

**DISERTASI**

**Efek Pemberian Makanan Tambahan Berbasis Udang Rebon terhadap  
Kadar Serum Albumin, Serum Zink, IGF-1, dan Status Gizi Anak  
Malnutrisi Usia 24-60 Bulan**

Effect of Rebon Shrimp-Based Supplementary Feeding on Serum Albumin,  
Serum Zinc, IGF-1, and Nutritional Status of Malnourished Children Age  
24-60 Months



**SRI SULISTYAWATI  
C013191011**

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU KEDOKTERAN  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

## PRAKATA

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan anugerah-Nya, sehingga disertasi yang berjudul “Efek Pemberian Makanan Tambahan Berbasis Udang Rebon terhadap Kadar Serum Albumin, Serum Zink, IGF-1 dan Status Gizi Anak Malnutrisi Usia 24-60 Bulan” dapat diselesaikan dan diajukan ke dalam ujian disertasi.

Berbagai tantangan dalam penelitian hasil penelitian ini, namun dengan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga disertasi ini dapat diselesaikan, walaupun masih terdapat banyak kekurangan di dalamnya.

Melalui kesempatan ini pula peneliti menyampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.** selaku Rektor yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk mengikuti pendidikan di Universitas Hasanuddin.
2. **Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes., Sp.PD-KGH, Sp.GK.** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti melanjutkan studi program pascasarjana di Universitas Hasanuddin.
3. **Dr. dr. Irfan Idris, M.Kes.** selaku Ketua Program Studi S3 Ilmu Kedokteran Universitas Hasanuddin.

4. **Dr. Agussalim Bukhari, M. Clin. Med. Ph.D. Sp.GK. (K)., Dr. dr. Aidah Juliaty A Baso, Sp.A (K)., Sp.GK., dan Dr. Kadek Ayu Erika, S.Kep., Ns., M.Kes.** selaku tim pembimbing yang senantiasa memberikan masukan kepada peneliti.
5. Penguji Eksternal peneliti, **Dr. P.H Rian Adi Pamungkas, S.Kep. Ns., M.N.S.,** yang telah memberikan masukan bagi penelitian ini.
6. Dewan Penguji **Prof. Dr. dr. Suryani As'ad, M.Sc., Sp.GK (K)., Prof. dr. Rosdiana Natzir, Ph.D., Sp.Biok., Dr. dr. Martira Maddeppungeng, Sp.A (K)., dr. Aminuddin, M.Nut & Diet, Ph.D., dan Dr. dr. Burhanuddin Bahar, MS** yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan kepada peneliti.
7. Seluruh Dosen pengajar S3 Ilmu Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar yang telah memberikan bekal ilmu yang sangat bermanfaat bagi peneliti.
8. Staf dan pengelola S3 Ilmu Kedokteran Universitas hasanuddin, Bapak Akmal, Bapak Abdul Muin, dan Bapak Rahmat yang selalu membantu peneliti.
9. Kepada suami Dr. Muh. Ilham, Lc., M.Fil.I., kedua puteri Alice Shafiyah Ilham, Aliyah Al Khalilah Ilham, kedua orang tua Ir. Anton, S.Pd., MP., & Fatmah, SP., M.Si., beserta segenap keluarga dan sahabat peneliti yang banyak memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan hasil penelitian ini.

10. Tim Peneliti, Kak Ismi, Kak Ida, Kak Anti, Kak Nani, Pimpinan Puskesmas Ma'rang, Kepala Desa Pitue, Kepala Desa Pitusunggu, Kepala Desa Tamangappa, Lurah Talaka, Dinas Kesehatan Kabupaten Pangkep, dan Pemerintah Kabupaten Pangkep yang telah memberikan kesempatan dan memfasilitasi peneliti untuk melakukan penelitian ini.
11. Teman-teman S3 Ilmu Kedokteran angkatan 2019, terima kasih atas motivasi dan doanya, teman seperjuangan, bantuan dan saran yang diberikan kepada peneliti.

Tiada hentinya peneliti memanjatkan doa kepada Allah SWT. Semoga seluruh bantuan dan doa yang disampaikan untuk peneliti mendapat balasan pahala yang berlipat ganda dan semoga menjadi amal jariyah,

Hasil penelitian ini masih belum sempurna, sehingga secara pribadi peneliti terbuka untuk menerima saran dan masukan dari para pembimbing, dewan penguji, dan sejawat untuk dapat memberikan masukan demi perbaikan hasil penelitian yang akan dilaksanakan ini. Semoga niat untuk menyebarluaskan ilmu mendapat jalan yang dimudahkan sampai penyelesaian studi ini.

Makassar, 10 Mei 2022

Peneliti

**DISERTASI**

**EFEK PEMBERIAN MAKANAN TAMBAHAN BERBASIS UDANG REBON  
TERHADAP STAUTS GIZI, KADAR SERUM ALBUMIN, SERUM ZINK DAN  
IGF-1 PADA ANAK MALNUTRISI USIA 24-60**

**EFFECT OF REBON SHRIMP-BASED SUPPLEMENTARY FEEDING ON SERUM  
ALBUMIN, SERUM ZINC, IGF-1, AND NUTRITIONAL STATUS OF  
MALNOURISHED CHILDREN AGE 24-60 MONTH**

Disusun dan diajukan  
Oleh

**Sri Sulistyawati Anton**  
C013191011

*Telah dipertahankan di hadapan Penilai Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Studi Doktor Ilmu Kedokteran  
Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin  
pada tanggal, 27 Juli 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan*

Menyetujui  
Promotor,

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

Co. Promotor

**Dr. dr. Aidah Juliaty A. Baso, Sp.A(K)**  
Nip. 19700718 199803 2 001

Co. Promotor

**Dr. Kadek Ayu Erika, S.Kep.Ns, M.Kes**  
Nip. 19771020 200312 2 001

Ketua Program Studi S3  
Ilmu Kedokteran,

**Dr. dr. Irfan Idris, M.Kes**  
Nip.19671103 199802 1 001

Dekan Fakultas Kedokteran  
Universitas Hasanuddin,

**Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK**  
Nip.19680530 199603 2 001

## ABSTRAK

**SRI SULITYAWATI ANTON.** *Efek Pemberian Makanan Tambahan Berbasis Udang Rebon terhadap Kadar Serum Albumin, Serum Zink, IGF-1 dan Status Gizi Anak Malnutrisi Usia 24-60 Bulan* (dibimbing oleh Agussalim Bukhari, Aidah Juliaty A. Baso. Kadek Ayu Erika).

Penelitian ini bertujuan mengetahui efek pemberian makanan tambahan berbahan dasar udang rebon terhadap kadar serum albumin, zink, IGF-1 dan status gizi anak malnutrisi usia 24-60 bulan

Metode penelitian yang digunakan adalah quasi-eksperimen, melibatkan 88 anak malnutrisi, yang dibagi menjadi 2, kelompok intervensi (n=44) dan kontrol (n=44). Kelompok intervensi mendapat produk makanan tambahan berbahan dasar rebon selama 90 hari. Adapun kelompok kontrol diberi plasebo. Pengukuran antropometri dilakukan pada hari ke 0, 30, 60, dan 90, sedangkan kadar albumin, zink, dan igf-1 diukur dengan menggunakan serum darah yang diambil pada hari ke 0 dan hari ke 90.

Hasil penelitian dianalisis dengan uji repeated ANOVA, uji t berpasangan, uji wilcoxon, uji t tidak berpasangan, dan uji mann-whitney menunjukkan bahwa terdapat perbedaan statistik pada variabel berat badan ( $p=0.0001$ ), tinggi badan ( $p=0.0001$ ), status gizi berdasarkan TB/U ( $p=0.0001$ ), kadar albumin ( $p=0.0001$ ), zink ( $p=0.0001$ ), dan IGF-1 ( $p=0.0001$ ) pada kelompok intervensi. Terdapat perbedaan statistik pada variabel berat badan ( $p=0.0001$ ), tinggi badan ( $p=0.0001$ ), status gizi berdasarkan TB/U ( $p=0.0001$ ), dan kadar zink ( $p=0.0001$ ) pada kelompok kontrol. Namun peningkatan berat badan, tinggi badan, kadar serum albumin, zink, dan IGF-1 lebih besar pada kelompok intervensi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Disimpulkan bahwa makanan tambahan berbahan dasar udang rebon bermanfaat untuk meningkatkan indikator status gizi anak malnutrisi. Udang rebon dapat menjadi pangan lokal alternatif yang bergizi dan terjangkau bagi masyarakat, terutama bagi keluarga dengan anak malnutrisi. Makanan tambahan berbahan dasar udang rebon sangat relevan untuk meningkatkan intervensi gizi di Indonesia.

Kata kunci: Udang Rebon, Malnutrisi, Status Gizi, Albumin, Zink, IGF-1



## ABSTRACT

**SRI SULITYAWATI ANTON.** *Effect of Rebon Shrimp-Based Supplementary Feeding on Serum Albumin, Serum Zinc, IGF-1 and Nutritional Status of Malnourished Children Age 24-60 Months* (Supervised by **Agussalim Bukhari, Aidah Juliaty A Baso, and Kadek Ayu Erika**)

This study aims to determine the effect of rebon-shrimp based supplementary feeding on serum albumin, zinc, IGF-1 levels and nutritional status of malnourished children aging 24-60 months.

This study was a quasi-experimental design, involving 88 malnourished children, divided into 2 groups, intervention (n=44) and control (n=44). The intervention group received rebon-shrimp based supplementary food for 90 days, while the control group received a placebo. Anthropometry was assessed on day 0, 30, 60 and 90, while albumin, zinc, and IGF-1 levels were measured using blood serum taken on day 0 and 90.

The results are analyzed by repeated-ANOVA test, paired t-test, Wilcoxon test, independent t-test, and Mann-Whitney test. There are statistical differences in variables of weight ( $p=0.0001$ ), height ( $p=0.0001$ ), nutritional status based on height for age (HFA) ( $p=0.0001$ ), albumin ( $p=0.0001$ ), zinc ( $P=0.0001$ ), and IGF-1 ( $p=0.0001$ ) levels in the intervention group. There are statistical differences in the variables of weight ( $p=0.0001$ ), height ( $p=0.0001$ ), nutritional status based on height for age (HFA) ( $p=0.0001$ ), and zinc ( $p=0.0001$ ) levels in the control group. However, the increase in weight, height, serum albumin, zinc, and IGF-1 levels is higher in the intervention group compared to the control group. It is concluded that rebon based supplementary food is beneficial to improve the nutritional status indicators of malnourished children. Rebon-shrimp can be a nutritious and affordable alternative local food for the community, especially for families with malnourished children. Rebon-shrimp supplementary food is highly relevant to improve nutrition intervention in Indonesia.

**Keywords:** rebon-shrimp; malnutrition; nutritional status; albumin; zinc;IGF-1





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
FAKULTAS KEDOKTERAN

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU KEDOKTERAN**

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Makassar 90245 Telp. (0411)586010, (0411)586297  
EMAIL : s3kedokteranunhas@gmail.com

**PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sri Sulistyawati Anton  
NIM : C013191011  
Program Studi : Doktor Ilmu Kedokteran  
Jenjang : S3

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

Efek Pemberian Makanan Tambahan Berbasis Udang Rebon (Acetes Spp) Terhadap Status Gizi, Kadar Serum Albumin, Serum Zink Dan IGF-1 Pada Anak Malnutrisi Usia 24-60 Bulan.

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, bahwa Disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 22 Agustus 2022

Yang menyatakan,



Sri Sulistyawati Anton

## ABSTRAK

Sri Sulistyawati Anton. Efek Pemberian Makanan Tambahan Berbasis Udang Rebon terhadap Kadar Serum Albumin, Serum Zink, IGF-1 dan Status Gizi Anak Malnutrisi Usia 24-60 Bulan (Dibimbing oleh Agussalim Bukhari, Aidah Juliaty A Baso, Kadek Ayu Erika)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek pemberian makanan tambahan berbahan dasar udang rebon terhadap kadar serum albumin, zink, IGF-1 dan status gizi anak malnutrisi usia 24-60 bulan. Penelitian ini merupakan penelitian quasi-eksperimen, melibatkan 88 anak malnutrisi, yang dibagi menjadi 2, kelompok intervensi (n=44) dan kontrol (n=44). Kelompok intervensi mendapat produk makanan tambahan berbahan dasar rebon selama 90 hari, sedangkan kelompok kontrol diberi plasebo. Pengukuran antropometri dilakukan pada hari ke 0, 30, 60, dan 90, sedangkan kadar albumin, zink, dan igf-1 diukur dengan menggunakan serum darah yang diambil pada hari ke 0 dan hari ke 90. Hasil penelitian dianalisis dengan uji repeated ANOVA, *uji t berpasangan*, *uji wilcoxon*, *uji t tidak berpasangan*, dan *uji mann-whitney*. Terdapat perbedaan statistik pada variabel berat badan ( $p=0.0001$ ), tinggi badan ( $p=0.0001$ ), status gizi berdasarkan TB/U ( $p=0.001$ ), kadar albumin ( $p=0.0001$ ), zink ( $p=0.0001$ ), dan IGF-1 ( $p=0.0001$ ) pada kelompok intervensi. Terdapat perbedaan statistik pada variabel berat badan ( $p=0.0001$ ), tinggi badan ( $p=0.0001$ ), status gizi berdasarkan TB/U ( $p=0.0001$ ), dan kadar zink ( $p=0.0001$ ) pada kelompok kontrol. Namun peningkatan berat badan, tinggi badan, kadar serum albumin, zink, dan IGF-1 lebih besar pada kelompok intervensi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Disimpulkan bahwa makanan tambahan berbahan dasar udang rebon bermanfaat untuk meningkatkan indikator status gizi anak malnutrisi. Udang rebon dapat menjadi pangan lokal alternatif yang bergizi dan terjangkau bagi masyarakat, terutama bagi keluarga dengan anak malnutrisi.

**Keywords:** udang rebon; malnutrisi; status gizi; albumin, zink, IGF-1

## ABSTRACT

Sri Sulistyawati Anton. Effect of Rebon Shrimp-Based Supplementary Feeding on Serum Albumin, Serum Zinc, IGF-1 and Nutritional Status of Malnourished Children Age 24-60 Months (Supervised by Agussalim Bukhari, Aidah Juliaty A Baso, Kadek Ayu Erika)

This study aimed to determine the effect of rebon shrimp-based supplementary feeding on serum albumin, zinc, IGF-1 levels, and nutritional status of malnourished children aged 24-60 months. This study was a quasi-experimental design, involving 88 malnourished children, divided into 2 groups, intervention (n=44) and control (n=44). The intervention group received rebon shrimp-based supplementary food for 90 days, while the control group received a placebo. Anthropometry was assessed on day 0, 30, 60, and 90, while albumin, zinc, and IgF-1 levels were measured using blood serum taken on day 0 and 90. The results were analyzed by repeated-ANOVA test, paired t-test, Wilcoxon test, independent t-test, and Mann-Whitney test. There were statistical differences in the body weight ( $p=0.0001$ ), height ( $p=0.0001$ ), nutritional status based on height for age (HFA) ( $p=0.0001$ ), albumin ( $p=0.0001$ ), zinc ( $p=0.0001$ ), and IGF-1 ( $p=0.0001$ ) levels in the intervention group. There were statistical differences in the body weight ( $p=0.0001$ ), height ( $p=0.0001$ ), nutritional status based on height for age (HFA) ( $p=0.0001$ ), and zinc ( $p=0.0001$ ) levels in the control group. However, the increase in weight, height, serum albumin, zinc, and IGF-1 levels was higher in the intervention group compared to the control group. It concluded that rebon-based supplementary food was beneficial for improving the nutritional status indicators of malnourished children. Rebon-shrimp can be a nutritious and affordable alternative local food for the community, especially for families with malnourished children.

**Keywords:** rebon-shrimp; malnutrition; nutritional status; albumin; zinc; IGF-1

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Prakata .....	ii
Abstrak .....	v
Abstract .....	vi
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Istilah.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	17
C. Tujuan Penelitian.....	18
D. Manfaat Penelitian.....	19
E. Novelty Penelitian.....	19
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>20</b>
A. Karakteristik Udang Rebon.....	20
B. Kandungan Gizi Udang Rebon .....	21
C. Pemberian Makanan Tambahan .....	22
D. Status Gizi Balita .....	30
E. Serum Albumin .....	46
F. Serum Zink .....	52
G. Insulin Like Growth Factor-1 .....	56

H. Kerangka Teori .....	63
I. Kerangka Konsep .....	64
J. Hipotesis Penelitian .....	65
BAB III METODE PENELITIAN.....	66
A. Rancangan Penelitian .....	66
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	67
C. Populasi dan Sampel Penelitian .....	67
D. Teknik Pengumpulan Data .....	68
E. Defenisi Operasional .....	78
F. Instrumen Penelitian.....	80
G. Analisis Data.....	81
H. Etika Penelitian.....	83
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	84
A. Hasil Penelitian.....	84
B. Pembahasan .....	124
C. Keterbatasan Penelitian.....	151
BAB V PENUTUP .....	152
A. Kesimpulan.....	152
B. Saran.....	153
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan Gizi Udang Rebon Segar .....	23
Tabel 2. Kandungan Gizi Udang Rebon Kering.....	23
Tabel 3. Pola Pemberian Makanan Bayi dan Anak Balita.....	28
Tabel 4. Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Bagi Anak.....	29
Tabel 5. Kategori dan Ambang Batas Status Gizi Anak berdasarkan Indeks.....	43
Tabel 6. Karakteristik Serum Protein Viseral .....	49
Tabel 7. Kandungan Zink Pada Beberapa Jenis Makanan.....	53
Tabel 8. Hasil Analisis Proximat Produk Rebon .....	85
Tabel 9. Hasil Analisis Mineral dan Vitamin Produk Rebon .....	86
Tabel 10. Hasil Analisis Karbohidrat dan Kalori Produk Rebon .....	86
Tabel 11. Karakteristik Responden berdasarkan Jenis Kelamin, Usia, Pengasuhan Anak, Riwayat Alergi Anak, Riwayat Imunisasi, dan Riwayat ASI Eksklusif .....	87
Tabel 12. Karakteristik Responden berdasarkan BB Lahir, PB Lahir, Riwayat Pemberian MP-ASI, Kebiasaan Makan Harian Anak, dan Kebiasaan Konsumsi Cemilan Anak.....	88
Tabel 13. Gambaran Asupan Nutrisi Harian Anak.....	89
Tabel 14. Karakteristik Responden berdasarkan Pekerjaan, Penghasilan, dan Pendidikan Terakhir Ibu .....	90
Tabel 15. Karakteristik Responden berdasarkan Pekerjaan, Penghasilan, dan Pendidikan Terakhir Bapak .....	91
Tabel 16. Status Gizi Anak Berdasarkan BB/TB .....	92
Tabel 17. Status Gizi Anak Berdasarkan BB/U.....	93
Tabel 18. Status Gizi Anak Berdasarkan TB/U.....	95
Tabel 19. Kadar Albumin Serum Anak Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol.....	97

