



UNIVERSITAS INDONESIA

**KORELASI ASUPAN BESI, HEMOGLOBIN DAN FERITIN  
SERUM DENGAN INDIKATOR PANJANG BADAN UNTUK  
USIA PADA BAYI *STUNTING*  
USIA 6-12 BULAN DI TANGERANG**

TESIS

**Daunwati  
NPM : 0606000314**

**FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS INDONESIA  
PROGRAM STUDI ILMU GIZI  
JAKARTA  
JULI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**KORELASI ASUPAN BESI, HEMOGLOBIN DAN FERITIN  
SERUM DENGAN INDIKATOR PANJANG BADAN UNTUK  
USIA PADA BAYI *STUNTING*  
USIA 6–12 BULAN DI TANGERANG**

TESIS

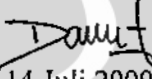
Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Gizi

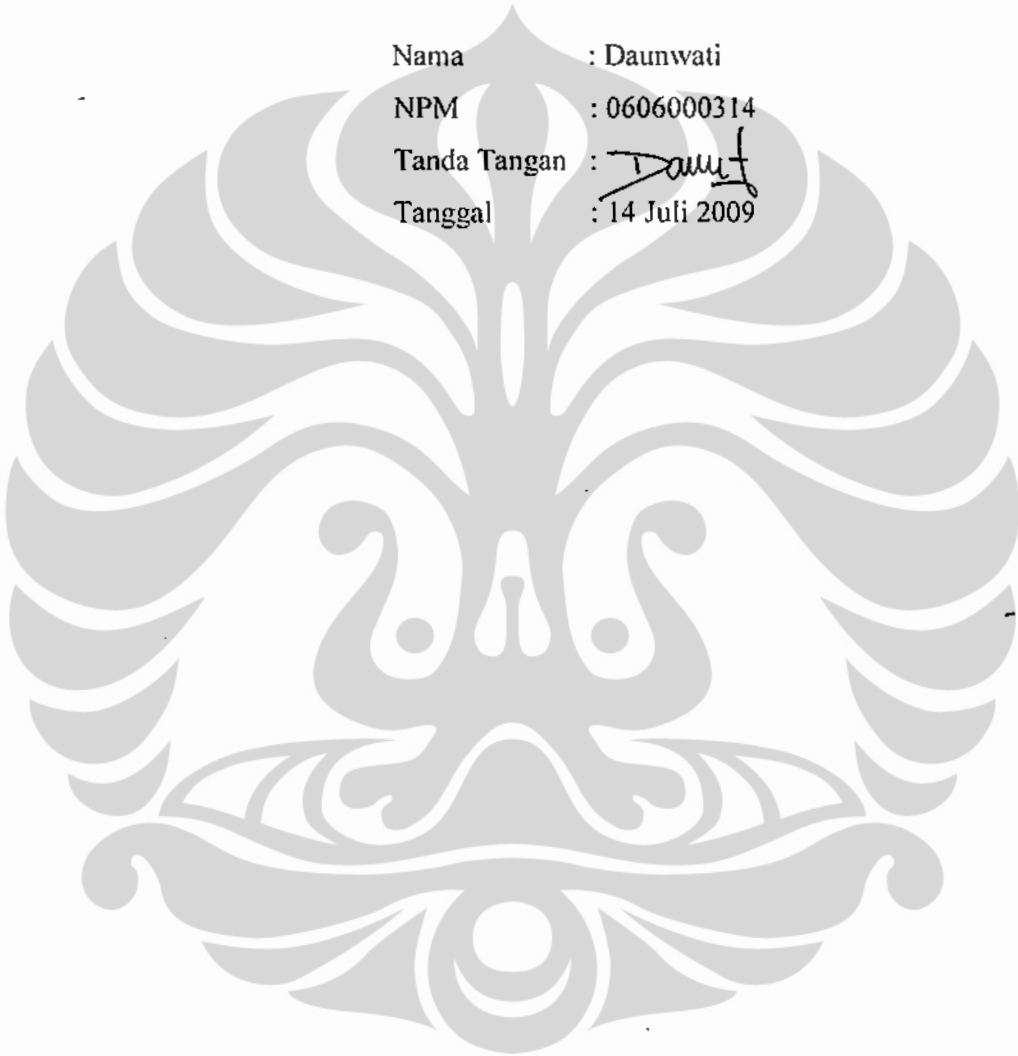
**Daunwati**  
NPM : 0606000314

**FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS INDONESIA  
PROGRAM STUDI ILMU GIZI  
KEKHUSUSAN ILMU GIZI KLINIK  
JAKARTA  
JULI 2009**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Daunwati  
NPM : 0606000314  
Tanda Tangan :   
Tanggal : 14 Juli 2009



