penyerapan dari natrium butirir dalam makanan yang mendorong peningkatan tingkat PYY dan GLP-1 dan mengurangi lemak perut (Zhang et al., 2015).

Pati resisten (RS) adalah pati yang tidak sepenuhnya dicerna dan diserap di saluran pencernaan bagian atas dan lolos ke usus besar dimana merupakan substrat untuk fermentasi mikroba menjadi produk termasuk asam lemak rantai



pendek (SCFA: asetat, butirat, propionate). Asupan RS telah lama dikaitkan dengan banyak manfaat kesehatan termasuk penurunan glikemia postprandial dan insulinemia, peningkatan toleransi glukosa pada pria hiperinsulinemia, dan peningkatan sensitivitas insulin pada orang dewasa yang sehat. Asupan RS meningkatkan oksidasi lemak postprandial dan menurunkan oksidasi karbohidrat postprandial, meskipun makan berlebihan diperlukan untuk menyebabkan efek ini pada populasi hiperinsulinemia. Kami telah menunjukkan bahwa asupan RS secara signifikan meningkatkan oksidasi lemak postprandial dan 24 jam, secara bersamaan menurunkan oksidasi karbohidrat postprandial, tanpa perubahan TEE harian, pada orang dewasa yang sehat. Sebuah studi selanjutnya menunjukkan bahwa RS saja tidak meningkatkan oksidasi lemak postprandial sedangkan RS ditambah protein tinggi mereplikasi dan konsumsi RS pada oksidasi makronutrien dan respon metabolit postprandial terhadap makanan (Ehara H, Toyoda Y, 2003).

Peningkatan sintesis protein otot (MPS) dan penurunan pemecahan (MPB) setelah makan, yang menggantikan kehilangan protein otot selama puasa, sangat penting untuk pemeliharaan otot. Pendorong utama peningkatan MPS adalah diet asam amino esensial (EAA). Sebaliknya, insulin meningkatkan anabolisme protein otot, terutama melalui penekanan MPB, secara bersamaan meningkatkan pemindahan substrat ke otot (Barrett, Wang, Upchurch, & Liu, 2011) dan meningkatkan penyerapan dan penyimpanan glukosa dalam sel otot.

Dalam penuaan, otot rangka menjadi resisten terhadap efek anabolik dari EAA dan insulin—disebut 'resistensi anabolik'. Ini bermanifestasi sebagai penurunan kemampuan otot untuk menyerap EAA selama keadaan postprandial,



sedangkan efek anti-katabolik insulin dalam mengurangi MPB juga terganggu (seperti penghambatan pemecahan protein seluruh tubuh), seolah-olah menyebabkan hilangnya bersih protein otot dari waktu ke waktu. Selain itu, pengambilan dan penyimpanan glukosa dalam otot juga berkurang, sebagai akibat dari gangguan pensinyalan insulin. Selanjutnya, ada kehilangan fungsi vaskular dan aliran darah yang diinduksi nutrisi seiring bertambahnya usia, yang dapat berkontribusi lebih lanjut terhadap pengiriman substrat yang tidak teratur dan gangguan kontrol glikemik.

Respons hormonal utama terhadap nutrisi (selain insulin) adalah pelepasan hormon yang berasal dari usus. Secara khusus, hormon inkretin, peptida seperti glukagon (GLP-1), telah muncul sebagai pengatur utama metabolisme glukosa postprandial melalui reseptor yang diekspresikan di mana-mana. GLP-1 dilepaskan dari sel L neuroendokrin usus sebagai respons terhadap asupan nutrisi makro, membatasi hiperglikemia postprandial melalui peningkatan sekresi insulin sel β , menekan glukagon sel α dan menunda pengosongan lambung. Data sebelumnya juga menunjukkan bahwa GLP-1 merangsang pengambilan glukosa otot.

Yang terpenting, data terbaru menunjukkan peran baru GLP-1 dalam kaitannya dengan metabolisme protein otot dan massa otot. Misalnya, studi observasi jangka panjang dengan penghambat enzim pendegradasi GLP-1, menunjukkan peningkatan pelestarian massa otot pada usia yang lebih tua.

Bukti efek langsung GLP-1 pada metabolisme protein otot manusia masih



2.7. Pembentukan Massa Otot Melalui Siklus Glukosa Alanin

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 (Alexandrov et al., 2018).

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 alanine (Petersen et al., 2019).

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.



danya mekanisme yang terjadi dimana alanin disintesis de novo di otot 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 dan hiperpiruvisemia kronis yang terkait dengan cacat enzimatik bawaan. Pelepasan dan/atau akumulasi alanin yang ditingkatkan dapat dibuktikan. 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 ke 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 (Felig, 1973).

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 (Felig, 1973). Karena sebagian besar asam amino tidak

lasi dalam plasma selama periode puasa yang singkat, keluarannya dari s disertai dengan beberapa tempat ambilan ekstramuskular. Bahwa hati



memainkan peran 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 (Felig, 1973).

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.

2.8. Nasi (*Oryza Sativa*)

Beras atau nasi (*oryza sativa*) dikonsumsi oleh 2/3 penduduk dunia dan setidaknya separuhnya (termasuk banyak negara di Amerika Latin, Asia dan kepulauan Pasifik) merupakan sumber energi utama dalam makanan. Popularitas ini terutama karena nasi adalah makanan berbiaya rendah, persiapan yang mudah dan cepat, dan serba guna mencocokkan berbagai hidangan (Wani et al., 2012).