Tabel 20. Kadar Zink Serum Anak Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol.....	99
Tabel 21. Kadar IGF-1 Serum Anak Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol.....	100
Tabel 22. Perbandingan Berat Badan (Kg) Pada Bulan-0 Hingga Bulan ke-3.....	102
Tabel 23. Perbandingan Tinggi Badan (Cm) Pada Bulan-0 Hingga Bulan ke-3.....	105
Tabel 24. Perbandingan Status Gizi berdasarkan BB/TB (z-score) Pada Bulan-0 Hingga Bulan ke-3 .....	107
Tabel 25. Perbandingan Status Gizi berdasarkan BB/U (z-score) Pada Bulan-0 Hingga Bulan ke-3 .....	109
Tabel 26. Perbandingan Status Gizi berdasarkan TB/U (z-score) Pada Bulan-0 Hingga Bulan ke-3 .....	112
Tabel 27. Perbandingan Indikator Kadar Albumin (gr/dL) Pada <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> .....	114
Tabel 28. Perbandingan Indikator Kadar Zink ( $\mu\text{g/dL}$ ) Pada <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> .....	116
Tabel 29. Perbandingan Indikator Kadar IGF-1 (ng/mL) Pada <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> .....	119
Tabel 30. Perbandingan Indikator Kadar Albumin (gr/dL) Serum Pada <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Terhadap Kedua Kelompok.....	121
Tabel 31. Perbandingan Indikator Kadar Zink ( $\mu\text{g/dL}$ ) Serum Pada <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Terhadap Kedua Kelompok.....	122
Tabel 32. Perbandingan Indikator Kadar IGF-1 (ng/mL) Serum Pada <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Terhadap Kedua Kelompok.....	123

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Klasifikasi Udang Rebon .....	21
Gambar 2. Morfologi bagian luar udang rebon.....	22
Gambar 3. Kaitan Asupan Gizi dengan Status Gizi.....	31
Gambar 4. Perkembangan Terjadinya Kondisi Kurang Gizi.....	32
Gambar 5. Faktor Penyebab Gizi Kurang .....	34
Gambar 6. Sintesis dan sekresi serum albumin serum .....	51
Gambar 7. Pencernaan, penyerapan, penggunaan enterosit, dan transportasi zink .....	56
Gambar 8. Pengaruh Gizi Kurang Terhadap Sekresi GH .....	60
Gambar 9. Gizi dan pensinyalan hormon pertumbuhan Intraseluler .....	61
Gambar 10. Produk Olahan PMT Udang Rebon.....	84
Gambar 11. Perbandingan Status Gizi Anak berdasarkan BB/TB Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	93
Gambar 12. Perbandingan Status Gizi Anak berdasarkan BB/U Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	95
Gambar 13. Kategori Status Gizi Anak berdasarkan TB/U Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	97
Gambar 14. Kategori Kadar Albumin Serum Anak Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	99
Gambar 15. Kategori Kadar Zink Serum Anak Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	100
Gambar 16. Kategori Kadar IGF-1 Serum Anak Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	101
Gambar 17. Perubahan Rerata BB (Kg) Anak Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	104

Gambar 18. Selisih Rerata BB (Kg) Anak Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	104
Gambar 19. Perubahan Rerata TB (Cm) Anak Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	106
Gambar 20. Selisih Rerata TB (Cm) Anak Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	107
Gambar 21. Perubahan Rerata Status Gizi Anak Berdasarkan BB/TB (z-score) Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol.....	109
Gambar 22. Perubahan Rerata Status Gizi Anak Berdasarkan BB/U (z-score) Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	111
Gambar 23. Perubahan Rerata Status Gizi Anak Berdasarkan TB/U (z-score) Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok..... Kontrol .....	113
Gambar 24. Perubahan Rerata Kadar Albumin (gr/dL) Serum Anak pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol.....	115
Gambar 25. Selisih Rerata Kadar Albumin (gr/dL) Serum Anak pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	116
Gambar 26. Perubahan Rerata Kadar Zink ( $\mu\text{g/dL}$ ) Serum Anak pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	118
Gambar 27. Selisih Rerata Kadar Zink ( $\mu\text{g/dL}$ ) Serum Anak pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol .....	118
Gambar 28. Perubahan Rerata Kadar IGF-1 (ng/mL) Serum Anak pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol.....	120
Gambar 29. Selisih Rerata Kadar IGF-1 (ng/mL) Serum Anak pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol.....	121

## DAFTAR ISTILAH

PMT	: Produk makanan tambahan
BB	: Berat badan
TB	: Tinggi badan
PB	: Panjang badan
TBU	: Tinggi badan per umur
PBU	: Panjang badan per umur
BB/U	: Berat badan per umur
IMT	: Indeks massa tubuh
IGF-1	: <i>Insulin like growth factor 1</i>
GH	: <i>Growth hormone</i>
GHRH	: <i>Growth hormone- releasing hormone</i>
IGFBPs	: <i>Insulin-like growth factor-binding protein</i>
ALS	: <i>Acid labile subunit</i>
STAT5	: <i>Signal transducer and activator of transcription 5</i>
JAK	: <i>Janus kinase 2</i>
NPY	: <i>Neuropeptida Y</i>
FGF21	: <i>Fibroblast growth factor 21</i>
SOCS2	: <i>Suppressor of Cytokine Signaling 2</i>
IL-6	: <i>Interleukin 6</i>
TNF- $\alpha$	: <i>Tumor necrosis factor alpha</i>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Malnutrisi merupakan salah satu masalah kesehatan global yang sangat mengkhawatirkan. Setidaknya, hampir setengah dari semua kejadian mortalitas pada anak di bawah 5 tahun disebabkan oleh keadaan malnutrisi. Keadaan ini menempatkan anak-anak beresiko meninggal akibat terjangkit penyakit infeksi umum, dimana keadaan malnutrisi pada anak ini akan meningkatkan frekuensi dan tingkat keparahan infeksi, serta menghambat proses pemulihan (WHO, 2019). Interaksi antara malnutrisi dan infeksi dapat menjadi siklus mematikan yang berpotensi memperburuk penyakit dan status gizi. Asupan nutrisi yang buruk dalam 1.000 hari pertama kehidupan seorang anak akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan, gangguan kemampuan kognitif, serta menurunkan prestasi di sekolah dan pekerjaan pada masa mendatang (Who and Bank, 2019).

Beberapa kondisi malnutrisi yang paling banyak berdampak pada anak di bawah usia 5 tahun adalah stunting, wasting, dan underweight. Stunting pada masa kanak-kanak merupakan salah satu keadaan yang secara signifikan mempengaruhi perkembangan seseorang di masa

mendatang. Stunting terjadi pada sekitar 162 juta anak di bawah 5 tahun di seluruh dunia (Antonio and Weise, 2012).

Kondisi stunting merupakan status gizi anak yang dinilai berdasarkan indeks Panjang Badan menurut Umur (PB/U) atau Tinggi Badan menurut Umur (TB/U). Anak stunting adalah anak dengan status gizi yang berdasarkan panjang atau tinggi badan menurut umurnya memiliki nilai z-score kurang dari  $-2SD$  dikategorikan sebagai anak pendek, dan jika nilai z-scorenya kurang dari  $-3SD$  dikategorikan sangat pendek (Kemenkes RI, 2020)

Stunting merupakan salah satu masalah kesehatan global yang menjadi poin yang sangat penting untuk segera diatasi. Data pada tahun 2018 menunjukkan bahwa kejadian stunting diperkirakan terjadi pada sekitar 21.9% atau sekitar 149 juta anak dibawah yang berusia di bawah 5 tahun (Who and Bank, 2019).

Menurut data WHO pada tahun 2018, Benua Asia dan Afrika menyumbang angka terbesar kejadian malnutrisi. Kejadian stunting pada anak usia di bawah 5 tahun di Asia mencapai 55%, sedangkan di Afrika mencapai angka 39% (Who and Bank, 2019). Data WHO pada tahun 2000 hingga 2018 menunjukkan trend peningkatan stunting terjadi di Afrika, yaitu 50.3 juta anak pada tahun 2008 meningkat ke angka 58.8 juta anak pada tahun 2018, sementara stunting yang terjadi di Asia mengalami penurunan dari 134.7 juta anak pada tahun 2008 menjadi

81.7 juta anak di tahun 2018. Namun demikian kondisi stunting yang terbesar masih berada di Asia, tepatnya di kawasan Asia Selatan yaitu sekitar 57,9%, diikuti oleh Asia Tenggara yaitu sekitar 14.4%, data ini menunjukkan bahwa 2 dari 5 anak stunting berada di Kawasan Asia Selatan (Who and Bank, 2019).

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dengan prevalensi stunting yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan negara berkembang lainnya (TNP2K, 2017). Indonesia termasuk dalam lima besar negara dengan kejadian stunting pada anak di bawah usia 5 tahun (Titaley *et al.*, 2019). Indonesia termasuk negara dengan prevalensi stunting tertinggi ketiga di South-East Asian Region setelah Timor Leste dan India. Meskipun persentase stunting di Indonesia turun dari 37,8% di tahun 2013 menjadi 27,67% di tahun 2019, namun angka ini masih tergolong tinggi (Teja, 2019)

Data pada tahun 2018 menunjukkan kejadian stunting pada anak usia di bawah 5 tahun di Indonesia berada pada angka 30.8%, dimana 11.5% tergolong dalam balita sangat pendek (TB/U <-3SD), sementara 19.3% tergolong dalam balita pendek (TB/U -3SD s/d <-2SD). Provinsi Sulawesi Selatan menempati urutan ke 4 prevalensi stunting anak usia di bawah 5 tahun terbesar di Indonesia. Prevalensi tertinggi berada di Provinsi Nusa Tenggara Timur yaitu 42.6%, sedangkan prevalensi terendah di Provinsi DKI Jakarta yaitu 17.7%. Data selanjutnya

menunjukkan prevalensi kejadian stunting pada bayi usia dua tahun di Indonesia mencapai 29.9%, dimana 17.1% tergolong dalam kategori pendek, dan 12.8% tergolong sangat pendek. Prevalensi stunting bayi dua tahun di Sulawesi Selatan menempati urutan ke 6 di Indonesia. Prevalensi tertinggi berada di Provinsi Aceh yaitu 18.9% tergolong baduta pendek dan 19% tergolong baduta sangat pendek (Riskesdas, 2018).\

WHO mendeskripsikan stunting sebagai kegagalan dalam pencapaian pertumbuhan linier yang disebabkan oleh kondisi kesehatan yang tidak optimal atau gizi yang kurang. Stunting dapat disebabkan oleh tidak adekuatnya konsumsi makanan bergizi yang mengandung protein, kalori, dan vitamin, terutama vitamin D. Sementara itu, penelitian di Nepal menunjukkan bahwa bayi dengan berat badan lahir rendah mempunyai risiko yang lebih tinggi untuk menjadi stunting (Paudel R, Upadhyaya T, 2012). Penelitian oleh Al-Ansori (2013) menemukan bahwa faktor risiko kejadian stunting pada anak usia 12–24 bulan adalah status ekonomi keluarga, riwayat ISPA, dan kurangnya asupan protein. Faktor lingkungan memberi pengaruh terhadap kejadian stunting hingga 90% dan pengaruh faktor keturunan sebesar 10%. Riset WHO menyatakan bahwa peran lingkungan seperti kesadaran masyarakat untuk memberikan asupan gizi yang adekuat pada 1000 hari pertama kehidupan bayi akan sangat mempengaruhi seorang anak untuk bisa tumbuh tinggi (Widanti, 2017).

Risikesdas (2013) menyatakan bahwa kejadian stunting pada balita dipengaruhi oleh pendapatan dan pendidikan orang tua yang rendah (Ni'mah K, 2015).

Masa lima tahun pertama kehidupan anak, merupakan masa golden age yang sangat penting, terutama untuk pertumbuhan fisik. Pada masa ini, 90% sel-sel otak anak tumbuh dan berkembang. Apabila masa ini terabaikan, khususnya dari segi gizi dan kesehatan akan menimbulkan masalah kesehatan yang serius bagi balita tersebut, baik pada masa ini maupun di masa depannya. Salah satu indikator kesehatan adalah status gizi balita. Status gizi adalah suatu ukuran mengenai kondisi tubuh seseorang yang dapat dilihat dari makanan yang dikonsumsi dan penggunaan zat-zat gizi di dalam tubuh. Penilaian status gizi dapat diukur secara langsung dan tidak langsung. Penilaian secara langsung meliputi antropometri (BB/U, TB/U, dan BB/TB), biokimia (albumin, hemoglobin, immunoglobulin A), biofisik, dan klinis. Sedangkan penilaian secara tidak langsung meliputi survei makanan, statistik vital, dan faktor ekologi (Denas Symond, Fadil Oenzil, Eriyati Darwin, 2016).

Di abad ke-21, anak yang mengalami malnutrisi memiliki tiga untaian kunci. Yang pertama adalah momok kekurangan gizi yang terus berlanjut. Untai kedua adalah hidden hunger atau kelaparan tersembunyi yaitu kondisi kekurangan vitamin dan mineral seperti vitamin A dan B, serta besi dan zink yang tak terlihat, dan terlalu sering diabaikan, rasa

lapar yang tersembunyi merampas kesehatan dan vitalitas anak-anak dan bahkan hidup mereka. Untai ketiga adalah kelebihan berat badan dan, dalam bentuk yang lebih parah, kegemukan, kondisi ini memicu peningkatan penyakit tidak menular (PTM) di kemudian hari, seperti penyakit jantung yang merupakan penyebab utama kematian di seluruh dunia (UNICEF, 2019)

Malnutrisi juga dapat diketahui dari parameter biokimia. Albumin merupakan salah satu penanda status malnutrisi pada keadaan klinis pasien yang stabil. Penelitian Laky et al menunjukkan bahwa risiko serum albumin yang rendah dikaitkan dengan risiko malnutrisi dan pasien kanker ginekologi (Dwi Larasati, Natalia Probandari and Poncorini Pamungkasari, 2017).

Beberapa penelitian menyatakan bahwa serum albumin merupakan prognostik faktor yang penting untuk pasien gizi buruk terutama yang dirawat di rumah sakit. Banyak pasien gizi buruk yang dirawat inap mempunyai kadar albumin yang rendah sehingga dapat memperburuk prognosis penyakitnya. Dipertimbangkan untuk pemberian nutrisi yang adekuat, untuk mendukung kecukupan kadar albumin dalam tubuhnya. Serum albumin merupakan indeks nutrisi yang banyak dipakai sebagai pemeriksaan pada populasi karena mudah diukur dan berhubungan dengan risiko mortalitas pada berbagai penyakit. Kadar albumin yang rendah berhubungan dengan risiko peningkatan morbiditas dan

mortalitas pasien yang dirawat. Anak gizi buruk pada umumnya terjadi penurunan sintesis dan pemecahan protein total tubuh. Hal tersebut disebabkan proses adaptasi terhadap keadaan energi yang kurang pada anak gizi buruk (Widjaja, Hidayati and Irawan, 2013).

Pertahanan sistem alamiah tubuh terdiri dari protein yang dapat dipecah dan berikatan dengan produk bakteri. Sirkulasi protein tersebut penting untuk mengenali produk bakteri oleh leukosit yang berfungsi untuk fagositosis dan membunuh bakteri. Anak gizi buruk mempunyai rerata penurunan sintesis protein total dan peningkatan pemecahan yang menyebabkan penurunan kadar albumin dalam tubuh. Penurunan kadar albumin dalam tubuh berhubungan dengan peningkatan risiko infeksi (Widjaja, Hidayati and Irawan, 2013).

Menurut Trisa pada penelitiannya di tahun 2004 mengatakan bahwa, albumin serum merupakan 50% total serum protein untuk keseimbangan cairan dan elektrolit, transpor nutrien, hormon dan obat-obatan. Albumin berguna sebagai indikator kekurangan protein yang berat. Karena dalam tubuh kita banyak albumin. Kerusakannya berlangsung lambat dan perubahan konsentrasinya juga lambat. Kondisi yang dapat mengakibatkan kekurangan albumin seperti penyakit hati, kerusakan ginjal lanjut, infeksi, kanker, gangguan absorpsi. Tingkat serum albumin hanya digunakan sebagai suatu indikator beberapa

protein tertentu. Perubahan pada kadar albumin akan memengaruhi nilai protein total (Rauza and Andina, 2017).

Menurut Prentice dan Bates protein menyediakan asam amino yang digunakan untuk membangun matriks tulang serta memengaruhi pertumbuhan tulang karena protein memiliki fungsi untuk memodifikasi sekresi maupun aksi osteotropic hormone IGF1. Oleh sebab itu, protein dapat memodulasi potensi genetik dari pencapaian peak bone mass (Prentice A, 1993). Menurut Fanzo, makanan sumber protein hewani memiliki asam amino esensial yang lengkap dalam memenuhi kebutuhan protein yang dibutuhkan oleh tubuh. Apabila asam amino dalam tubuh yang diperoleh dari konsumsi makanan tidak lengkap maka dapat mengakibatkan gangguan pertumbuhan (Ernawati, Prihatini and Yuriestia, 2017).

Energi dalam tubuh manusia diperoleh dari pembakaran karbohidrat, protein, dan lemak. Agar kebutuhan energi dalam tubuh tercukupi maka diperlukan konsumsi gizi yang adekuat. Kebutuhan energi pada balita harus seimbang dengan konsumsi energi yang masuk ke dalam tubuh. Apabila energi yang didapatkan melalui makanan lebih sedikit dari energi yang dikeluarkan, maka akan terjadi pergeseran ke arah keseimbangan energi yang negatif. Apabila terjadi pada bayi dan anak-anak maka akan mengakibatkan terhambatnya proses pertumbuhan (Almatsier, 2009). Keseimbangan energi negatif dapat

mengakibatkan insulin plasma berkurang dan menurunkan sintesis Insulin Growth Factor (IGF-1) yang berperan dalam pertumbuhan linier (Anas and Domili, 2018).

Status gizi berdasarkan antropometri lebih dikaitkan dengan asupan zat gizi makro (karbohidrat, protein dan lemak). Padahal peranan zat gizi makro tidak akan optimal tanpa kehadiran zat gizi mikro (vitamin dan mineral spesifik). Mineral yang termasuk zat gizi mikro antara lain adalah besi, zink, tembaga, selenium, chromium, iodium, fluorine, mangan, molybdenium, nikel, silikon, vanadium, arsenik dan cobalt. Kurangnya asupan mineral spesifik ini, salah satunya zink dapat mengganggu pertumbuhan (Herman, 2009; Yuniar Rosmalina, 2010).