Universitas Indonesia

## Halaman Pengesahan

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Daunwati  
NPM : 0606000314  
Program Studi : Ilmu Gizi, Kekhususan Ilmu Gizi Klinik  
Judul Tesis : Korelasi asupan besi, hemoglobin dan feritin serum dengan indikator panjang badan untuk usia pada bayi *stunting* usia 6–12 bulan di Tangerang

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Gizi pada Program Ilmu Gizi, Kekhususan Ilmu Gizi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia

### Dewan Penguji

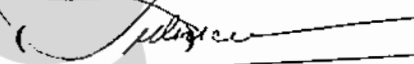
Pembimbing 1. DR. Dr. Saptawati Bardosono, MSc. :



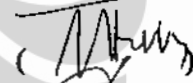
Pembimbing 2. Prof. Dr. Soepardi Soedibyo SpA(K), MARS. :



Penguji : DR. Dr. Endang Basuki. MPH



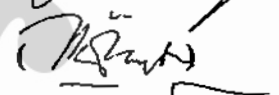
Penguji : Dr. Savitri Sayogo. SpGK



Penguji : Dr. Titis Prawitasari. SpA



Penguji : Dr. Ninik Mudjihartini, MS



Ditetapkan di: Jakarta

Tanggal : 14 Juli 2009

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas karunia Nya, sehingga penyusunan tesis ini dapat diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk meraih gelar Magister Sains pada Program Studi Ilmu Gizi, Kekhususan Gizi Klinik Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia. Penelitian ini merupakan bagian kerjasama penulis dengan CARE International Indonesia.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui korelasi antara status besi dengan *stunting* pada bayi usia 6-12 bulan. *Stunting* masih merupakan masalah di Indonesia dan bila terjadi pada usia dini dihubungkan dengan terhambatnya perkembangan fisik, mental dan sosial. Telah diketahui bahwa zat besi berperan pada pertumbuhan panjang badan bayi dan defisiensi besi mengakibatkan gangguan pertumbuhan panjang badan.

Dengan selesainya tesis ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. DR. Dr. Saptawati Bardosono, MSc
2. Prof. Dr. Soepardi Soedibyo SpA(K), MARS.  
Selaku pembimbing yang dengan tekun dan sabar memberikan dorongan, pengarahan serta bimbingan yang sangat berharga sejak penyusunan proposal hingga penulisan tesis ini selesai.
3. Dr. Lanny Lestiani MSc, SpGK sebagai Ketua Program Studi Ilmu Gizi
4. Dr. Erwin Christianto MS, SpGK sebagai Ketua Kekhususan Ilmu Gizi Klinik  
yang telah membimbing selama pendidikan dan memberi dorongan selama penelitian dan penyusunan tesis ini.
5. Dr. Victor Tambunan MS, SpGK sebagai Ketua Departemen Ilmu Gizi FKUI
6. Kepada seluruh staf pengajar atas bimbingannya selama penulis mengikuti pendidikan sampai selesainya penyusunan tesis ini.
7. Dr. Savitri Sayogo. SpGK, Dr. Titis Prawitasari. SpA, DR. Dr. Endang Basuki.MPH, Dr. Ninik Mudjihartini, MS

yang telah menjadi narasumber yang berharga bagi penulis.