Karakteristik beras termasuk hipoalergenitas, proses pencernaan, penerimaan konsumen, rasa hambar, butiran kecil, warna putih, peningkatan pencairan dan pembekuan dan menjadi pasta, dan ketahanan asam yang ar. Butiran pati beras adalah yang terkecil yang diketahui ada pada biji-



bijian sereal, dengan ukuran yang dilaporkan berkisar antara 2 sampai 7 μm . Butiran ini memiliki permukaan yang halus tetapi bentuknya bersudut dan poligonal. Sifat pati bergantung pada sifat fisik dan kimiawi seperti ukuran granul rata-rata, distribusi ukuran granul, rasio amilosa/amilopektin, dan kandungan mineral. Kompleksitas biosintesis pati mengakibatkan terjadinya variabilitas alami pada molekul amilosa dan amilopektin, yang tercermin dari keanekaragaman morfologi granul (Wani et al., 2012).

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. 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 (Wani et al., 2012).

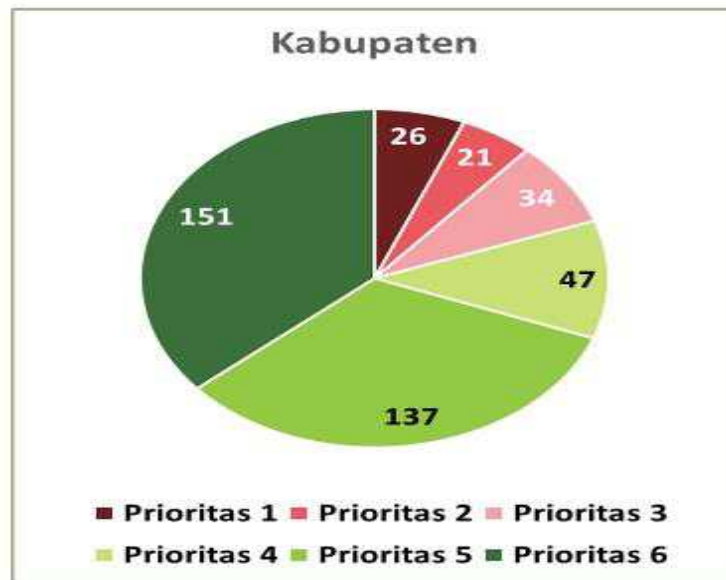
2.9. Kabupaten Mimika, Ketahanan Pangan, Dan Status Gizi

Indonesia sebagai salah satu negara dengan banyak pulau dan negara yang menghadapi isu besar ketahanan pangan. Secara geografis, Indonesia memiliki banyak tanah yang berbeda dan makanan pokok yang berbeda di setiap pulau. Indonesia juga memiliki berbagai suku yang berbeda dan masing-masing suku memiliki gaya hidup yang berbeda termasuk kebiasaan makan. Kondisi ini dapat

menyebabkan gangguan gizi seperti kekurangan gizi. Berdasarkan data Ketahanan Nasional Indonesia 2018, Provinsi Papua diklasifikasikan sebagai daerah



risiko tinggi krisis pangan (gambar 4) dan kabupaten Mimika sebagai salah satu kabupaten di provinsi Papua yang termasuk dalam kelompok indeks terendah untuk ketahanan pangan kabupaten/kota di Indonesia (BKPKP, 2018).



Gambar 5. Distribusi indeks ketahanan pangan untuk Kabupaten di Indonesia, 2018

Kabupaten di Indonesia dalam kelompok rentan pangan termasuk dalam prioritas 1,2, dan 3. Ada 81 kabupaten yang diklasifikasikan sebagai indeks ketahanan pangan yang rendah dan kabupaten Mimika adalah salah satunya. Mimika diklasifikasikan sebagai dataran rendah dan mengonsumsi sagu sebagai makanan pokok mereka. Tapi saat ini, banyak orang lokal yang mengonsumsi makanan selain sagu. Salah satu indeks indikator adalah rasio konsumsi per kapita lebih tinggi dibandingkan dengan rasio produksi bersih per kapita. Rasio ini akan bahwa kabupaten ini bergantung pada pasokan pangan dari daerah. Kondisi ini dapat menyebabkan masalah gizi seperti kekurangan gizi dan



stunting pada anak. Prevalensi stunting yang tinggi pada anak juga terjadi di daerah ini (RPJMD Mimika).

Indikator kesehatan Kabupaten Mimika 2009-2013 menunjukkan cakupan status gizi masyarakat dan ketersediaan sumber makanan yang aman dan sehat masih rendah. Target untuk meningkatkan status gizi di antara masyarakat tidak tercapai. Pengembangan kesehatan Kabupaten Mimika untuk 2014-2019 berfokus pada peningkatan kualitas hidup dan kesehatan masyarakat yang mandiri dalam menjaga kesehatan individu dan keluarga, juga untuk meningkatkan pelayanan kesehatan masyarakat khususnya masyarakat berpenghasilan rendah. Masalah gizi harus menjadi salah satu faktor bahwa pemerintah daerah harus berfokus untuk mencegah kasus gizi buruk (RPJMD Mimika).