Zink merupakan mikronutrisi yang penting untuk sintesa protein, diferensiasi sel dan pertumbuhan. Zink juga merupakan agen anti inflamasi dan antioksidan pada tubuh manusia. Zink merupakan zat mikronutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit akan tetapi mutlak harus ada di dalam tubuh, karena zink tidak bisa digantikan oleh zat gizi lain. Kecukupan zink ini sangat berguna untuk individu terutama pada anak yang mana pada anak tersebut terjadi pertumbuhan dan perkembangan (Muhammad, Nurhajjah and Revilla, 2018).

Defisiensi zinc merupakan kondisi yang sering terjadi di negara berkembang. Secara global, prevalensi defisiensi zinc 31% dengan kisaran 4% hingga 73%. Prevalensi tertinggi didapatkan di Asia Tenggara

dan Selatan (34%-73%). Berbagai masalah dapat timbul akibat defisiensi zinc. Sebuah telaah menunjukkan defisiensi zinc meningkatkan kejadian diare dan pneumonia. Penelitian Walker menunjukkan defisiensi zinc menyebabkan 4,4% kematian pada anak di bawah 5 tahun dengan 14,4% di antaranya diakibatkan oleh diare (Marlia, Dwipoerwantoro and Advani, 2016).

Prevalensi defisiensi zink pada penduduk dunia tahun 2016 sebesar 17%. Defisiensi zink di Indonesia merupakan masalah gizi mikro yang belum sepenuhnya teratasi, hal ini ditunjukkan dengan angka kejadian defisiensi zink yang masih tinggi. Balita di Indonesia mengalami defisiensi zink sebesar 32% pada tahun 2006 (Muhammad, Nurhajah and Revilla, 2018).

Kejadian diare pada balita sangat erat hubungannya dengan asupan zat gizi mikro. Zat gizi mikro yang berperan sebagai pertahanan tubuh balita yaitu vitamin dan mineral. Zat gizi mikro seperti vitamin A, Zinc, dan Polyunsaturated Fatty Acid (PUFA) berguna sebagai sistem pertahanan tubuh di saluran pencernaan khususnya pada balita (Nur Setia Restuti and Annisa Fitri, 2019).

Berbagai faktor risiko ditengarai berkontribusi pada keadaan defisiensi zinc, di antaranya adalah asupan kandungan zinc yang rendah, kebutuhan meningkat, maupun ekskresi berlebihan, misalnya pada diare. Diare akan menyebabkan peningkatan ekskresi zinc dalam tinja, balans

zinc yang negative, dan menurunkan konsentrasi zinc dalam jaringan. Penelitian di Delhi, India, didapatkan prevalensi defisiensi zinc 73,3% pada anak usia prasekolah dengan diare akut. Penelitian pada diare persisten di Afrika didapatkan prevalensi defisiensi zinc mencapai 47,9%. Pada diare, zinc berperan dalam inhibisi second messenger induced Cl secretion (cAMP, cGMP, ion kalsium) meningkatkan absorpsi natrium, memperbaiki permeabilitas intestinal, dan fungsi enzim pada enterosit, meningkatkan regenerasi epitel usus dan respons imun lokal dengan membatasi bacterial overgrowth, dan meningkatkan klirens pathogen(Marlia, Dwipoerwantoro and Advani, 2016).

Penelitian tentang pengaruh zink terhadap pertumbuhan pertama kali dilakukan oleh Prasad (2013). Pemberian suplemen zink pada penelitian tersebut memperlihatkan terjadi peningkatan tinggi badan pada anak 12,7-15,2 cm dalam 1 tahun (Prasad, 2013). Penelitian lain menunjukkan terjadi perbaikan pertumbuhan dan perkembangan pada anak dwarfism, hypogonadism, hypogammaglobulinemia, giardiasis, strongyloidosis, schistosomiasis. Penelitian tentang pengaruh zink di Indonesia yang dilakukan menunjukkan pada kelompok pemberian zink saja untuk nilai Z-skor menurun sampai batas yang lebih tinggi daripada plasebo(Fahmida *et al.*, 2007).

Peran zink dalam pertumbuhan erat kaitannya dengan peningkatan konsentrasi plasma Insulin-like Growth Factor I (IGF I). Insulin-like

Growth Factor I merupakan mediator hormon pertumbuhan yang berperan sebagai suatu growth promoting factor dalam proses pertumbuhan. Penurunan konsentrasi IGF-I disebabkan bukan hanya karena kekurangan energi protein tetapi juga defisiensi zink(Dewi Pertiwi Dyah Kusudaryati, 2014).

Manifestasi klinis lain yang dapat muncul pada kekurangan asupan zink adalah penurunan nafsu makan, kemampuan penyembuhan luka yang buruk, gangguan kulit, alopesia, gangguan neuropsikiatri dan penurunan sistem imunitas tubuh. Bahkan, jika tidak dapat dikenali dan ditatalaksana pada anak bisa menyebabkan kegagalan pematangan organ reproduksi hingga kematian. Kekurangan zink ini erat kaitannya dengan asupan yang kurang dan gangguan penyerapan (Widhyari, 2012; Prasad, 2013; Liberato, Singh and Mulholland, 2015).

Insulin-like growth factor-I adalah hormon yang memperantarai efek hormon pertumbuhan (growth hormone/ GH) dan berperan penting dalam regulasi pertumbuhan somatik dan perkembangan organ. Kadar IGF-1 menggambarkan rata-rata kadar GH harian. Tidak seperti GH, kadar IGF-1 tidak berfluktuasi sepanjang hari (Myrelid, 2012). Hormon GH dan IGF-1 sering dihubungkan dengan kondisi gangguan pertumbuhan dan perkembangan karena keterlambatan pertumbuhan terjadi pada saat hormon tersebut berperan penting dalam pertumbuhan (Mikhail WZA, Sabhy HM, El-sayed HH, Khairy SA, 2013).

Asupan energi dan zat gizi yang tidak memadai, serta penyakit infeksi merupakan faktor yang sangat berperan terhadap masalah stunting. Kuantitas dan kualitas dari asupan protein memiliki efek terhadap level plasma insulin growth factor I (IGF-I) dan juga terhadap protein matriks tulang serta faktor pertumbuhan yang berperan penting dalam formasi tulang (Mikhail WZA, Sabhy HM, El-sayed HH, Khairy SA, 2013). Selain itu, di dalam Lancet Series dijelaskan mengenai beberapa zat gizi mikro yang sangat penting untuk mencegah terjadinya stunting yaitu vitamin A, zinc, zat besi dan iodin (Sougandis, 2012).

Asupan protein menyediakan asam amino yang diperlukan tubuh untuk membangun matriks tulang dan mempengaruhi pertumbuhan tulang karena protein berfungsi untuk memodifikasi sekresi dan aksi osteotropic hormone IGF-I, sehingga, asupan protein dapat memodulasi potensi genetik dari pencapaian peak bone mass. Asupan protein rendah terbukti merusak akuisisi mineral massa tulang dengan merusak produksi dan efek IGF-I. IGF-I mempengaruhi pertumbuhan tulang dengan merangsang proliferasi dan diferensiasi kondrosit di lempeng epifisis pertumbuhan dan langsung mempengaruhi osteoblas. Selain itu, IGF-I meningkatkan konversi ginjal dari 25 hidroksivitamin D3 menjadi aktif hormon 1,25 dihidroksivitamin D3 dan dengan demikian memberikan kontribusi untuk peningkatan penyerapan kalsium dan fosfor di usus (Prentice A, 1993; World Bank, 2015).

Asupan gizi balita dapat diperoleh dari menu makanan keluarga dan pemberian makanan tambahan (PMT). Pemberian Makanan Tambahan (PMT) ditujukan untuk membantu memenuhi kebutuhan balita yang mengalami malnutrisi. Udang rebon sebagai pangan lokal daerah pesisir memiliki potensi kandungan gizi yang baik terutama kandungan protein dan kalsium yang tinggi. Protein udang rebon kering per 100g mencapai 66,4g atau setara dengan 2-3 kali protein daging sapi dan 3-4 kali protein telur, serta mengandung kalsium 41 mg atau setara dengan 10 kali kalsium daging sapi (PERSAGI, 2009). Udang rebon di daerah pesisir keberadaanya cukup melimpah dan murah, harga satu kilogram udang rebon di pasar tradisional berkisar Rp.20.000,- atau 4 kali lebih murah dibanding harga daging yang mencapai Rp.90.000,- per kilogram. Udang rebon potensial menjadi pangan sumber protein hewani alternatif, yang murah dan dapat digunakan sebagai suplemen protein dan kalsium alami balita (Anis Abdul Muis, Uun Kunaepah, Alina Hizni, 2017).

Udang rebon mempunyai ukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan udang lainnya. Keer et al. (2018) melaporkan rebon (*Acetes sp.*) segar mengandung protein 12,26%, air 83,55%, lemak 0,6%, dan abu 2,24%. Rebun kering mengandung air 19,00%, protein kasar 48,29, abu 16,05%, dan lemak kasar 3,62% (Balange *et al.*, 2017). Udang rebon biasa diolah menjadi produk fermentasi terasi (Keer *et al.*, 2018; Wijayanti and Swastawati, 2019).

Udang mengandung protein dan kalsium tinggi yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan. Selain itu udang juga mengandung senyawa bioaktif antara lain kitosan dan kitin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kitosan dan kitin bermanfaat bagi tubuh. Kedua zat tersebut berfungsi menekan penuaan sel, mencegah penyakit peredaran darah, memperkuat sistem kekebalan tubuh, meningkatkan sekresi kolesterol dalam tubuh, menekan proliferasi sel kanker dan mengurangi kelebihan berat badan (Trivedi *et al.*, 2016).

Penelitian terkait pemanfaatan potensi udang rebon sebagai sumber protein hewani sudah dilakukan, seperti campuran bahan (mix) atau penambah bahan makanan dalam satu produk makanan baru atau sebagai salah satu komponen bahan makanan. Hasil penelitian tersebut telah membuktikan bahwa udang rebon dapat diterima (disukai) pada berbagai produk seperti sebagai bumbu penyedap (trasi), bola-bola tempe (Fatty 2012), kukis (Sipayung 2013), biskuit (Djundjung 2011), nugget (Desmelati *et al.*, 2013) dan mie instan (Haryati *et al.*, 2006) berbahan udang rebon.

Udang rebon ini cukup digemari oleh konsumen masyarakat, namun tingkat penerimaan konsumen akan produk tersebut masih rendah karena hanya kalangan tertentu saja yang menyukai produk tersebut. Untuk itu dilakukan upaya-upaya pengolahan usaha udang rebon sebagai solusi untuk menjawab akan kebutuhan produk olahan awetan

dari bahan baku udang rebon yang dapat menarik minat konsumen terkhusus ibu yang memiliki anak usia 24-60 bulan terhadap produk bahan baku udang rebon.

Udang rebon merupakan salah satu komoditas perairan yang melimpah. Rebon lebih murah harganya serta memiliki kandungan nutrisi yang tinggi sehingga dapat dijadikan olahan makanan bergizi tinggi, namun pemanfaatan akan produk tersebut masih rendah. Rebon hanya dimanfaatkan dalam pembuatan terasi. Perlu dilakukan upaya pengolahan rebon sebagai produk olahan yang murah, berkualitas dan terjangkau. Potensi yang dimiliki pangan lokal udang rebon dapat digunakan sebagai makanan tambahan bagi anak yang mengalami malnutrisi.

Berdasarkan potensi yang dimiliki udang rebon, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait pengembangan produk olahan berbasis udang rebon yaitu nugget udang rebon sebagai makanan tambahan untuk balita yang mengalami malnutrisi yang diharapkan nantinya memberikan pengaruh terhadap peningkatan kadar albumin, zinc, IGF-1 dan status gizi pada balita yang mengalami malnutrisi.

## **B. Rumusan Masalah**

Potensi yang dimiliki pangan lokal yakni udang rebon dapat digunakan sebagai makanan tambahan bagi anak usia 24-60 bulan yang mengalami malnutrisi, sehingga penulis tertarik untuk mengembangkan produk olahan makanan tambahan berbasis udang rebon. Rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kandungan gizi makro (protein, lemak, air, abu, serat) dan gizi mikro (Zink, Fe, dan Vit. C, Vit. A) pada Produk Makanan Tambahan (PMT) rebon?
2. Bagaimana jumlah takaran saji Produk Makanan Tambahan (PMT) terhadap kebutuhan zat gizi anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan?
3. Bagaimana efek Produk Makanan Tambahan (PMT) rebon terhadap kadar serum albumin pada anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan?
4. Bagaimana efek Produk Makanan Tambahan (PMT) rebon terhadap kadar serum zink pada anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan?
5. Bagaimana efek Produk Makanan Tambahan (PMT) rebon terhadap serum IGF-1 pada anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan?
6. Bagaimana efek Produk Makanan Tambahan (PMT) rebon terhadap status gizi anak malnutrisi malnutrisi usia 24 – 60 bulan?

## **C. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan Umum**

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk membuat formula Produk Makanan Tambahan (PMT) berbahan dasar udang rebon sebagai alternatif makanan tambahan, serta pengaruhnya terhadap kadar serum albumin, serum zink, dan IGF-1, dan status gizi pada anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan.

### **2. Tujuan Khusus**

- a. Diketuainya kandungan gizi makro (protein, lemak, karbohidrat) dan gizi mikro (Zink, Fe, dan Vit. C, Vit. A) pada Produk Makanan Tambahan (PMT) rebon.
- b. Diketuainya jumlah takaran saji Produk Makanan Tambahan (PMT) terhadap kebutuhan zat gizi anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan.
- c. Diketuainya efek pemberian makanan tambahan berbasis udang rebon terhadap kadar serum Albumin pada anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan
- d. Diketuainya efek pemberian makanan tambahan berbasis udang rebon terhadap kadar serum Zink pada anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan

- e. Diketuainya efek pemberian makanan tambahan berbasis udang rebon terhadap kadar serum IGF-1 pada anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan
- f. Diketuainya efek pemberian makanan tambahan berbasis udang rebon terhadap status gizi anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan

#### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan pangan lokal dan tersedianya alternatif makanan tambahan bagi anak malnutrisi usia 24-60 bulan. Lebih lanjut diharapkan makanan tambahan yang dihasilkan dapat meningkatkan asupan gizi balita sehingga dapat meningkatkan derajat kesehatan anak. Selain itu, diharapkan dapat menjadi tambahan informasi yang bermanfaat bagi pemerintah, masyarakat, dan industri pangan untuk membuat atau menyediakan makanan tambahan bagi balita yang teruji dan memiliki daya terima yang baik.

#### **E. Novelty Penelitian**

Novelty penelitian ini terletak pada pemanfaatan udang rebon sebagai pangan lokal yang bergizi tinggi namun masih kurang dimanfaatkan di masyarakat. Dibandingkan dengan udang lainnya, rebon lebih murah harganya serta memiliki kandungan nutrisi yang tinggi sehingga dapat

dijadikan olahan makanan bergizi tinggi. Rebon umumnya hanya dimanfaatkan dalam pembuatan terasi sehingga perlu dilakukan upaya pengolahan rebon sebagai produk olahan yang murah, berkualitas dan terjangkau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi yang dimiliki pangan lokal udang rebon untuk digunakan sebagai makanan tambahan bagi anak yang mengalami malnutrisi dengan melihat kadar serum albumin, zink, IGF-1 dan pertumbuhan anak usia 24 – 60 bulan.

## **BAB II**

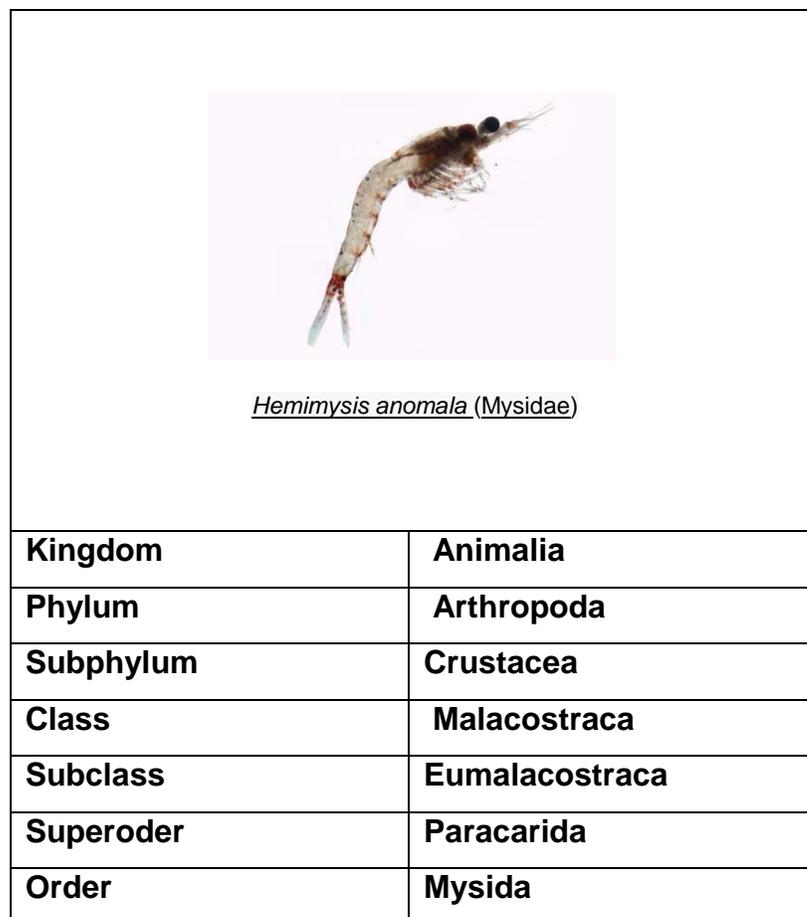
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Karakteristik Udang Rebon/ Udang Oposum (Mysids)**

Udang Rebon atau udang oposum (Mysids) adalah krustasea yang berukuran kecil ( $\pm 1-3$  cm) yang banyak ditemukan di lingkungan laut dan air tawar. Mereka dapat ditemukan di daerah pantai yang dangkal hingga kedalaman beberapa ribu meter. Udang rebon beberapa bersifat pelagis, sementara yang lain bentik. Udang rebon umumnya termasuk omnivora karena sumber makanannya berupa fitoplankton, zooplankton, detritus, dan bangkai. Beberapa mysids dibudidayakan di laboratorium untuk tujuan eksperimental dan digunakan sebagai sumber makanan untuk organisme laut budidaya lainnya. Mereka sensitif terhadap pencemaran air, sehingga terkadang digunakan sebagai bioindikator untuk memantau kualitas air. Mysids adalah peracarids (sekelompok besar krustasea malacostracan) yang sistematika dan filogeni belum diketahui secara pasti, secara keseluruhan ada lebih dari 1000 spesies yang tersebar di seluruh dunia. (Maucheline, 1980; Punchihewa and Krishnarajah, 2013; Alfi Syahrin, Idiannor Mahyudin, 2016).