8. Teman-teman sejawat peserta program S2 Kekhususan Ilmu Gizi Klinik UI terutama Diana yang menjadi "*Partner in crime*" selama penelitian, Christina dan Retno yang ikut dalam pengumpulan data dan teman-teman lain yang telah membantu selama pendidikan, penelitian dan penulisan tesis, penulis ucapkan terima kasih.
9. Terima kasih yang tak terhingga kepada Bapak Frank Page, Maria Aruan, dan semua teman-teman dari CARE International Indonesia yang telah ikut membantu dalam penelitian dari persiapan di lapangan sampai pengumpulan data.
10. Terima kasih kepada ibu Asih dan staf dari SEAMEO TROPMED yang telah membantu dalam pemeriksaan laboratorium dan penyediaan alat penelitian.
11. Kepada teman-teman perawat yang telah membantu dalam pengambilan darah di lapangan.
12. Dinas Kesehatan Kabupaten dan Kota Tangerang dan puskesmas-puskesmas yang berada di 20 kelurahan dan desa di Kabupaten dan Kota Tangerang atas kerjasamanya. Kader-kader posyandu yang telah banyak membantu selama pengumpulan data lapangan.
13. Penghargaan terutama kepada ibu subyek dan subyek penelitian yang telah memberi izin, partisipasi dan kerjasamanya dalam pelaksanaan penelitian ini sehingga berjalan dengan baik.
14. Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih dan penghormatan kepada kedua orang tua yang selalu memberikan dorongan, perhatian dan doa selama saya mengikuti pendidikan ini. Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberkati dan memberikan rahmat Nya kepada semua pihak atas kebaikan yang diberikan kepada penulis.

Jakarta, Juli 2009

Penulis

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK  
(Hasil Karya Perorangan)**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Daunwati  
NPM : 0606000314  
Program Studi : Ilmu Gizi, Kekhususan Ilmu Gizi Klinik  
Fakultas : Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia  
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non exclusive Royalty Fee Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**KORELASI ASUPAN BESI, HEMOGLOBIN DAN FERITIN SERUM  
DENGAN INDIKATOR PANJANG BADAN UNTUK USIA PADA BAYI  
STUNTING USIA 6-12 BULAN DI TANGERANG**

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu seijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 14 Juli 2009  
Yang menyatakan

(Daunwati)

## ABSTRAK

**Nama** : Daunwati  
**Perguruan Tinggi** : Program Pendidikan Pascasarjana  
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia  
**Program Studi** : Ilmu Gizi, Kekhususan Ilmu Gizi Klinik  
**Judul** : **Korelasi Asupan besi, hemoglobin dan feritin serum dengan indikator panjang badan untuk usia pada bayi *stunting* usia 6–12 bulan di Tangerang**

**Tujuan** : Mengetahui korelasi antara asupan besi, hemoglobin dan kadar feritin serum dengan indikator panjang badan untuk usia pada bayi *stunting* usia 6–12 bulan.

**Tempat** : Pada 20 desa dan kelurahan di Kota dan Kabupaten Tangerang di wilayah binaan CARE International Indonesia.

**Bahan dan cara:** Pada penelitian dengan disain potong lintang ini didapatkan 31 subyek sesuai kriteria penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi pendidikan formal ibu, status gizi berdasarkan HAZ, asupan kalori, protein dan besi dengan menggunakan FFQ semikuantitatif, pemeriksaan laboratorium darah yaitu hemoglobin dan feritin serum. Uji statistik yang digunakan adalah *Kolmogorov-Smirnov*, dan korelasi *Pearson/Spearman's Rank*.

**Hasil** : Pada penelitian ini didapatkan 51,6% pendidikan formal ibu sekolah dasar/ sederajat. Subyek merupakan kelompok *stunting* yang sebagian besar (80,6%) merupakan *stunting* sedang. Rerata asupan energi adalah  $767,99 \pm 275,42$  kkal/hari dan protein  $21,80 \pm 11,08$  g/hari. Asupan energi dan protein subyek yang rendah 74,2% dan 29% dibandingkan RDA. Rerata asupan besi adalah  $6,06 \pm 4,16$  mg/hari, sebagian besar subyek (81%) dengan asupan besi kurang menurut RNI. Rerata kadar hemoglobin  $10,04 \pm 1,32$  g/dL dan kadar feritin serum didapatkan median 10,93 (1,62; 90,38)  $\mu\text{g/L}$ . Subyek yang mengalami anemia 71%, depleksi besi tanpa anemia 9,7% dan anemia defisiensi besi 41,9%. Pada analisis tidak didapatkan korelasi yang bermakna antara asupan besi dengan hemoglobin dan feritin serum. Pada analisis korelasi antara hemoglobin dan feritin serum dengan HAZ skor tidak didapatkan korelasi bermakna.