Mysida dan Stygiomysida memiliki morfologi yang terbagi menjadi tiga wilayah utama: cephalon (5 somit, atau total 6 somit termasuk segmen mata putatif, dada (8 somit), dan perut (6 somit) (Gambar 1 ). Penampilannya seperti udang, mengandung ciri-ciri yang sebelumnya disebut sebagai "fasies caridoid" yang dimiliki oleh Euphausiacea, Lophogastrida, dan Decapoda. Udang rebon atau mysida memiliki warna yang bervariasi dari pucat dan transparan, hingga oranye terang atau coklat. statocysts sering digunakan sebagai ciri yang membedakan mysids dari organisme mirip udang lainnya. Fitur fasies dari udang rebon

terdiri dari: 1) karapas yang menyelimuti dada, 2) mata yang dapat digerakkan, 3) antena biramous, 4) eksopoda antena seperti sisik, 5) eksopoda natatory pada torakopoda, 6) bagian perut dapat memanjang/fleksibel, 7) ekor dibentuk oleh uropoda dan telson, 8) otot batang fleksi ventral yang kuat, 9) organ dalam diluar dari perut, 10) pleopoda 1-5 biramous(Hansen HJ, 1925; Casanova B, 1991; Meland *et al.*, 2015).



**Gambar 1. Klasifikasi Udang Rebon/ Mysida**

**Sumber:** Mees, J. (2013). "*Mysida*". WoRMS. [World Register of Marine Species](#). Retrieved 2020-08-24.

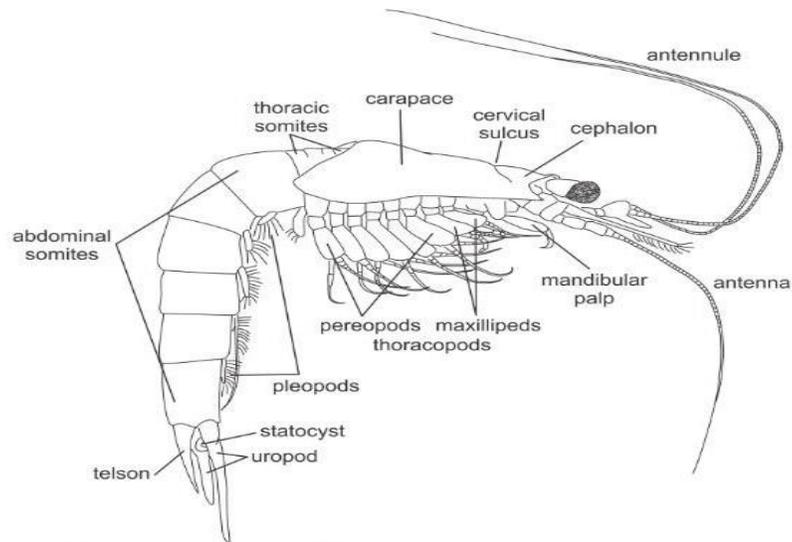


Fig 1. External morphology of a typical Mysida male.

doi:10.1371/journal.pone.0124656.g001

## Gambar 2. Morfologi bagian luar Mysida jantan/udang rebon jantan

Sebagian besar bagian tubuh dikaitkan dengan "caridoidfasies" "tergolong keadaan plesiomorfik di dalam Malacostraca, tetapi sebenarnya termasuk marsidasea. Variasi ordo dalam karakter "caridoid facies" seringkali cukup berguna sebagai diagnostik untuk menentukan taksa yang lebih tinggi dari famili ke genera, dan dalam banyak kasus juga genera dan spesies. Deskripsi karakter berikut menyoroti variasi morfologi yang berguna untuk diagnosis spesifik takson dalam Stygiomysida dan Mysida. Karapas Mysida menyatu dengan tidak lebih dari empat somit anterior toraks dan secara posterior membentuk flap lateral; bagian punggung karapas beremarginasi meninggalkan somit toraks terakhir. Famili Stygiomysidae karapas tidak meluas melebihi somit ke-5, hanya meliputi wilayah cephalic sedangkan Lepidomysidae (Stygiomysida) meluas ke somit ke-7 atau lebih (Meland *et al.*, 2015).

## B. Kandungan Gizi Udang Rebon

Udang rebon dengan daging hewani lainnya dari segi kandungan gizi tidak jauh berbeda, udang merupakan sumber protein makanan yang sangat baik. Adapun kandungan zat gizi udang rebon segar dan kering dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Kandungan gizi udang rebon segar sebagai berikut:

**Tabel 1. Kandungan Gizi udang rebon Segar/ 100g**

Zat Gizi	TKPI 2017	Keer et al 2018
Air (g)	79,0	83,55
Protein (g)	16,2	12,26
Lemak (g)	1,2	0,6
Karbohidrat (g)	0,7	1,35
Abu (g)	2,9	2,24
Kalsium (mg)	757	-
Fosfor (mg)	292	-
Besi (mg)	2,2	-
Zink (mg)	1,2	-
Thiamin (mg)	0,04	-
Riboflavin (mg)	0,10	-
Niacin (mg)	2,4	-

Kandungan gizi udang rebon kering sebagai berikut:

**Tabel 2. Kandungan Gizi udang rebon kering/100gr**

Zat Gizi	TKPI 2017	Balange et al 2017
Air	21,6	19,00
Protein (g)	59,4	48,29
Lemak (g)	3,6	3,62
Karbohidrat (g)	3,2	13,04
Abu (g)	12,2	16,05
Kalsium (mg)	2306	4553
Fosfor (mg)	625	30
Besi (mg)	21,4	0,023
Zink (mg)	-	4,648
Thiamin (mg)	0,06	-
Riboflavin (mg)	-	-
Niacin (mg)	-	-

### **C. Pemberian Makanan Tambahan**

Usia balita merupakan periode pertumbuhan dan perkembangan yang sangat pesat. Oleh karena itu, kelompok usia balita perlu mendapat perhatian, karena merupakan kelompok yang rawan terhadap kekurangan gizi. Pemberian Makanan Tambahan (PMT) Pemulihan merupakan program yang dilaksanakan pemerintah pada kelompok usia balita yang ditujukan sebagai tambahan selain makanan utama sehari-hari untuk mengatasi kekurangan gizi. Program PMT Pemulihan ditetapkan untuk membantu memenuhi kecukupan gizi pada balita khususnya balita kurus berupa biskuit MT balita yang termasuk dalam jenis PMT pabrikan. Biskuit PMT Pemulihan diformulasi mengandung minimum 160 kalori, 3,2-4,8 gram protein, dan 4-7,2 gram lemak tiap 40 gram biskuit. Berdasarkan petunjuk teknis pemberian makanan tambahan, sasaran utama pemberian makanan tambahan adalah balita usia 6-59 bulan dikategorikan kurus berdasarkan hasil pengukuran berat badan menurut panjang/tinggi badan (BB/PB atau BB/TB) bernilai kurang dari minus dua standar deviasi ( $<-2$  SD) dengan lama waktu pemberian adalah 90 hari makan sesuai aturan konsumsi. PMT Pemulihan dimaksud berbasis bahan makanan lokal dengan menu khas daerah yang disesuaikan dengan kondisi setempat (Kementerian Kesehatan, 2011).

Intervensi kuratif dan rehabilitatif terus dilakukan pada ibu hamil dan bayi yang mengalami gizi kurang dan gizi buruk, seperti wasting dan stunting. Beberapa model intervensi yang diterapkan yaitu:

1. Pemberian Makanan Tambahan (PMT) atau complementary food dan intervensi terapi gizi klinis bagi bayi yang mengalami gizi buruk. Pemberian Makanan Tambahan adalah program intervensi bagi balita yang menderita kurang gizi untuk meningkatkan asupan serta mencukupi kebutuhan zat gizi anak agar tercapai status gizi dan kondisi gizi yang baik sesuai dengan umur anak tersebut. Beberapa

istilah terkait PMT yaitu bantuan pangan, pemulihan, penyuluhan, bantuan pangan darurat.

- a. Bantuan Pangan diberikan kepada kelompok sasaran (bumil dan anak) dari seluruh keluarga miskin, untuk memenuhi kebutuhan gizi dan mencegah gizi kurang. Lama pemberian idealnya 180 hari (2 hari sekali) dalam bentuk makanan mentah (misal telur), MPASI pabrikan dan rumah tangga.
- b. PMT Pemulihan ditargetkan kepada anak gizi kurang/buruk (dibuktikan dengan screening) untuk memulihkan keadaan gizinya. Makanan merupakan makanan padat energi yang diperkaya dengan vitamin dan mineral, diberikan kepada balita gizi buruk selama masa pemulihan (Kemenkes RI, 2011). Jumlah pemberian didasarkan pada median kesenjangan ( $\pm 30\%$  kebutuhan) sampai pulih (sekitar 90 hari) dalam bentuk makanan bergizi tinggi (MP-ASI, makanan formula)
- c. PMT Penyuluhan diberikan/dilakukan sebagai saran edukasi (demo masak, makan bersama) kepada ibu-ibu setiap bulan.
- d. Bantuan Pangan Darurat diberikan pada saat kejadian darurat (bencana alam, kekeringan, banjir, dll) selama dalam pengungsian. Bentuk makanan lengkap (2100 kalori/kapita/hari).

PMT dalam Program Perbaikan Gizi di Indonesia:

1. 1970 – 1980: Program Usaha Perbaikan Gizi Keluarga (UPGK) berupa penyuluhan Gizi dan suplementasi Gizi dan Oralit serta PMT Penyuluhan berupa Demo Masak. UPGK tidak berdampak signifikan meningkatkan status Gizi karena keluarga kurang mampu tidak cukup hanya diberi penyuluhan.
2. 1980 – 1990: UPGK Intensif Posyandu berupa penyuluhan gizi, suplementasi gizi dan oralit, PMT Penyuluhan (demo masak), PMT

Pemulihan BMC (Bahan Makanan Campuran). BMC dengan bahan kacang-kacangan dan berastidak berdampak signifikan.

3. 1990 – 2000: JPS-BK berupa penyuluhan gizi, suplementasi gizi dan oralit, PMT Penyuluhan (demo masak), PMT Pencegahan (pemberian MPASI pabrikan untuk semua anak dari keluarga miskin, dan tatalaksana gizi buruk.
4. 2000–2010: KELUARGA SADAR GIZI meliputi penyuluhan gizi, suplementasi gizi dan oralit, PMT Penyuluhan (demo masak), PMT Pencegahan (pemberian MPASI pabrikan untuk semua anak dari keluarga miskin, dan PMT Pemulihan Lokal (BOK)
5. 2010 – 2020: KELUARGA SADAR GIZI meliputi seluruh intervensi dekade sebelumnya dengan penambahan PMT bagi anak sekolah dan ibu hamil.

Menurut Persagi (2009), bahwa pemberian tambahan makanan di samping makanan yang dimakan sehari – hari dengan tujuan memulihkan keadaan gizi dan kesehatan. PMT dapat berupa makanan lokal atau makanan pabrik tidak memberatkan fungsi pencernaan serta memiliki zat – zat gizi yang disesuaikan dengan kebutuhan anak untuk pertumbuhan dan kesehatan yang optimal. Program Makanan Tambahan Pemulihan (PMT–P) diberikan kepada anak gizi buruk dan gizi kurang yang jumlah harinya tertentu dengan tujuan untuk meningkatkan status gizi anak. Ibu yang memiliki anak di bawah lima tahun yang menderita gizi kurang / gizi buruk diberikan satu paket PMT Pemulihan.

Menurut Gibson et al dalam Rahayu et al (2018), *complementary foods* atau makanan tambahan yang diberikan pada anak khususnya di negara yang sedang berkembang sebaiknya harus difortifikasi dengan zat gizi mikro terutama zat besi, kalsium dan zinc. Sedangkan spesifikasi jenis makanan yang diberikan antra lain dengan persyaratan komposisi

gizi mencukupi minimal 1/3 dari kebutuhan 1 hari, yaitu; energi 350-400 kalori dan protein 10-15 gram. Pemberian makanan tambahan pemulihan (PMT-P) diberikan setiap hari kepada anak selama 3 bulan (90 hari). Sedangkan bentuk makanan PMT-P makanan yang diberikan berupa:

1. Kudapan (makanan kecil) yang dibuat dari bahan makanan setempat/lokal.
2. Bahan makanan mentah berupa tepung beras, atau tepung lainnya, tepung susu, gula minyak, kacang-kacangan, sayuran, telur dan lauk pauk lainnya

Prinsip dasar pemberian Pemberian Tambahan Pemulihan:

1. PMT Pemulihan diberikan dalam bentuk makanan atau bahan makanan lokal dan tidak diberikan dalam bentuk uang.
2. PMT Pemulihan hanya sebagai tambahan terhadap makanan yang dikonsumsi oleh balita sasaran sehari-hari, bukan sebagai pengganti makanan utama.
3. PMT Pemulihan dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan gizi balita sasaran sekaligus sebagai proses pembelajaran dan sarana komunikasi antar ibu dari balita sasaran.
4. PMT pemulihan merupakan kegiatan di luar gedung puskesmas dengan pendekatan pemberdayaan masyarakat yang dapat diintegrasikan dengan kegiatan lintas program dan sektor terkait lainnya.
5. PMT Pemulihan dibiayai dari dana Bantuan Operasional Kesehatan (BOK). Selain itu PMT pemulihan dapat dibiayai dari bantuan lainnya seperti partisipasi masyarakat, dunia usaha dan Pemerintah Daerah.

Persyaratan jenis dan bentuk makanan tambahan pemulihan :

1. Makanan tambahan pemulihan diutamakan berbasis bahan makanan atau makanan lokal. Jika bahan makanan lokal terbatas,

dapat digunakan makanan pabrikan yang tersedia di wilayah setempat dengan memperhatikan kemasan, label dan masa kadaluarsa untuk keamanan pangan.

2. Makanan tambahan pemulihan diberikan untuk memenuhi kebutuhan gizi balita sasaran.
3. PMT Pemulihan merupakan tambahan makanan untuk memenuhi kebutuhan gizi balita dari makanan keluarga.
4. Makanan tambahan balita ini diutamakan berupa sumber protein hewani maupun nabati (misalnya telur/ ikan/daging/ayam, kacang-kacangan atau peneru) serta sumber vitamin dan mineral yang terutama berasal dari sayur-sayuran dan buah-buahan setempat.
5. Makanan tambahan diberikan sekali sehari selama 90 hari berturut-turut.
6. Makanan tambahan pemulihan berbasis bahan makanan /makanan lokal ada 2 jenis yaitu berupa: a. MP-ASI (untuk bayi dan anak berusia 6-23 bulan) b. Makanan tambahan untuk pemulihan anak balita usia 24-59 bulan berupa makanan keluarga.
7. Bentuk makanan tambahan pemulihan yang diberikan kepada balita dapat disesuaikan dengan pola makanan sebagaimana tabel 3.

**Tabel 3. Pola Pemberian Makanan Bayi dan Anak Balita**

Usia (Bulan)	ASI	Bentuk Makanan		
		Makanan Lumat	Makanan Lembik	Makanan Keluarga
0-6*				
6-8				
9-11				
12-23				
24-59				

Ket: 6\* = 5 bulan 29 hari

Asupan gizi yang tidak kuat merupakan salah satu penyebab kegagalan tumbuh kembang anak. Ini berarti solusi untuk kekurangan gizi harus memenuhi penyediaan nutrisi tertentu untuk anak (UKAID, 2011). Menurut Ali Khomsan usaha positif yang dapat dilakukan untuk menanggulangi masalah ini adalah dengan menyelenggarakan program Pemberian Makanan Tambahan Pemulihan (PMT-P) secara gratis, disamping itu perlu ditingkatkan pengetahuan ibu tentang makanan yang bergizi.10 PMT-P dapat berupa biskuit (PERSAGI, 2009). Pada usia ini anak berada pada periode pertumbuhan dan perkembangan cepat, mulai terpapar terhadap infeksi dan secara fisik mulai aktif, sehingga kebutuhan terhadap zat gizi harus terpenuhi dengan memperhitungkan aktivitas bayi/anak dan keadaan infeksi. Agar mencapai gizi seimbang maka perlu ditambah dengan Makanan Pendamping ASI atau MP-ASI, sementara ASI tetap diberikan sampai bayi berusia 2 tahun. Pada usia 6 bulan, bayi mulai diperkenalkan kepada makanan lain, mula-mula dalam bentuk lumat, makanan lembik dan selanjutnya beralih ke makanan keluarga saat bayi berusia 1 tahun. Secara bertahap, variasi makanan untuk bayi usia 6-24 bulan semakin ditingkatkan, bayi mulai diberikan sayuran dan buah-buahan, lauk pauk sumber protein hewani dan nabati, serta makanan pokok sebagai sumber kalori. Demikian pula jumlahnya ditambahkan secara bertahap dalam jumlah yang tidak berlebihan dan dalam proporsi yang juga seimbang (Kementerian Kesehatan, 2014).

**Tabel 4. Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan Bagi Anak Usia 6-59 Bulan Per Hari**

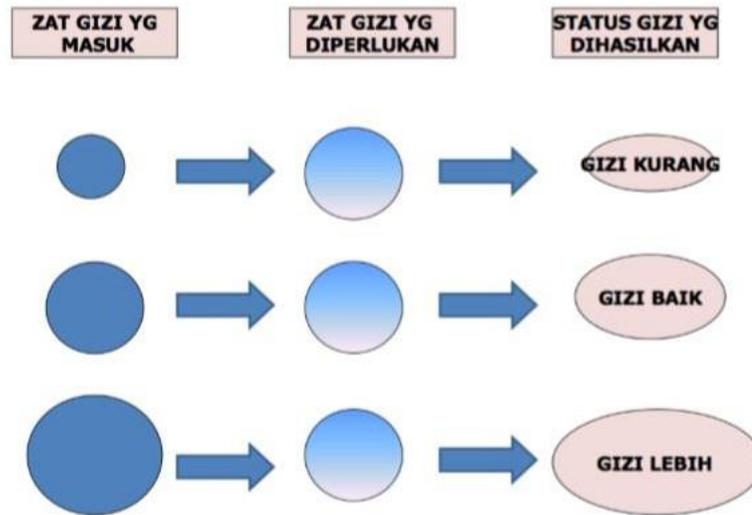
<b>No</b>	<b>Kelompok Umur</b>	<b>Energi (Kkal)</b>	<b>Protein (gram)</b>
1.	6-11 bulan	800	15
2.	1-3 tahun	1350	20
3.	4-6 tahun	1400	25

Sumber : (Permenkes, 2019)

Setelah umur 6 bulan, setiap bayi membutuhkan makanan lunak yang bergizi sering disebut Makanan Pendamping ASI (MP-ASI). Pengenalan dan pemberian MP-ASI harus dilakukan secara bertahap baik bentuk maupun jumlahnya, sesuai dengan kemampuan pencernaan bayi/anak. Dalam keadaan darurat, bayi dan balita seharusnya mendapat MP-ASI untuk mencegah kekurangan gizi. Untuk memperolehnya perlu ditambahkan vitamin dan mineral (variasi bahan makanan) karena tidak ada makanan yang cukup untuk kebutuhan bayi (Rahayu *et al.*, 2018) .

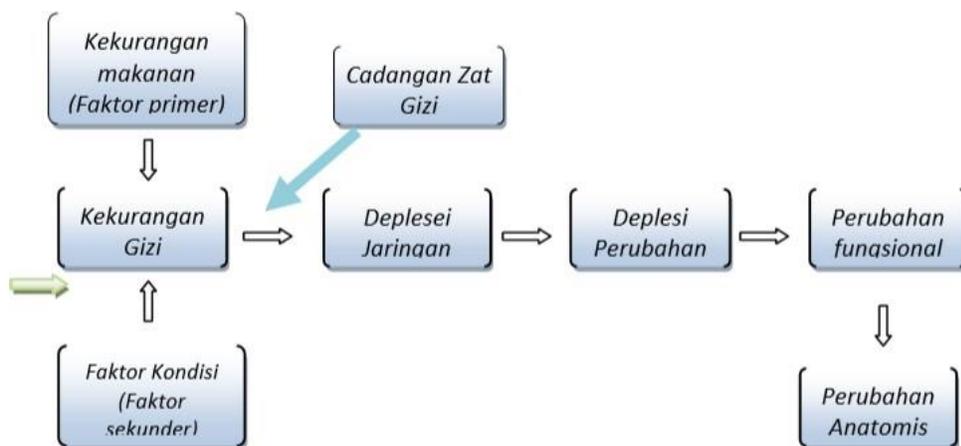
#### **D. STATUS GIZI BALITA**

Nutritional status (status gizi), adalah keadaan yang diakibatkan oleh keseimbangan antara asupan zat gizi dari makanan dengan kebutuhan zat gizi yang diperlukan untuk metabolisme tubuh. Setiap individu membutuhkan asupan zat gizi yang berbeda antarindividu, hal ini tergantung pada usia orang tersebut, jenis kelamin, aktivitas tubuh dalam sehari, berat badan, dan lainnya (Harjatmo dkk, 2017). Indikator status gizi, adalah tanda-tanda yang dapat diketahui untuk menggambarkan status gizi seseorang. Seseorang yang menderita anemia sebagai tanda bahwa asupan zat besi tidak sesuai dengan kebutuhannya, individu yang gemuk sebagai tanda asupan makanan sumber energi dan kandungan lemaknya melebihi dari kebutuhan. Kaitan asupan zat gizi dengan status gizi, dapat digambarkan secara sederhana seperti pada Gambar 1.



**Gambar 3. Kaitan Asupan Gizi dengan Status Gizi**

Status gizi seseorang tergantung dari asupan gizi dan kebutuhannya, jika antara asupan gizi dengan kebutuhan tubuhnya seimbang, maka akan menghasilkan status gizi baik. Kebutuhan asupan gizi setiap individu berbeda antar individu, hal ini tergantung pada usia, jenis kelamin, aktivitas, berat badan, dan tinggi badan. Kebutuhan protein antara anak balita tidak sama dengan kebutuhan remaja, kebutuhan energi mahasiswa yang menjadi atlet akan jauh lebih besar daripada mahasiswa yang bukan atlet. Kebutuhan zat besi pada wanita usia subur lebih banyak dibandingkan kebutuhan zat besi laki-laki, karena zat besi diperlukan untuk pembentukan darah merah (hemoglobin), karena pada wanita terjadi pengeluaran darah melalui menstruasi secara periodik setiap bulan. Anak yang berat badannya kurang disebabkan oleh asupan gizinya yang kurang, hal ini mengakibatkan cadangan gizi tubuhnya dimanfaatkan untuk kebutuhan dan aktivitas tubuh. Skema perkembangan individu yang kekurangan asupan gizi dapat mengakibatkan status gizi kurang, dapat dilihat pada skema (Bagan 1).



**Gambar 4. Perkembangan Terjadinya Kondisi Kurang Gizi  
(Sumber:Almatsier, 2010)**

World Health Organization (WHO, 2002) mengelompokkan usia anak di bawah lima tahun (Balita) menjadi tiga golongan, yaitu golongan usia bayi (0-1 tahun), usia bawah tiga tahun (batita) yaitu (2-3 tahun) dan golongan pra sekolah (4-5 tahun). Usia batita dan prasekolah merupakan usia yang pertumbuhannya tidak sepesat masa bayi, tetapi aktivitas pada masa ini lebih tinggi dibandingkan masa bayi.

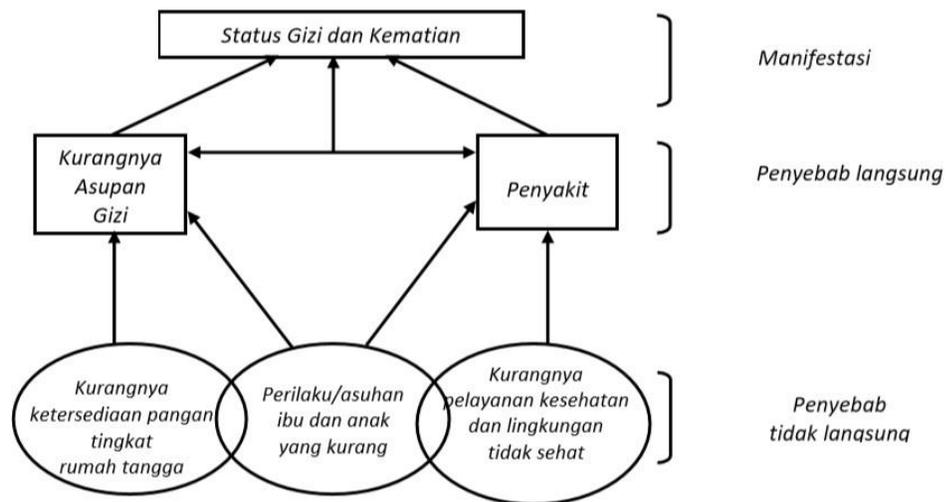
Terdapat empat parameter perkembangan melalui *Denver Development Screening Test* (DDST) dalam menilai perkembangan balita, yaitu tingkah laku social, gerakan motorik halus, gerakan motorik kasar dan bahasa. Selain itu, ada pula yang membagi aspek perkembangan balita menjadi tujuh seperti pada Pedoman Bina Keluarga Balita (BKB), yaitu tingkah laku sosial, menolong diri sendiri, kecerdasan, gerakan motorik halus, gerakan motorik kasar, komunikasi pasif, dan komunikasi aktif. Penilaian tumbuh kembang pada balita meliputi evaluasi pertumbuhan fisik berdasarkan grafik pertumbuhan berat badan, tinggi

badan, lingkaran kepala, lingkaran dada dan lingkaran perut; evaluasi gigi geligi, evaluasi neurologis, dan perkembangan sosial (Hardinsyah, 2017).

Pada saat bayi mencapai tahap balita, sekitar 12 bulan, mereka seharusnya sudah pindah untuk makan makanan dan minuman yang dimakan dan dinikmati keluarga, dan makan bersama dengan anggota keluarga lainnya. Ini adalah saat balita mulai terbentuk lebih banyak sangat suka dan tidak suka terhadap makanan mereka, kebiasaan makan mereka dan rasa nyaman untuk di masa yang akan datang. Kedua jenis makanan dan minuman yang ditawarkan, dan kapan dan bagaimana mereka dimakan, akan mempengaruhi kebiasaan makan balita. Karena keluarga sangat bervariasi pilihan makanan dan praktik makan mereka, tergantung faktor-faktor seperti pendapatan, akses ke makanan, pengetahuan, pengalaman dan waktu yang tersedia, kebiasaan makan balita akan berkembang sedemikian rupa yang memiliki pengaruh positif atau negatif pada kesehatan balita (Cowbrough, 2010).

Terdapat banyak faktor yang menimbulkan masalah gizi, konsep yang dikembangkan oleh United Nation Children's Fund (Unicef) tahun 1990, bahwa masalah gizi disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu langsung dan tidak langsung. Faktor langsung yang menimbulkan masalah gizi yaitu kurangnya asupan makanan dan penyakit yang diderita. Seseorang yang asupan gizinya kurang akan mengakibatkan rendahnya daya tahan tubuh yang dapat menyebabkan mudah sakit. Sebaliknya pada orang sakit akan kehilangan gairah untuk makan, akibatnya status gizi menjadi kurang. Jadi asupan gizi dan penyakit mempunyai hubungan yang saling ketergantungan.

Kekurangan asupan makanan disebabkan oleh tidak tersedianya pangan pada tingkat rumah tangga, sehingga tidak ada makanan yang dapat dikonsumsi. Kekurangan asupan makanan juga disebabkan oleh perilaku atau pola asuh orang tua pada anak yang kurang baik. Dalam rumah tangga sebetulnya tersedia cukup makanan, tetapi distribusi makanan tidak tepat atau pemanfaatan potensi dalam rumah tangga tidak tepat, misalnya orang tua lebih mementingkan memakai perhiasan dibandingkan untuk menyediakan makanan bergizi. Penyakit infeksi disebabkan oleh kurangnya layanan kesehatan pada masyarakat dan keadaan lingkungan yang tidak sehat. Tingginya penyakit juga disebabkan oleh pola asuh yang kurang baik, misalnya anak dibiarkan bermain pada tempat kotor (Harjatmo Titus Priyo, Holil MA. Par'i, 2017).



(Sumber: Kementerian Kesehatan RI, 2011)

**Gambar 5. Faktor Penyebab Gizi Kurang**

Asupan zat gizi mempunyai pengaruh besar terhadap perkembangan anak dari bayi hingga masa remaja. Diet seimbang tidak hanya berpengaruh terhadap pertumbuhan, tetapi juga berfungsi sebagai

imunitas, penunjang kemampuan intelektual, dan pembentuk emosional. Semua makanan yang dikonsumsi bayi harus memenuhi kebutuhan gizi sehari. Kebutuhan gizi pada setiap bayi berbeda tergantung usia, kecepatan pertumbuhan, aktivitas fisik, efisiensi penyerapan, dan utilisasi makanan. Pertumbuhan dan perkembangan yang sehat tergantung pada asupan zat gizi. Makanan yang diberikan harus berfungsi terutama sebagai energy untuk aktivitas otot, membentuk jaringan baru, serta memberikan rasa enak dan kenyang (Hardinsyah, 2017).

Masa baduta (Anak usia bawah dua tahun) merupakan *window of opportunity*. Pada masa ini, seorang anak memerlukan asupan zat gizi yang seimbang baik dari segi jumlah maupun proporsinya untuk mencapai berat dan tinggi badan yang optimal. Gizi kurang ataupun gizi buruk yang terjadi pada masa baduta akan mempengaruhi masa pertumbuhan dan perkembangannya. Hal ini akan membawa dampak negatif terhadap kondisi kesehatan baduta tersebut di masa yang akan datang (masa dewasa). Status gizi memiliki pengaruh yang sangat besar dalam mewujudkan sumber daya manusia yang berkualitas di masa yang akan datang. Status gizi berhubungan dengan kecerdasan anak. Masa baduta merupakan masa untuk meraih otak dengan IQ optimal dimana 80% sel otak manusia dibentuk pada saat janin sampai usia 2 tahun. Sekali otak anak baduta mengalami tumbuh kembang yang kurang optimal, maka keadaan itu tidak dapat dipulihkan lagi (Depkes, 2010; Rahayu *et al.*, 2018).

Status gizi pada 1000 HPK akan berpengaruh terhadap kualitas kesehatan, intelektual, dan produktivitas pada masa yang akan datang. Ibu dan bayi memerlukan gizi yang cukup dan berkualitas untuk menjamin status gizi dan status kesehatan; kemampuan motorik, sosial,

dan kognitif; kemampuan belajar dan produktivitasnya pada masa yang akan datang. Anak yang mengalami kekurangan gizi pada masa 1000 HPK akan mengalami masalah neurologis, penurunan kemampuan belajar, peningkatan risiko drop out dari sekolah, penurunan produktivitas dan kemampuan bekerja, penurunan pendapatan, penurunan kemampuan menyediakan makanan yang bergizi dan penurunan kemampuan mengasuh anak. Selanjutnya akan menghasilkan penularan kurang gizi dan kemiskinan pada generasi selanjutnya (Dewey K.G. & Brown K.H, 2003). Mempertimbangkan pentingnya gizi bagi 1000 HPK, maka intervensi gizi pada 1000 HPK merupakan prioritas utama untuk meningkatkan kualitas kehidupan generasi yang akan datang (BAPPENAS RI, 2012).

Masa 1000 hari pertama kehidupan (HPK), yang bermula sejak saat konsepsi hingga anak berusia 2 tahun, merupakan masa paling kritis untuk memperbaiki perkembangan fisik dan kognitif anak. Status gizi ibu hamil dan ibu menyusui, status kesehatan dan asupan gizi yang baik merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan fisik dan kognitif anak, menurunkan risiko kesakitan pada bayi dan ibu. Ibu hamil dengan status gizi kurang akan menyebabkan gangguan pertumbuhan janin, penyebab utama terjadinya bayi pendek (stunting) dan meningkatkan risiko obesitas dan penyakit degeneratif pada masa dewasa (The Lancet, 2013).

Kebutuhan zat gizi sangat tinggi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan yang cepat selama kehidupan janin dan 2 tahun pertama kehidupan setelah lahir (Dewey & Begum, 2011). Gizi kurang dan kesehatan yang buruk pada ibu dan anak selama periode tersebut memberikan dampak buruk bagi kehidupan bayi di masa dewasa yang

bersifat permanen dan tidak dapat dikoreksi (PAHO-WHO, 2003; Barker, 2008; Black et al. 2008).

Anak usia baduta merupakan salah satu golongan penduduk yang rawan terhadap kekurangan gizi. Pada masa ini anak-anak banyak bergerak, bersosialisasi, dan bergaul dengan lingkungan keluarganya. Jika makanan tidak bergizi dan lingkungannya tidak bersih maka mereka mudah terserang penyakit. Kebutuhan gizi bayi berbeda dengan kebutuhan anak dan orang dewasa. Bayi memerlukan karbohidrat dengan bantuan amilase untuk mencerna bahan makanan yang berasal dari zat pati. Protein yang diperlukan berasal dari ASI ibu dengan kadar 4-5% dari total kadar kalori dalam ASI. Lemak yang diperlukan 58% dari kalori dalam susu matur. Mineral yang diperlukan terdiri atas kalsium, pospor, klor, kalium dan natrium untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan bayi. Untuk vitamin yang dibutuhkan bervariasi sesuai dengan diet yang dilakukan oleh ibu. WHO merekomendasikan pemberian ASI Eksklusif selama 6 bulan pertama dan pemberian ASI diteruskan hingga anak berusia 2 tahun untuk meningkatkan daya tahan tubuh anak dan mengurangi risiko kontaminasi dari makanan/minuman selain ASI (Rahayu *et al.*, 2018). Pemberian ASI Eksklusif menurunkan risiko infeksi saluran cerna, otitis media, alergi, kematian bayi, infeksi usus besar dan usus halus (*inflammatory bowel disease*), penyakit celiac, leukemia, limfoma, obesitas, dan DM pada masa yang akan datang. Pemberian ASI Eksklusif dan meneruskan pemberian ASI hingga 2 tahun juga dapat mempercepat pengembalian status gizi ibu, menurunkan risiko obesitas, hipertensi, rematoid arthritis, kanker payudara ibu (Joyce C, Goodman-Bryan M, 2016).

Baduta juga memiliki kebutuhan gizi yang tinggi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangannya. Bahkan, bayi yang masih menyusui

biasanya mengonsumsi relatif sedikit jumlah makanan selain ASI (Dewey K.G. & Brown K.H, 2003). Bayi membutuhkan makanan pendamping dengan kepadatan gizi yang jauh lebih tinggi (jumlah masing-masing per 100 kkal) dari yang dibutuhkan untuk makanan orang dewasa. Misalnya, per 100 kkal MP-ASI bayi pada usia 6-8 bulan membutuhkan sembilan kali lebih banyak zat besi dan empat kali lebih banyak zink dibandingkan pria dewasa (Dewey K.G., 2013; Dewey, 2016).

Pertumbuhan pada masa balita dimulai dari janin dalam kandungan sampai sekitar usia 5 tahun. Pada masa ini tubuh sangat cepat pertumbuhannya, semua jaringan tubuh tumbuh dan bertambah besar atau panjang, pada masa ini sedang terjadi pertumbuhan jaringan tubuh yang sangat vital. Pada janin sedang terjadi pertumbuhan jaringan hati, jaringan jantung, pancreas, otak dan semua jaringan tubuh. Oleh karena itu asupan gizi yang cukup harus dipenuhi agar semua jaringan tubuh dapat tumbuh sempurna selama kehamilan. Pertumbuhan cepat dilanjutkan setelah bayi lahir sampai sekitar usia 5 tahun, pada masa ini semua jaringan tubuh juga sedang tumbuh. Yang paling harus mendapat perhatian pada masa balita ini adalah pertumbuhan jaringan otak. Jaringan otak sudah tumbuh sejak dalam kandungan dan berlanjut terus sampai sekitar usia 2 tahun, selanjutnya menurun pertumbuhannya dan sudah akan selesai pertumbuhan otak pada sekitar usia 8 tahun. Kalau kita melihat pada grafik KMS, garis pertumbuhan sejak lahir akan sangat tajam meningkat, kemudian mendatar setelah usia 2 tahun, dan semakin mendatar pada sampai usia 5 tahun. Setelah itu anak tetap tumbuh tetapi pertumbuhannya tidak secepat balita (Harjatmo dkk, 2017).

### **1. Penilaian status gizi balita secara Antropometri**

Antropometri berasal dari kata *anthropo* yang berarti manusia dan *metri* adalah ukuran. Metode antropometri dapat diartikan

sebagai mengukur fisik dan bagian tubuh manusia. Jadi antropometri adalah pengukuran tubuh atau bagian tubuh manusia. Dalam menilai status gizi dengan metode antropometri adalah menjadikan ukuran tubuh manusia sebagai metode untuk menentukan status gizi. Konsep dasar yang harus dipahami dalam menggunakan antropometri untuk mengukur status gizi adalah konsep dasar pertumbuhan.

Status gizi merupakan gambaran ukuran terpenuhinya kebutuhan gizi yang diperoleh dari asupan dan penggunaan zat gizi oleh tubuh. Penilaian status gizi dengan menggunakan data antropometri antara lain berat badan menurut umur (BB/U), tinggi badan/panjang badan menurut umur (TB/U, PB/U), berat badan menurut tinggi badan (BB/TB) dan indeks massa tubuh menurut umur (IMT/U) (Hardinsyah, 2017).