**Kesimpulan** : Tidak didapatkan korelasi yang bermakna antara asupan besi dengan hemoglobin dan feritin serum. Tidak didapatkan korelasi yang bermakna antara hemoglobin dan feritin serum dengan HAZ skor.

**Kata kunci** : bayi *stunting* 6-12 bulan, defisiensi besi, anemia, HAZ

**Pembimbing:** 1. DR. Dr. Saptawati Bardosono, MSc.  
2. Prof. Dr. Soepardi Soedibyo SpA(K), MARS.



## ABSTRACT

**Name** : Daunwati  
**University** : Postgraduate Program Faculty of Medicine University of Indonesia  
**Program** : Clinical Nutrition  
**Title** : **Correlation between dietary iron intake, serum ferritin and hemoglobin with Height for Age Z score among stunting infant ages 6–12 months in Tangerang**

**Objective** : To know correlation between dietary iron intake, hemoglobin, serum ferritin and height for age Z score in stunting infant age 6-12 month.

**Location** : 20 villages and kelurahan in Tangerang City and District the area under serviced by CARE International Indonesia (CII).

**Material and Method:** A cross sectional study had been carried out on 31 subjects selected. Data collected consist of respondent (mother) formal education, subject characteristic i.e HAZ, dietary intake of energy, protein and iron using semi quantitative FFQ, and laboratory examination for hemoglobin and serum ferritin. Statistical analysis was using Kolmogorov-Smirnov and Pearson/Spearman's rank correlation tests.

**Result** : Most of mothers' formal education was primary school (51,6%). Majority of the subjects was in moderate stunting (80,6%). Average energy and protein intake were  $767.99 \pm 275.42$  kcal/day and  $21,80 \pm 11,08$  g/day, respectively. Subjects with low energy and protein intake as compared to the RDA are 74.2% and 29%, respectively. Average iron intake  $6.06 \pm 4.16$  mg/day and 81% of the subject had iron intake less than RNI. Average hemoglobin level was  $10.04 \pm 1.32$  g/dL whereas median serum ferritin was 10.93 (1.62; 90.38) ug/L. Subject with anemia, iron depletion without anemia and iron deficiency anemia were 71%, 9.7%, and 41.9%, respectively. There was no significant correlation between iron intake and hemoglobin. There was negative correlation between iron intake and serum ferritin ( $p > 0.05$ ). No significant correlation was found between hemoglobin and serum ferritin with HAZ score.

**Conclusion:** There were no significant correlations between iron intake with hemoglobin, and serum ferritin. There were no significant correlations between hemoglobin and serum ferritin with HAZ score in stunting infant 6-12 month.

**Key word** : stunting infant 6-12 month, iron deficiency, anemia, HAZ

**Supervisors:** 1. DR. Dr. Saptawati Bardosono, MSc.  
2. Prof. Dr. Soepardi Soedibyo SpA(K), MARS.

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR SINGKATAN	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. <i>Stunting</i>	5
2.1.1. Pertumbuhan Usia Dini Dan Penilaian Antropometri	5
2.1.2. Fisiologi Pertumbuhan Panjang Badan	6
2.1.3. Definisi <i>Stunting</i>	7
2.1.4. Etiologi Terjadinya <i>stunting</i>	7
2.1.5. Patofisiologi Terjadinya <i>Stunting</i>	8
2.1.6. Dampak <i>Stunting</i> Usia Dini Pada Kesehatan	10
2.1.7. Pencegahan dan Penanganan <i>Stunting</i> Pada Usia Dini	10
2.2. Besi	11
2.2.1. Absorpsi, Transpor Dan Metabolisme Besi Selular Pada Bayi	11
2.2.2. Cadangan Besi	13
2.2.3. Homeostasis Besi	13
2.2.4. Kebutuhan Besi Bayi dan Makanan Sumber Besi	14
2.2.5. Penilaian Status Besi Pada Bayi	15
2.2.5. Defisiensi Besi pada Bayi	17
2.3. Hubungan Besi Dengan <i>Stunting</i> Pada Bayi	18
2.4. Kerangka Teori	20
2.5. Kerangka Konsep	21
3. METODE PENELITIAN	22
3.1. Rancangan Penelitian	22