Pertumbuhan anak dapat diamati dengan menggunakan kartu menuju sehat (KMS). KMS berfungsi sebagai alat pemantau pertumbuhan. Jika pertumbuhan normal tidak tergambar pada KMS, maka indikator lain perlu diperiksa seperti tebal lemak subkutan, lingkar tubuh atau penentuan usia tulang (Arisman, 2009).

World Health Organization (WHO) merekomendasikan pengukuran antropometri pada bayi dan balita menggunakan grafik yang dikembangkan oleh WHO dan Center of Disease Control and Prevention (CDC). Grafik tersebut menggunakan indikator z-score sebagai standar deviasi rata-rata dan persentil median. Indikator pertumbuhan digunakan untuk menilai pertumbuhan anak dengan mempertimbangkan berbagai faktor umur dan hasil pengukuran tinggi badan dan berat badan, lingkar kepala, lingkar dada dan lingkar lengan atas. Indeks yang umum digunakan untuk menentukan status

gizi bayi dan balita adalah sebagai berikut (Supariasa, 2001; Hardinsyah, 2017):

**a. Berat Badan menurut umur (BB/U)**

BB/U menggambarkan BB relatif dibandingkan dengan umur anak. Umur yang dihitung adalah dalam bulan penuh, misalnya 3 bulan 26 hari dihitung sebagai umur 3 bulan. Indeks BB/U memberikan gambaran status gizi kurang (*underweight*), status gizi buruk (*severely underweight*), gizi baik, dan gizi lebih. Pada masa bayi-balita, berat badan digunakan untuk melihat laju pertumbuhan fisik dan status gizi, kecuali pada keadaan dehidrasi, asites, edem, dan tumor. Selain itu, berat badan juga digunakan sebagai dasar untuk menghitung dosis obat dan makan pada balita. Berat badan menggambarkan jumlah dari protein, lemak, air dan mineral tulang. Berat badan dipilih sebagai ukuran antropometri pada balita oleh karena:

- 1) Mudah terlihat perubahannya dalam waktu singkat;
- 2) Memberikan gambaran status gizi sekarang, dan jika dilakukan secara periodik menggambarkan pertumbuhan;
- 3) Sudah digunakan secara umum;
- 4) Ketelitian pengukuran tidak banyak dipengaruhi oleh keterampilan petugas;
- 5) Digunakan pada kartu menuju sehat (KMS) sebagai monitoring dan pendidikan kesehatan anak;
- 6) Alat pengukur dapat diperoleh di mana saja (dapat menggunakan dacin atau timbangan digital).

**b. Panjang badan atau tinggi badan menurut umur (PB/U atau TB/U)**

Ukuran Panjang badan (PB) digunakan untuk anak umur 0 sampai 24 bulan yang diukur dengan telentang, sedangkan tinggi

badan (TB) digunakan pada anak usia > 2 tahun dengan pengukuran dalam keadaan berdiri tegak. Apabila anak umur 0 sampai 24 bulan diukur dalam keadaan berdiri, hasil pengukuran dikoreksi dengan menambah 0,7 cm. Demikian pula sebaliknya, apabila anak umur di atas 24 bulan dalam keadaan telentang, hasil pengukurannya dikurangi 0,7 cm. indeks PB/U atau TB/U menggambarkan status gizi pendek (*stunted*) dan sangat pendek (*severely stunted*). Alat pengukur panjang badan harus sesuai dengan pedoman yang dikeluarkan Puslitbang gizi. Cara mengukurnya adalah:

- 1) Alat pengukur diletakkan di atas meja atau tempat datar;
- 2) Bayi ditidurkan lurus di dalam alat pengukur, kepala diletakkan hati-hati hingga menyinggung bagian atas alat ukur;
- 3) Bagian pengukur sebelah bawah kaki digeser sehingga menyinggung telapak kaki dan skala pengukur dapat dibaca.

Untuk balita yang dapat berdiri, pengukuran tinggi badan sama dengan alat ukur dewasa menggunakan mikrotua atau stadiometer

#### **c. Berat Badan Menurut Panjang Badan Atau Tinggi Badan (BB/PB atau BB/TB)**

BB/TB menggambarkan berat badan dibandingkan dengan pertumbuhan linear (PB atau TB) dan digunakan untuk mengklasifikasikan status gizi kurus (*wasted*) dan sangat kurus (*severely wasted*).

#### **d. Indeks Massa Tubuh Menurut Umur (IMT/U)**

IMT/U merupakan indikator untuk menilai massa tubuh sehingga status gizi dapat ditentukan. Indeks ini juga dapat digunakan sebagai skrining *overweight* dan obesitas. Grafik IMT/U dan BB/TB cenderung menunjukkan hasil yang sama.

#### **e. Lingkar Kepala**

Lingkar kepala merupakan standard untuk memeriksa patologi anak dari besar kepala, seperti kondisi hidrosefalus (kepala besar) atau mikrosefalus (kepala kecil). Lingkar kepala berhubungan dengan ukuran otak dan tulang tengkorak kepala. Ukuran otak meningkat cepat dalam 1 tahun pertama kehidupan. Ukuran otak dan lapisan tulang kepala bervariasi sesuai keadaan gizi. rasio lingkar kepala dan lingkar dada dapat menentukan KEP pada anak. Alat yang digunakan terbuat dari serat kaca dengan lebar kurang dari 1 cm, fleksibel dan tidak mudah patah. Cara pengukuran adalah melingkarkan pita ukur mengelilingi kepala dengan melewati dahi, di atas telinga. Lingkar kepala juga dipengaruhi oleh suku bangsa dan genetik.

#### **f. Lingkar Dada**

Lingkar dada biasanya diukur pada anak 2-3 tahun karena rasio lingkar kepala dan lingkar dada usia 6 bulan masih sama. Setelah 6 bulan, tulang tengkorak tumbuh melambat dan lingkar dada tumbuh lebih cepat. Jika rasio lingkar kepala dan lingkar dada  $< 1$ , maka terjadi kegagalan pertumbuhan dan perkembangan, atau kelemahan otot dan lemak pada dinding dada (Supriasa dkk., 2001). Alat yang digunakan adalah pita ukur yang sama dengan pita ukur lingkar kepala. Pengukuran dilakukan pada garis puting susu. Permasalahan yang sering dihadapi adalah akurasi pembacaan hasil karena pernafasan anak yang tidak teratur.

**Tabel 5. Kategori dan Ambang Batas Status Gizi Anak Berdasarkan Indeks**

Indeks	Kategori Status Gizi	Ambang Batas (Z-Score)
Berat Badan menurut Umur (BB/U) anak usia 0 - 60 bulan	Berat Badan sangat kurang ( <i>severely underweight</i> ) Berat Badan kurang ( <i>underweight</i> ) Normal Risiko berat badan lebih	$\leq 3$ SD  -3 SD sampai dengan $\leq -2$ SD -2 SD sampai dengan +1 SD >+1 SD
Panjang Badan atau Tinggi Badan menurut Umur (PB/U atau TB/U) anak usia 0 - 60 bulan	Sangat pendek ( <i>severely stunted</i> ) Pendek ( <i>stunted</i> ) Normal Tinggi	$\leq 3$ SD  -3 SD sampai dengan $\leq -2$ SD -2 SD sampai dengan 2 SD >2 SD
Berat Badan menurut Panjang Badan atau Tinggi Badan (BB/PB atau BB/TB) anak usia 0 - 60 bulan	Gizi buruk ( <i>severely wasted</i> ) Gizi kurang ( <i>wasted</i> ) Gizi baik Berisiko gizi lebih ( <i>possible risk of overweight</i> ) Gizi Lebih ( <i>overweight</i> ) Obesitas ( <i>obese</i> )	$\leq 3$ SD  -3 SD sampai dengan $\leq -2$ SD -2 SD sampai dengan +1 SD >+1 SD sampai dengan +2 SD  >+2 SD sampai dengan +3 SD >+3 SD
Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U) anak usia 0 - 60 bulan	Gizi buruk ( <i>severely wasted</i> ) Gizi kurang ( <i>wasted</i> ) Gizi baik Berisiko gizi lebih ( <i>possible risk of overweight</i> ) Gizi Lebih ( <i>overweight</i> ) Obesitas ( <i>obese</i> )	$\leq 3$ SD  -3 SD sampai dengan $\leq -2$ SD -2 SD sampai dengan +1 SD >+1 SD sampai dengan +2 SD  >+2 SD sampai dengan +3 SD >+3 SD

Sumber : Kemenkes, 2020

### Penilaian status gizi balita secara Klinis

Selain pemeriksaan antropometri, status gizi pada balita dapat dilakukan pemeriksaan klinis untuk mengidentifikasi kelainan gizi yang diderita. Pemeriksaan fisik dan riwayat medis merupakan metode klinis yang dapat digunakan untuk mendeteksi gejala dan

tanda yang berkaitan dengan kekurangan gizi. Gejala dan tanda yang muncul, sering kurang spesifik untuk menggambarkan kekurangan zat gizi tertentu. Mengukur status gizi dengan melakukan pemeriksaan bagian-bagian tubuh dengan tujuan untuk mengetahui gejala akibat kekurangan atau kelebihan gizi. Pemeriksaan klinis biasanya dilakukan dengan bantuan perabaan, pendengaran, pengetokan, penglihatan, dan lainnya. Misalnya pemeriksaan pembesaran kelenjar gondok sebagai akibat dari kekurangan iodium. Pemeriksaan klinis adalah pemeriksaan yang dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya gangguan kesehatan termasuk gangguan gizi yang dialami seseorang. Pemeriksaan klinis dilakukan dengan beberapa cara, di antaranya melalui kegiatan anamnesis, observasi, palpasi, perkusi, dan/atau auskultasi. Salah satu pemeriksaan klinis yang dapat dilakukan adalah:

a. Kekurangan energi protein (KEP)

KEP adalah keadaan kurang gizi karena rendahnya konsumsi energi dan protein dalam makanan, sehingga tidak mencukupi angka kecukupan gizi. Pemeriksaan klinis pada KEP yaitu:

1) Marasmus

- a) Tampak sangat kurus
- b) Wajah seperti orang tua
- c) Rewel
- d) Kulit keriput, jaringan lemak subkutan sangat sedikit
- e) Disertai penyakit kronik
- f) Tekanan darah, nadi/detak jantung dan pernafasan berkurang

2) Kwashiorkor

- a) Edem di seluruh tubuh
- b) Wajah membulat

- c) Rewel, kadang apatis
- d) Anoreksia
- e) Pembesaran hati
- f) Sering disertai penyakit infeksi dan anemia
- g) Rambut kusam dan mudah dicabut
- h) Gangguan kulit berupa bercak merah yang luas dan menjadi hitam terkelupas
- i) Pandangan mata sayu

3) Marasmus-kwashiorkor: gabungan dari tanda-tanda marasmus dan kwashiorkor

b. Kekurangan vitamin A

Kelainan ini merupakan penyebab kebutaan pada anak yang banyak ditemukan pada usia 2-3 tahun. Gejala kekurangan vitamin A ada 2, yaitu keadaan yang reversibel (buta senja, xerosis konjungtiva, xerosis kornea, dan bercak bitot; dan keadaan yang ireversibel yaitu keadaan yang sulit sembuh seperti ulserasi kornea dan keratomalasia

## 2. Penilaian Status Gizi Balita Berdasarkan Data Riwayat Makan

Penilaian status gizi berdasarkan data riwayat makanan dan asupan adalah:

- a. Riwayat pemberian makan, antara lain kebiasaan makan, teknik pemberian makan, gangguan makan, dan lingkungan;
- b. Nafsu makan dan asupan, antara lain nafsu makan harian, factor yang memengaruhi asupan seperti preferensi, alergi, intoleransi terhadap bahan makanan tertentu, gangguan mengunyah maupun menelan, dan keterampilan makan;
- c. Riwayat pola makan, antara lain pemberian air susu ibu (ASI), frekuensi dan durasi pemberian ASI, frekuensi dan jumlah pemberian makanan pendamping ASI (MP-ASI) ataupun susu

formula , usia mulai dikenalkan pada MP-ASI, variasi MP-ASI, suplementasi vitamin atau mineral, dan gangguan seperti mual, muntah, diare, konstipasi, dan kolik.

### **3. Penilaian Status Gizi Balita Secara Biokimia**

Penilaian status gizi dengan menggunakan data biokimia adalah untuk mendiagnosis atau mengonfirmasi adanya defisiensi atau kelebihan zat gizi. Tes biokimia mengukur zat gizi dalam cairan tubuh atau jaringan tubuh atau ekskresi urin. Misalnya mengukur status iodium dengan memeriksa urin, mengukur status hemoglobin dengan pemeriksaan darah dan lainnya.

#### **E. Serum Albumin**

Albumin merupakan serum protein cadangan dalam tubuh yang diproduksi oleh hati. Secara normal, albumin merupakan 55% dari semua protein plasma. Jumlah albumin untuk penilaian status gizi adalah normal 3,5-4,7 g/dL kekurangan ringan 2,8-3,4 g/dL kekurangan sedang 2,1-2,7 g/dL, kekurangan berat < 2,1 g/dL (Reid et al, 2002).

Albumin merupakan protein plasma yang paling melimpah, disintesis oleh hati dan dilepaskan ke dalam darah. Orang yang sehat menghasilkan sekitar 9 sampai 12 g albumin per hari (Wada L, 1986). Perubahan tekanan osmotik dan osmolalitas ruang ekstraseluler mempengaruhi laju sintesis albumin dalam tubuh. Albumin dalam plasma mempertahankan tekanan onkotik dan mengangkut zat gizi seperti vitamin B6; mineral termasuk zink, kalsium, dan sedikit tembaga; zat gizi seperti asam lemak; dan asam amino triptofan. Beberapa obat dan hormon juga diangkut oleh albumin. Albumin digunakan dengan beberapa protein lain di dalam darah untuk menilai status protein individu, khususnya status protein visceral (organ internal). Karena waktu paruh

albumin yang relatif lama (14-18 hari), bagaimanapun, ini tidak sebaik atau sesensitif indikator status protein viseral seperti beberapa protein plasma lainnya. Waktu paruh adalah waktu yang dibutuhkan untuk 50% dari jumlah protein seperti albumin (atau senyawa nonprotein) untuk terdegradasi. Albumin terdegradasi terutama di sel endotel vascular (Gropper et al, 2009).

Berdasarkan Review dan Meta Analisis, Albumin adalah protein paling melimpah dalam serum manusia yang telah digunakan selama beberapa dekade sebagai indikator malnutrisi pada pasien dalam kondisi klinis yang stabil. Konsentrasi albumin serum menurun dengan bertambahnya usia. sebesar 0,1 g /dL per tahun; Namun, usia itu sendiri bukanlah penyebab hipoalbuminemia (Cabreriz et al, 2015).

Albumin mula-mula dibentuk sebagai suatu praprotein. Peptida sinyalnya dikeluarkan sewaktu protein ini masuk ke dalam sistem retikulum endoplasma kasar, dan heksapeptida di terminal amino yang terbentuk kemudian diputuskan ketika protein ini menempuh jalur sekretorik. Sintesis albumin berkurang pada beragam penyakit, terutama penyakit hati. Plasma pasien dengan penyakit hati sering memperlihatkan penurunan rasio albumin terhadap globulin. Pembentukan albumin mengalami penurunan relatif dini pada kondisi-kondisi malnutrisi protein, misalnya kwashiorkor (Murray et al, 2012).

Serum albumin merupakan indeks gizi yang banyak dipakai sebagai pemeriksaan pada populasi karena mudah diukur dan berhubungan dengan risiko mortalitas pada berbagai penyakit. Kadar albumin yang rendah berhubungan dengan risiko peningkatan morbiditas dan mortalitas pasien yang dirawat. Pada anak gizi buruk terjadi penurunan sintesis dan pemecahan protein total tubuh. Hal tersebut disebabkan proses adaptasi terhadap keadaan energi yang kurang pada anak gizi buruk (Baron & Hudson, 2010).

Albumin manusia terdiri dari satu rantai polipeptida dengan 585 asam amino dan mengandung 17 ikatan disulfida. Dengan menggunakan protease, albumin dapat dibagi menjadi tiga domain yang memiliki fungsi berbeda-beda, Albumin berbentuk elips yang berarti bahwa albumin tidak meningkatkan viskositas plasma sebanyak peningkatan yang dilakukan oleh molekul panjang seperti fibrinogen, Karena massa molekulnya yang relatif rendah (sekitar 69 kDa) dan konsentrasinya yang tinggi, albumin diperkirakan menentukan sekitar 75-80 % tekanan osmotik plasma manusia (Murray et al, 2012).

Pertahanan sistem alamiah tubuh terdiri dari protein yang dapat dipecah dan berikatan dengan produk bakteri. Sirkulasi protein tersebut penting untuk mengenali produk bakteri oleh leukosit yang berfungsi untuk fagositosis dan membunuh bakteri. Anak gizi buruk mempunyai rerata penurunan sintesis protein total dan peningkatan pemecahan yang menyebabkan penurunan kadar albumin dalam tubuh. Penurunan kadar albumin dalam tubuh berhubungan dengan peningkatan risiko infeksi (Hughes, 2006)

Ada hubungan yang erat antara konsentrasi serum albumin dan semua penyebab kematian pada lansia (Keller, 2019). Pada pasien dengan patah tulang pinggul, kadar albumin di bawah 3.5 g /dL dikaitkan dengan tingkat komplikasi pasca operasi yang lebih tinggi seperti assepsis dan mortalitas. Kehilangan massa otot yang signifikan telah diamati pada orang tua dengan kadar albumin rendah. Keadaan peradangan dan khususnya, konsentrasi tinggi dari sitokin IL-6 dan TNF-alpha, adalah dua faktor utama yang menyebabkan rendahnya kadar serum albumin (Cabrerizo et al, 2015).

**Tabel 6. Karakteristik serum protein visceral**

<b>Protein</b>	<b>Berat Molekul</b>	<b>Paruh Hidup</b>	<b>Rentang Rekomendasi</b>
Albumin	65,000	20 hari	3.30 to 4.80 g per dL
Transferrin	76,000	10 hari	0.16 to 0.36 g per dL
Prealbumin	54,980	2 hari	16 to 35 mg per dL
Retinol-Binding Protein (RBP)	21,000	1/2 hari	3–6 mg/dL

Tabel diadaptasi dari (Spiekerman, 1995)

Konsentrasi albumin, prealbumin, dan protein pengikat retinol atau RBP berkurang dalam darah dalam jangka waktu yang berbeda-beda (tergantung pada waktu paruhnya) pada orang, misalnya, yang mengonsumsi makanan yang mengandung protein yang tidak mencukupi karena penyakit. Biasanya, konsentrasi plasma albumin <3,5 g / dL, prealbumin (transthyretin) <18 mg / dL, dan protein pengikat retinol <2,1 mg / dL menunjukkan status protein visceral yang tidak adekuat pada individu. Orang-orang seperti itu membutuhkan diet tinggi energi (kkal) dan protein untuk meningkatkan status (dengan asumsi hati sehat) (Gropper et al, 2009).