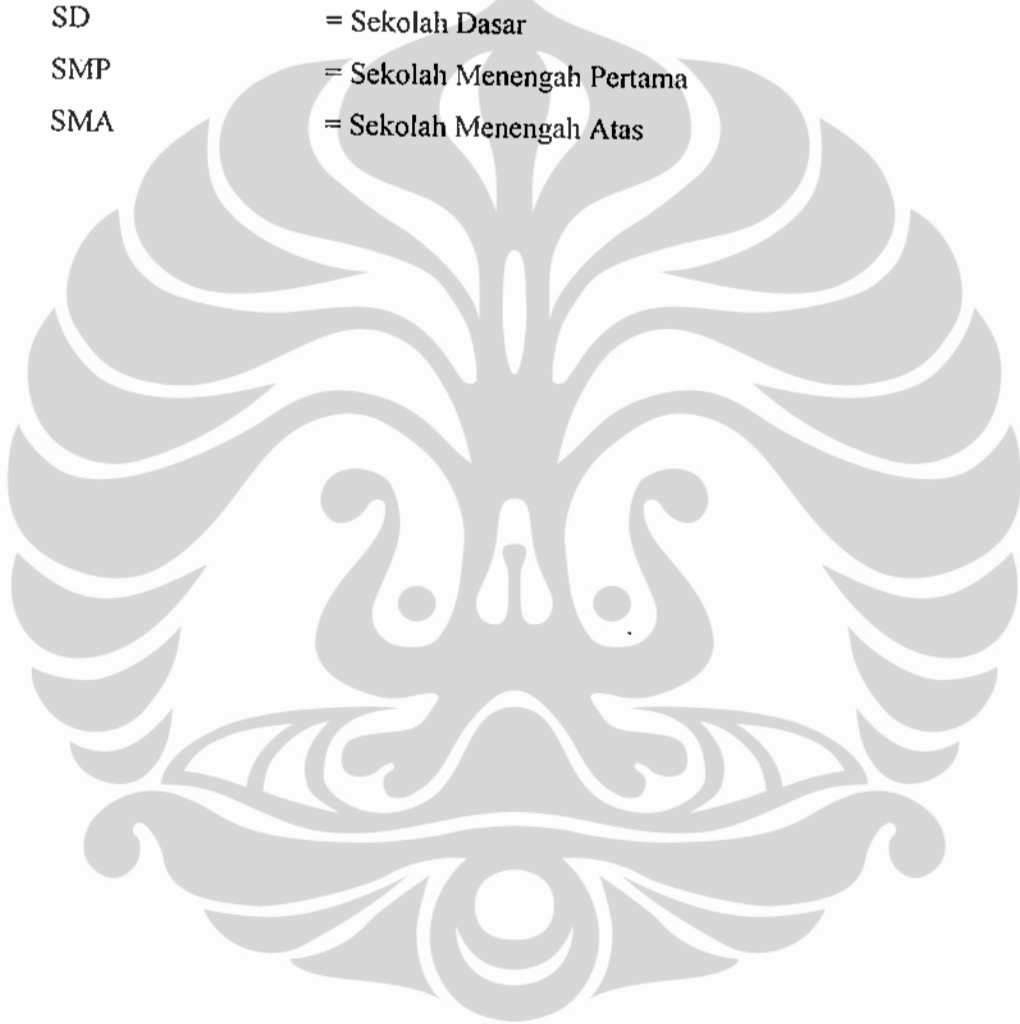
3.2. Tempat Dan Waktu	22
3.3. Bahan penelitian	22
3.4. Instrumen pengumpulan data	23
3.5. Cara Kerja	24
3.6. Batasan Operasional	27
3.7. Pengolahan, Analisis, Intepretasi, Dan Penyajian Data	30
3.8. Alur Penelitian	32
4. HASIL PENELITIAN	33
5. PEMBAHASAN	39
6. RINGKASAN, KESIMPULAN DAN SARAN	44
DAFTAR PUSTAKA	49
<i>MANUSCRIPT</i>	57
LAMPIRAN	51