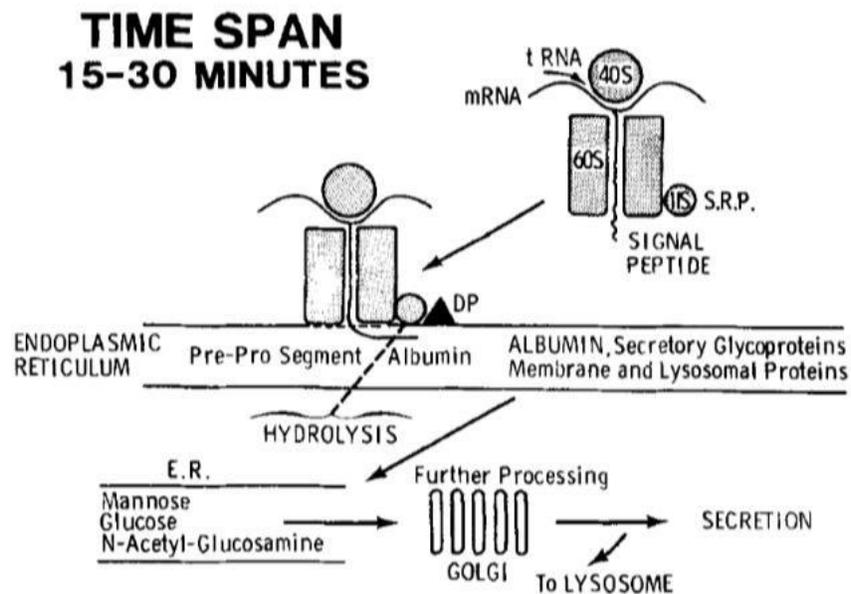
Peradangan sistemik tidak hanya mengurangi sintesis albumin tetapi juga meningkatkan degradasinya dan meningkatkan kebocoran transkapilernya. Prealbumin, juga disebut transthyretin, adalah protein transportasi untuk hormon tiroid dan disintesis oleh hati dan sebagian dikatabolisme oleh ginjal. Konsentrasi serum prealbumin kurang dari 10mg / dL berhubungan dengan malnutrisi (Keller, 2019).

Selain keseimbangan asam-basa, protein (bersama dengan faktor lain) memengaruhi keseimbangan cairan. Kehadiran protein dalam darah dan sel membantu menjaga keseimbangan cairan, atau dinyatakan secara berbeda, membantu menarik air dan berkontribusi pada tekanan osmotik. Hilangnya atau berkurangnya konsentrasi protein, seperti albumin, dalam plasma darah

menyebabkan penurunan tekanan osmotik plasma. Ketika konsentrasi protein dalam darah kurang padat dari biasanya, cairan “bocor” keluar dari darah dan masuk ke ruang interstisial, menyebabkan pembengkakan (edema). Memulihkan protein yang cukup dalam darah (misalnya, dengan memasukkan albumin secara intravena) meningkatkan difusi air dari ruang interstisial kembali ke dalam darah. Dua protein lain yang disintesis oleh hati dan dilepaskan ke dalam plasma adalah transthyretin (juga disebut prealbumin) dan protein pengikat retinol (yang dikomplekskan bersama dan terlibat dengan retinol, atau vitamin A, dan pengangkutan hormon tiroid). Transthyretin dan retinol-binding protein, seperti albumin, digunakan sebagai indikator biokimia dari status protein visceral. Karena protein pengikat transthyretin dan retinol memiliki waktu paruh yang relatif lebih pendek (2 hari dan 12 jam, masing-masing) daripada albumin, mereka lebih sensitif sebagai indikator perubahan status protein viseral daripada albumin (Gropper et al, 2009).

Penelitian elektroforetik memperlihatkan bahwa plasma orang tertentu tidak mengandung albumin. Orang-orang ini dikatakan mengalami analbuminemia. Salah satu penyebab keadaan ini adalah mutasi yang memengaruhi penggabungan (splicing). Orang dengan analbuminemia hanya memperlihatkan edema sedang, meskipun pada kenyataannya albumin adalah penentu utama tekanan osmotik plasma. Diperkirakan bahwa jumlah protein plasma lain meningkat dan mengkompensasi ketiadaan albumin tersebut. Fungsi penting lain albumin adalah kemampuannya mengikat berbagai ligan. Ligan-ligan tersebut mencakup asam lemak bebas (FFA), kalsium, hormon steroid tertentu, bilirubin, dan sebagian triptofan plasma. Selain itu, albumin tampaknya berperan penting dalam mengangkut tembaga di tubuh manusia. Berbagai obat, termasuk sulfonamid, penisilin G, dikumarol, dan aspirin, berikatan dengan albumin; temuan ini memiliki dampak farmakologis yang penting (Murray et al, 2012).

Sekresi albumin juga bisa dipengaruhi oleh agen yang berdampak pada sitoskeleton. Kolkisin dan taksol keduanya menghambat sekresi albumin dari hepatosit. Yang pertama mendepolimerisasi tubulin, dan yang terakhir mendukung polimerisasi tubulin dengan pembentukan mikrotubulus disfungsi. Dengan agen-agen ini, albumin cenderung terakumulasi, menunjukkan bahwa aksi mereka pada sekresi terjadi setelah Golgi. Alkohol juga mempengaruhi sekresi, dan agen penyebabnya adalah produk metaboliknya, asetaldehida, yang dapat bereaksi dengan tubulin yang menghambat polimerisasi dan pembentukan mikrotubulus normal, sekresi albumin dapat dilihat pada gambar 4 (Marcus et al, 1988).



**Gambar 6. Sintesis dan sekresi serum albumin serum**  
**Sumber: (Marcus et al, 1988)**

## F. Serum Zink

Tubuh manusia mengandung 1,5 sampai 2,5g zink. Zink ditemukan di semua organ dan jaringan (terutama pada intraselular) dan cairan tubuh. Zink, logam, bisa ditemukan dalam berbeda keadaan valensi, tetapi hampir secara universal ditemukan sebagai divalen ( $Zn^{2+}$ ). Zink memiliki banyak fungsi yang tampaknya berbeda, mungkin karena ini adalah komponen dari berbagai metalloenzim. Sebagai komponen metalloenzim, zink memberikan integritas struktural pada enzim dengan mengikat langsung ke residu asam amino, berpartisipasi dalam reaksi di lokasi katalitik, atau keduanya. Zink tampaknya menjadi bagian dari sistem enzim lebih banyak daripada gabungan mineral trace lainnya. Zink mempengaruhi banyak proses kehidupan yang fundamental (Gropper, Sareen S, Jack L Smith, 2009).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Septianingrum (2015 dikutip dalam Shankar AH & Prasad, 1998) bahwa Zn (zink) merupakan salah satu unsur mikro yang sangat dibutuhkan oleh manusia dan hewan. Kebutuhannya dalam proses pengaturan metabolisme tubuh. Zink merupakan kofaktor yang dapat meningkatkan lebih dari 70 macam enzim yang mempunyai fungsi khusus pada organ mata, hati, ginjal, otot, kulit, tulang, dan organ reproduksi laki – laki seperti karbonik-anhidrase dalam sel darah merah serta karboksi peptidase dan dehidrogenase dalam hati. Zink juga berperan penting dalam sistem kekebalan dan terbukti bahwa zink merupakan mediator potensial pertahanan tubuh terhadap infeksi. Limfopenia, konsentrasi dan fungsi limfosit T dan B menurun, menurunnya fungsi leukosit seringkali ditemukan pada penderita defisiensi zink.

Zink ditemukan dalam makanan yang mengandung asam amino yang merupakan bagian dari peptida dan protein serta dengan asam nukleat. Kandungan zink dalam makanan sangat bervariasi (Tabel 12.3).

Sumber zink yang sangat baik adalah daging merah (terutama daging organ) dan makanan laut (terutama tiram dan moluska). Produk hewani diperkirakan menyediakan antara 40% dan 70% zink yang dikonsumsi oleh kebanyakan orang di Amerika Serikat. Sumber zink baik hewani lainnya termasuk unggas, babi, dan produk susu. Biji-bijian utuh (terutama dedak dan kuman) dan sayuran (berdaun dan akar) merupakan sumber zink yang baik bagi tanaman. Buah-buahan dan sereal olahan adalah sumber zink yang buruk. Sumber nabati tidak hanya memiliki kandungan zink yang lebih rendah, tetapi zink dari tumbuhan juga diserap lebih sedikit daripada zink dari daging (Hunt J, Matthys L, 1998).

**Tabel 7. Kandungan Zink pada beberapa jenis makanan**

<b>Kelompok Makanan</b>	<b>Zinc (mg/100 g)</b>
Makanan Laut	
Kerang	17-91
Daging Kepiting	3,8-4,3
Udang	1,1
Tuna	0,5-0,8
Daging dan Unggas	
Hati	3,1-3,9
Ayam	1,0-2,0
Daging Sapi	3,9-4,1
Daging Sapi muda/Lembu	3,1-3,2
Daging Babi	1,6-2,1
Telur dan Olahan Susu	
Telur	1,1
Susu	0,4
Keju	2,8-3,2
Kacang-Kacangan (Masak)	0,6-1,0
Padi dan Sereal	
Beras dan Pasta	0,3-0,6
Roti (gandum)	1,0
Roti (Putih)	0,6-0,8
Sayuran	0,1-0,7
Buah-buahan	<0,1

Sumber : [www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp](http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp) dalam Gropper 2009

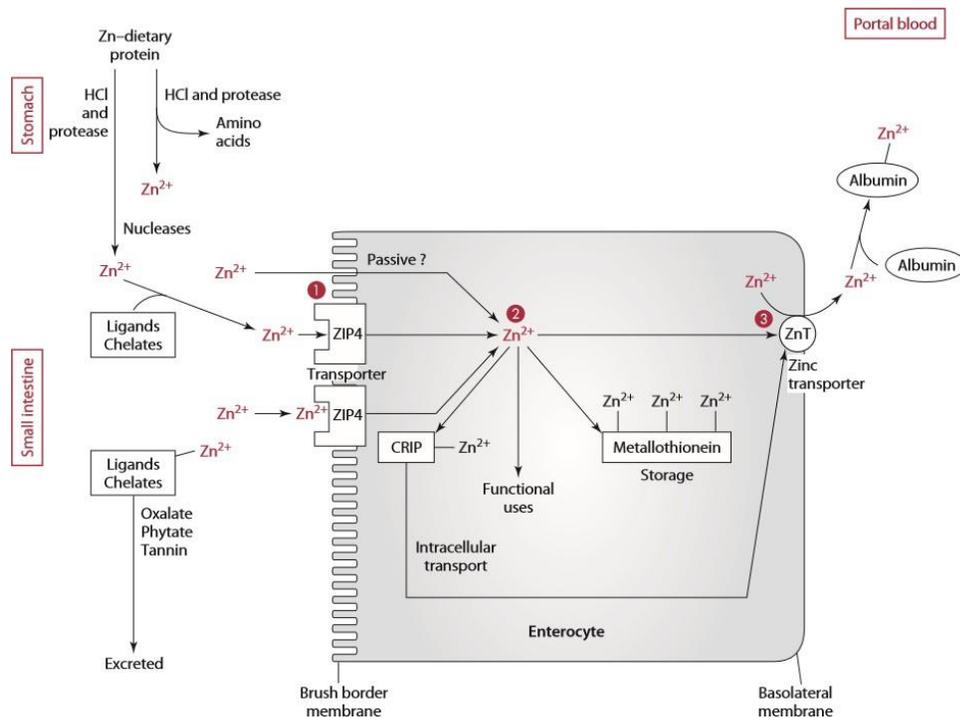
Sebelum folat dalam bentuk poliglutamat dalam makanan dapat diserap, mereka harus dihidrolisis menjadi bentuk monoglutamat. Hidrolisis atau dekonjugasi ini dilakukan oleh setidaknya dua folylpoly- $\gamma$ -glutamyl carboxypeptidases (FGCP), juga disebut hidrolase pteroylpolyglutamate atau konjugase. Konjugase menunjukkan aktivitas terpisah di mukosa jejunum manusia, satu membran larut dan membran lainnya terikat di tepi sikat usus (Sauberlich, 1985). Konjugase juga ditemukan di pankreas dan empedu. Konjugase batas sikat adalah eksopeptidase yang bergantung pada zink yang secara bertahap memotong poliglutamat menjadi monoglutamat. Kekurangan zink mengganggu aktivitas konjugase dan mengurangi pencernaan dan dengan demikian penyerapan folat (Pfeff et al, 1997).

Menurut Muchtadi dan Palupi (1992), ketersediaan zink secara biologis ditentukan berdasarkan kekuatan zink yang terikat pada protein. Protein berperan sebagai carrier zink untuk dapat diserap oleh tubuh. Protein utama dalam penyerapan zink adalah albumin. Nilai albumin dalam plasma merupakan penentu utama penyerapan zink. Albumin merupakan alat transport utama zink. Absorpsi zink menurun bila albumin darah menurun, misalnya dalam keadaan gizi kurang atau kehamilan (Almatsier 2001). Namun, zink juga dapat berikatan dengan transferin seperti pada penyerapan besi. Pada manusia normal, transferin biasanya disaturasi oleh besi kurang dari 50%, tetapi pada konsumsi besi berlebihan transferrin dapat lebih tersaturasi oleh besi sehingga transferrin yang tersedia untuk penyerapan zink berkurang. Hal tersebut dapat mengakibatkan penurunan penyerapan zink di dalam tubuh, yang terjadi bila konsumsi besi lebih dari dua kali konsumsi zink (Whitney & Rolfes 2007).

Penghambatan absorpsi besi telah dibuktikan dengan jumlah zink yang lebih besar, biasanya sebagai zink sulfat, dalam jumlah yang lebih

besar daripada besi sebagai besi sulfat. Misalnya, mengonsumsi 15 mg dan 45 mg zink sebagai zink sulfat, diberikan dalam larutan air dengan 3 mg besi sebagai sulfat besi, secara signifikan mengurangi penyerapan besi (Rossander et al, 1991). Zink dalam rasio molar 1: 1 dan 2.5: 1 (27 mg zink dan 68.5 mg zink) dengan zat besi dalam larutan menghambat penyerapan zat besi nonheme masing-masing sebesar 66% dan 80% (Croft et al, 1989). Sebuah tinjauan studi menilai interaksi besi dan zink menunjukkan bahwa hasil interaksi terutama ketika dua mineral diberikan dalam larutan dan tidak terjadi ketika mereka diberikan dalam makanan (Whittaker, 1998); Namun, sebuah penelitian di mana tepung diperkaya dengan jumlah besi dan zink yang sama karena zink sulfat secara signifikan mengurangi penyerapan zat besi pada anak-anak.

Tempat utama penyerapan zink di saluran pencernaan adalah usus kecil bagian proksimal, kemungkinan besar jejunum. Namun, kontribusi relatif dari setiap segmen usus halus (duodenum, jejunum, dan ileum) terhadap penyerapan zink secara keseluruhan belum dibuktikan. Zink diserap ke dalam enterosit melalui proses yang dimediasi oleh pembawa, dengan asupan zink yang rendah diserap lebih efisien daripada asupan yang lebih tinggi. Pembawa protein yang disebut Zrt- and Irt-like protein (ZIP) 4 dianggap sebagai transporter utama zink melintasi membran batas sikat enterosit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 7. Pencernaan, penyerapan, penggunaan enterosit, dan transportasi zink.**

Sumber: (Gropper et al, 2009)

### G. Insulin-Like Growth Factor-1 (IGF-1)

Hormon pertumbuhan (*Growth Hormone/GH*) / *insulin-like growth factor-1* (IGF-1) sangat penting untuk regulasi pertumbuhan linier anak-anak. GH merangsang transkripsi IGF-1 di hati, menghasilkan peningkatan konsentrasi IGF-1, yang menjadi perantara banyak dari efek peningkatan GH. Apabila jumlah IGF-1 Tidak cukup atau kurang maka secara klinis dapat muncul sebagai perawakan pendek. konsentrasi IGF-1 biasanya dipengaruhi oleh banyak faktor, selain dari genetika dan hormon, terutama nutrisi telah dianggap sebagai faktor kunci IGF-1. Apalagi level IGF-1 sensitif terhadap perubahan gizi jangka pendek dan jangka panjang (Ban & Zhao, 2018).

Pertumbuhan linier merupakan proses fisiologis yang terjadi selama kehidupan dimulai dari janin, masa bayi, masa kanak-kanak, dan pubertas. Poros GH / IGF-1 merupakan pusat regulasi pertumbuhan linier. Hormon pelepas GH (GHRH), reseptor GH (GHR), GH, IGF-1 reseptor (IGF-1R) dan IGF-1 adalah anggota utama dari poros tersebut. Protein pengikat IGF (IGFBPs), subunit asam labil (ALS) yang membawa IGF-1 dalam sirkulasi, dan GHR sebagai mediator, seperti Signal Transducer dan Activator dari Transkripsi 5 (STAT5) dan Janus kinase 2 (JAK2) terlibat dalam regulasi fungsional (Yakar, 2016).

Mekanisme utamanya untuk mengatur pertumbuhan adalah sebagai berikut: Pertama, hipotalamus mengeluarkan GHRH dan somatostatin, sekresi GH dari hipofisis ditingkatkan oleh GHRH, sebaliknya dihambat oleh somatostatin (Goldenberg, 2007). Kemudian, kombinasi GH dan GHR akibat perubahan konformasi domain intraseluler reseptor dan domain intraseluler yang mengikat JAK2 (Brown et al, 2005). Proses ini mengaktifkan jalur pensinyalan, terutama STAT5 yang merangsang transkripsi IGF-1 (Feigerlova et al, 2013).

Tingkat serum IGFBP-3 dan ALS yang memperpanjang waktu paruh serum IGF-1 dan mengatur bioavailabilitas IGF1, penting untuk menjaga tingkat IGF-1. IGF-1 mengikat reseptor tirosin kinase IGF1R, yang memungkinkan IGF-1 untuk merangsang proliferasi kondrosit. di pelat pertumbuhan dengan mengaktifkan diferensiasi osteoblast, memberikan stimulus utama untuk pertumbuhan regulasi tulang (Giustina & Mazziotti , 2008).

Konsentrasi IGF-1 biasanya dipengaruhi oleh banyak faktor, terlepas dari genetik dan hormon, terutama dianggap sebagai faktor kunci untuk IGF-1 (Savage, 2013). Faktor gizi digambarkan memiliki efek yang besar pada poros GH / IGF (Pedroso et al, 2006). Baik malnutrisi atau

kelebihan gizi keduanya berpengaruh negatif pada konsentrasi IGF-1 dan status GH / IGF-1 yang rendah sebagian besar dapat ditanggulangi setelah intervensi gizi (Seid *et al.*, 2018).

Anak-anak dengan malnutrisi dapat datang dengan pertumbuhan yang buruk dan pengembangan. Meski mekanisme pastinya belum jelas, banyak bukti yang menunjukkan penurunan IGF-1 konsentrasi memiliki peran utama dalam pembatasan pertumbuhan yang dimediasi oleh malnutrisi. Malnutrisi dilaporkan cukup signifikan mengurangi konsentrasi IGF-1 yang bersirkulasi pada tikus (Frota *et al.*, 2017). Selain itu, sejumlah studi observasi telah ditemukan anak malnutrisi menunjukkan kadar serum yang lebih tinggi GH dan produksi IGF-1 di hati yang lebih rendah, menunjukkan keadaan resistensi GH (DeBoer *et al.*, 2017).

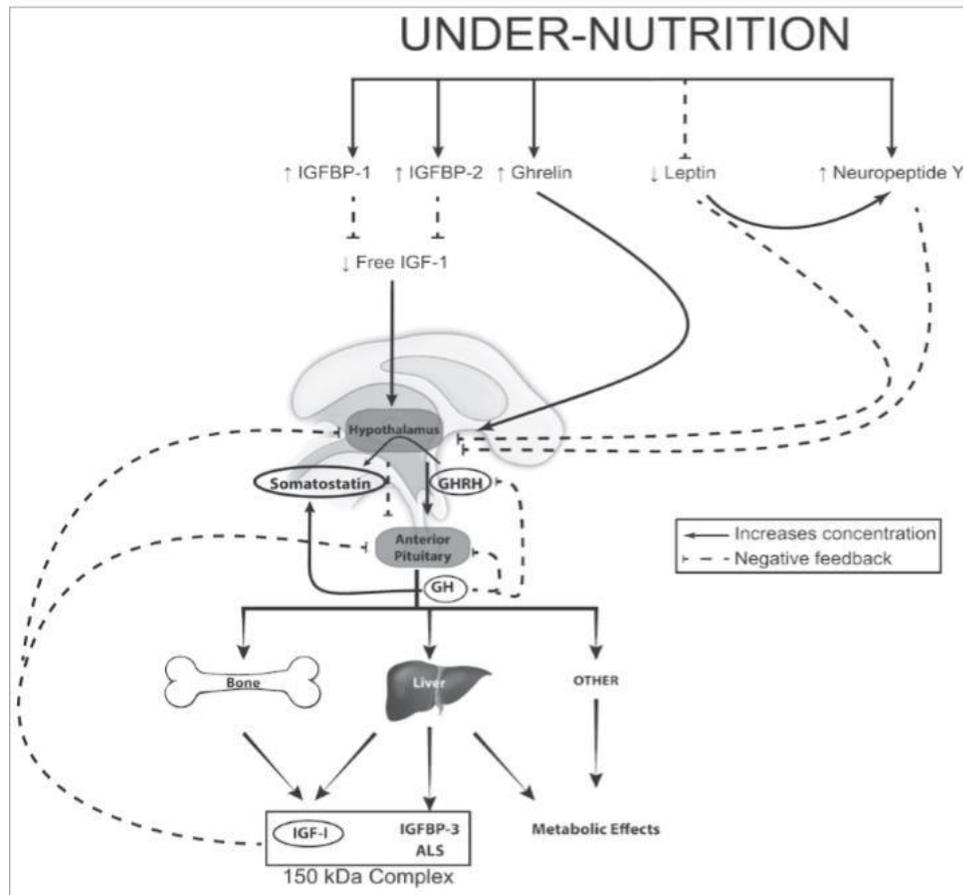
Mengingat GH adalah hormone anti regulasi yang memobilisasi cadangan energi selama malnutrisi, peningkatan GH dapat diukur dalam keadaan malnutrisi. Malnutrisi dapat mengubah poros GH / IGF-1 pada berbagai tingkatan termasuk penurunan ekspresi GHR dan IGF-1 mRNA dalam hati, mempercepat dekomposisi IGF-1, dan mengurangi aktivitas biologis serum IGF-1 (Fuentes *et al.*, 2012).

GH disekresikan oleh sel somatotrofik dari kelenjar hipofisis anterior secara pulsatil, dengan kira-kira lima sampai delapan puncak setiap hari. Sekresi pulsatil ini dirangsang oleh hormon pertumbuhan hipotalamus (GHRH), dengan mekanisme umpan balik endokrin yang mengatur lebih lanjut sistem tersebut. Hal ini termasuk somatostatin, IGF-I, dan ghrelin (Albertsson *et al.*, 1994).

Pada kekurangan gizi kronis, perubahan konsentrasi leptin dan neuropeptida Y (NPY) dapat menurunkan sekresi GH. Leptin diproduksi oleh jaringan adipose (Janeckova R, 2001), dan konsentrasi normal leptin yang bersirkulasi diperlukan untuk sekresi GH. Penelitian pada hewan,

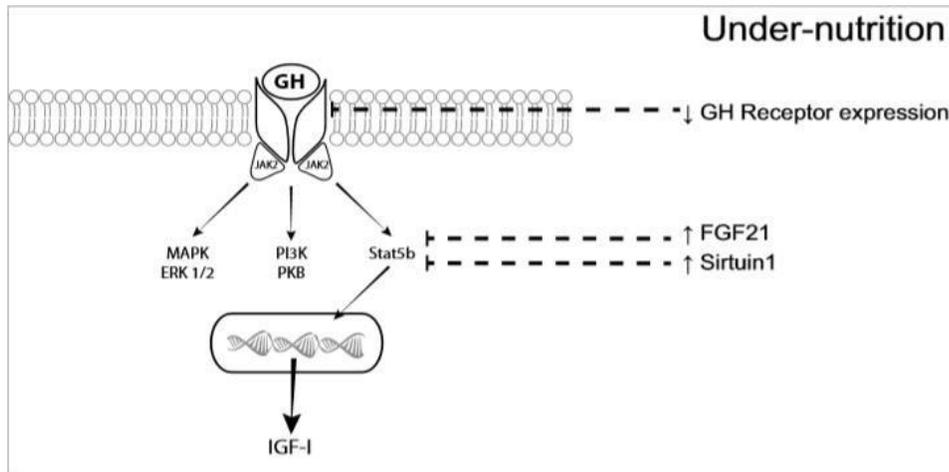
penurunan konsentrasi leptin oleh anti-serum leptin menyebabkan penurunan sekresi GH (Carro et al, 1997). Mekanisme interaksi ini dapat melalui efek langsung pada reseptor leptin hipotalamus, atau secara tidak langsung melalui NPY. Leptin menekan produksi NPY hipotalamus, dan NPY menekan pelepasan GH (Hawkes & Grimberg, 2015).

Jadi, dalam kelaparan terjadi penurunan konsentrasi leptin dan peningkatan produksi NPY hipotalamus, yang dapat mengurangi sekresi GH hipofisis. Kelenjar oksintik fundus lambung mengeluarkan Ghrelin dan ini mengikat reseptor sekretagog GH 1a, merangsang peningkatan sekresi GH oleh hipofisis anterior. Tiga hari pengurangan 50% dalam asupan kalori sebelum pengujian stimulasi GH dapat meningkatkan konsentrasi GH terstimulasi puncak yang dicapai selama pengujian anak-anak yang mencukupi GH (Maghnie et al, 1993). Konsentrasi ghrelin meningkat selama puasa dan ditekan dengan pemberian makan (Müller *et al.*, 2015) dan dapat memediasi efek ini. Namun, pemberian ghrelin pada malnutrisi kronis yang terlihat pada pasien dengan anoreksia nervosa tidak terkait dengan peningkatan konsentrasi GH (Hawkes & Grimberg, 2015).



**Gambar 8. Pengaruh Gizi Kurang Terhadap Sekresi GH**  
**Sumber:** (Hawkes & Grimberg, 2015)

Reseptor GH adalah reseptor sitokin tipe 1 yang diekspresikan terutama oleh hepatosit. Pengikatan GH menghasilkan rotasi salah satu monomer dari reseptor dimer ini, dan domain intraseluler mengikat Janus Kinase 2 (JAK2) (12) Ini mengaktifkan banyak jalur pensinyalan, khususnya Transduser Sinyal dan Aktivator Transkripsi (STAT) -1, - Jalur 3, -5a, -5b, Mitogen-activated protein kinase (MAPK) dan phosphoinositide-3-kinase (PI3K) (13).

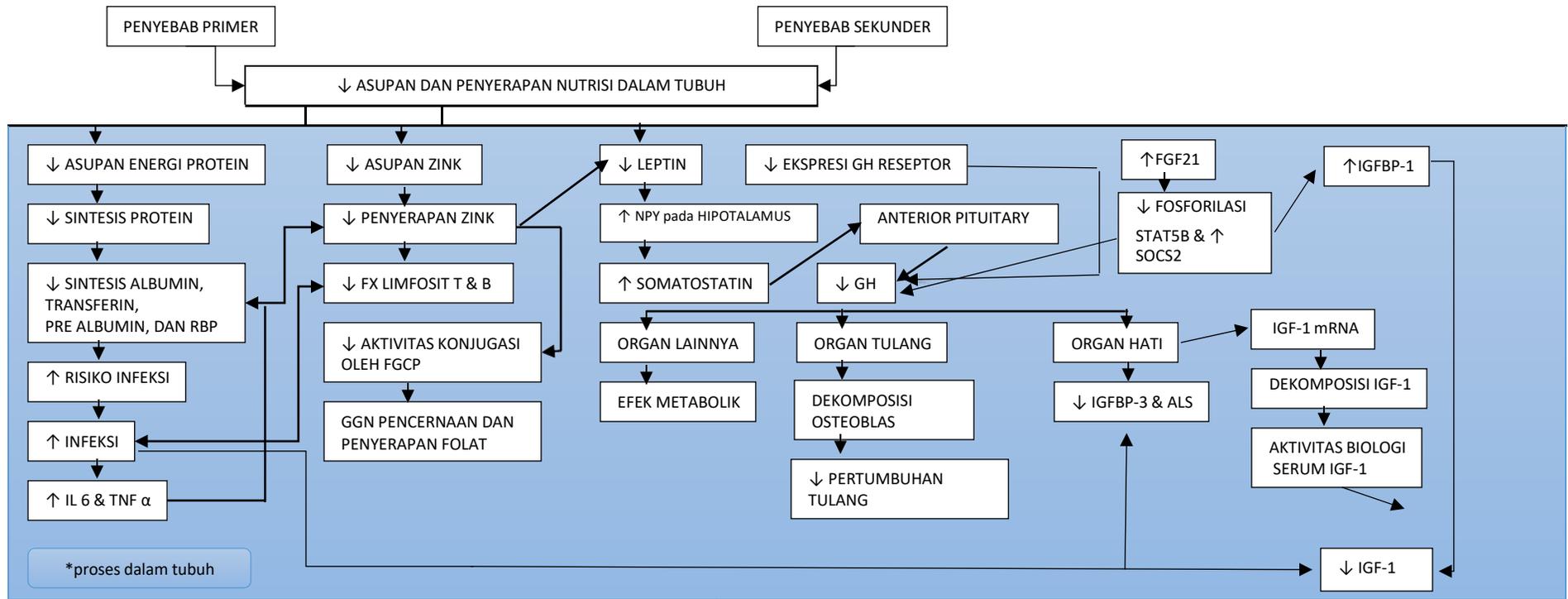


**Gambar 9. Gizi dan pensinyalan hormon pertumbuhan intraseluler**  
**Sumber:** (Hawkes and Grimberg, 2015)

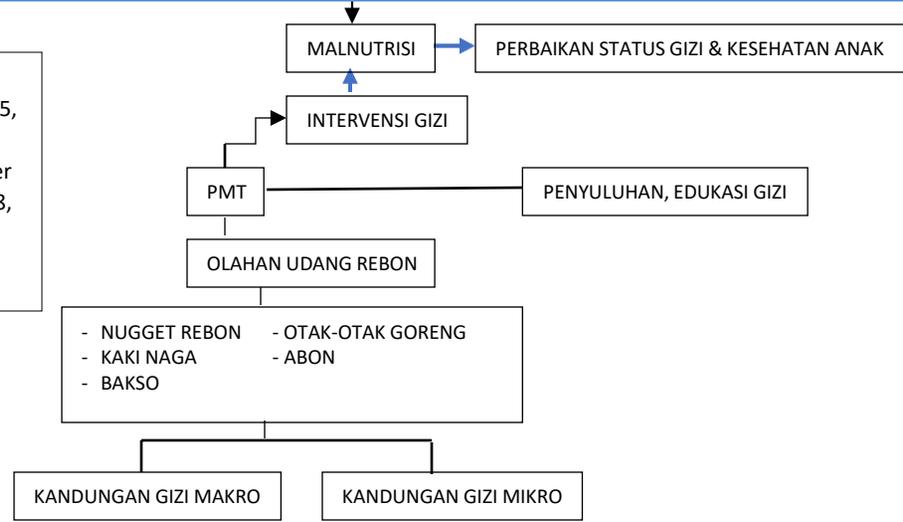
Aktivasi jalur pensinyalan intraseluler ini, terutama STAT5b, menstimulasi transkripsi IGF-I. Kekurangan nutrisi dapat mempengaruhi pensinyalan GH di beberapa titik di jalur dan menyebabkan keadaan resistensi GH. Dalam model hewan dan berbasis sel, pembatasan kalori dikaitkan dengan penurunan transkripsi mRNA reseptor GH. Insulin meningkatkan ketersediaan reseptor GH di hati, dan penurunan konsentrasi insulin selama puasa mungkin berperan dalam pengurangan transkripsi reseptor GH (Leung et al, 2000).

Kondisi Malnutrisi juga dapat menyebabkan resistensi GH melalui efek pada pensinyalan pasca-reseptor. Faktor pertumbuhan fibroblast 21 (FGF21) diproduksi oleh adiposit dan hepatosit, dan konsentrasinya meningkat pada keadaan puasa (Fazeli et al, 2010). FGF21 mengurangi fosforilasi STAT5b dan meningkatkan ekspresi Suppressor of Cytokine Signaling 2 (SOCS2), yang keduanya menurunkan produksi IGF-I (Guasti et al., 2014). FGF21 juga meningkatkan ekspresi IGFBP-1, yang selanjutnya mengurangi bioavailabilitas IGF-I untuk pensinyalan. Mekanisme potensial lainnya melibatkan Sirtuin-1, deasetilase yang

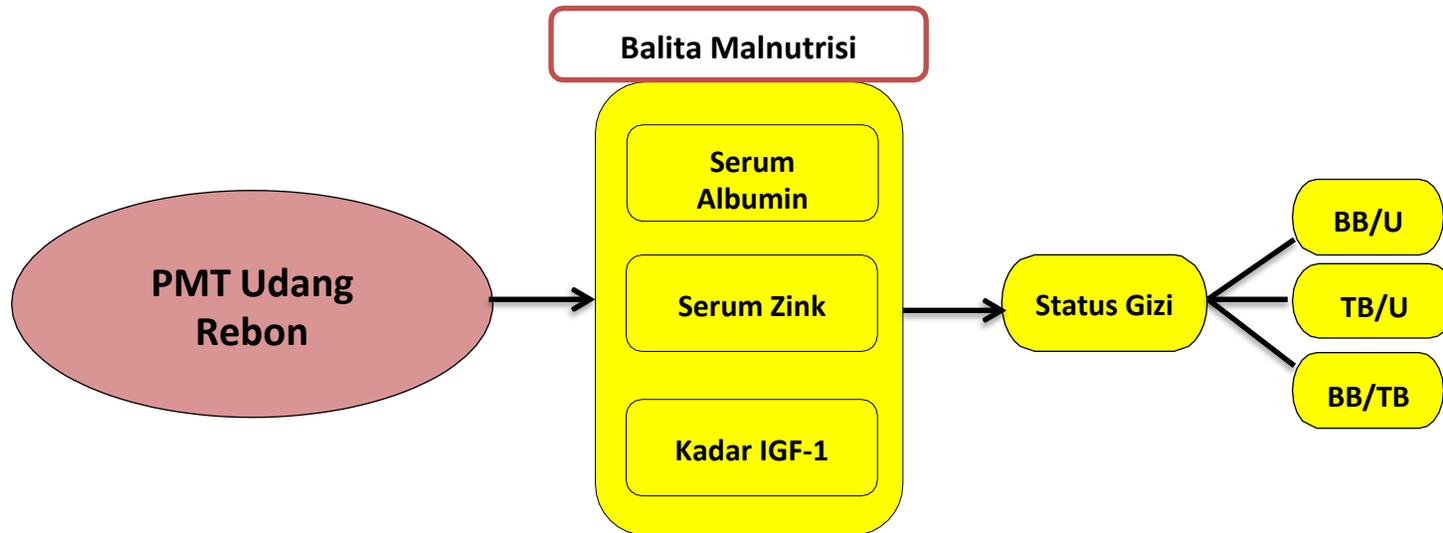
memediasi respons metabolik terhadap puasa melalui efeknya pada metabolisme glukosa dan lipid. Sirtuin-1 juga menghambat fosforilasi tirosin dari STAT5, dan mewakili mekanisme seluler tambahan dari resistensi GH pada malnutrisi. Kekurangan zink, magnesium dan vitamin B6 juga dapat dikaitkan dengan resistensi GH dan penurunan IGF-I, meskipun mekanisme masing-masing tidak diketahui (Yamamoto *et al.*, 2013; Hawkes & Grimberg, 2015).



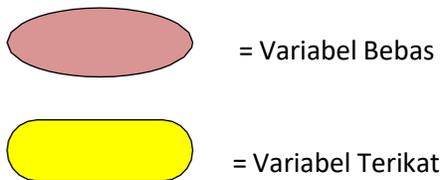
Modifikasi dari berbagai sumber : Spiekerman, 1995, Caarro, 1997, Janeckova , 2001, Alves et al, 2012, Kemenkes, 2014, Hawkes & Grimberg , 2015, Muller et al, 2015, T. Cederholm et al 2017, Stipanuk, 2018, Keller, 2019.



## I. Kerangka Konsep



Keterangan:



## **J. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Terdapat efek pemberian makanan tambahan berbasis udang rebon terhadap peningkatan kadar serum Albumin pada anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan
2. Terdapat efek pemberian makanan tambahan berbasis udang rebon terhadap peningkatan kadar serum Zink pada anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan
3. Terdapat efek pemberian makanan tambahan berbasis udang rebon terhadap peningkatan kadar serum IGF-1 pada anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan
4. Terdapat efek pemberian makanan tambahan berbasis udang rebon terhadap perbaikan status gizi anak malnutrisi usia 24 – 60 bulan