## DAFTAR SINGKATAN

balita	= bawah lima tahun
SD	= standar deviasi
WHO	= <i>World Health Organization</i>
RDA	= <i>recommended dietary allowance</i>
MP-ASI	= makanan pendamping air susu ibu
Hb	= hemoglobin
HAZ	= <i>Height for age z-score</i>
PB/U	= panjang badan terhadap usia
FFQ	= <i>Food Frequency questionnaire</i>
NCHS	= <i>National Center for Health Statistics</i>
BBLR	= berat badan lahir rendah
HP	= Hormon Pertumbuhan
IGF-I	= <i>insulin-like growth factors I</i>
IUGR	= <i>intra uterine growth retardation</i>
DCYTB	= <i>cytochrome b like</i>
DMT1	= <i>divalent metal transporter</i>
HCP1	= <i>Haem carier protein 1</i>
FPN1	= <i>Ferroportin-1</i>
Tf	= transferin
TfR	= transferin reseptor
Fe-S	= sulfur besi
H	= heavy
L	= light
WNPG	= Widya Nasional Pangan dan Gizi
MCV	= <i>Mean cell volume</i>
RDW	= <i>Red cell distribution width</i>
FEP	= <i>Free Erythrocyte Protoporphyrin</i>
ZnPP	= <i>Zinc Protophorpyrin</i>
sTfR	= <i>soluble transferin reseptor</i>
fL	= femtoliter

TB/U	= tinggi badan terhadap usia
ELISA	= <i>Enzyme-linked immunosorbent assay</i>
TMB	= <i>tetramethylbenzidine</i>
KMS	= Kartu Menuju Sehat
TEE	= Total ekspenditur energi
RNIs	= <i>The recommended nutrient intakes</i>
SPSS	= <i>Statistical Program for Social Science</i>
SD	= Sekolah Dasar
SMP	= Sekolah Menengah Pertama
SMA	= Sekolah Menengah Atas



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. Pertumbuhan Panjang Pada Bayi	6
Tabel 2.2. Nilai <i>cut off</i> yang biasa digunakan untuk identifikasi status besi tidak normal sesuai usia	17
Tabel 3.1. Intepretasi koefisien korelasi	30
Tabel 3.2. Matrix variabel indikator	31
Tabel 4.1. Karakteristik pendidikan formal ibu	33
Tabel 4.2. Sebaran asupan energi, protein dan besi pada subyek	34
Tabel 4.2. Sebaran hasil pemeriksaan hemoglobin dan feritin serum pada subyek	35

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Mekanisme Absorpsi Besi	12
Gambar 2. Korelasi antara asupan besi dengan hemoglobin	36
Gambar 3. Korelasi antara asupan besi dengan feritin serum	36
Gambar 4. Korelasi antara hemoglobin dengan HAZ skor	38
Gambar 5. Korelasi antara feritin dengan HAZ skor	39

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

*Stunting* merupakan salah satu masalah kesehatan anak di negara berkembang.<sup>1</sup> Survei tahun 2005 di negara berkembang mendapatkan angka *stunting* anak bawah lima tahun (balita) sebesar 32% dan di Indonesia pada tahun 2004 prevalensinya 28,6%.<sup>2,3</sup> Survei data dasar 40 desa/kelurahan di kota dan kabupaten Tangerang mendapatkan angka *stunting* pada bayi usia 6–12 bulan dan anak balita masing-masing 10,9% dan 15,7%.<sup>4</sup> *Stunting* adalah skor Z panjang badan untuk usia (PB/U) <-2 standar deviasi \*(SD) berdasarkan standar pertumbuhan *World Health Organization* (WHO).<sup>5</sup> *Stunting* pada usia dini dihubungkan dengan terhambatnya perkembangan fisik, mental, dan sosial. Anak dengan *stunting* berisiko tinggi mendapat penyakit kronik, prestasi belajar yang kurang dan rendahnya kapasitas kerja di usia dewasa.<sup>6,7,8</sup>

Etiologi *stunting* bersifat multifaktorial dan timbul pada masa pra dan pasca natal, meliputi nutrisi (energi, makronutrien, dan mikronutrien), infeksi (perlukaan mukosa gastrointestinal, efek sistemik dan imunostimulasi), faktor ibu (nutrisi ibu dan pendidikan formal ibu), hormonal, herediter.<sup>9,10,11,12</sup> *Stunting* disebabkan oleh kurang gizi dan/ atau kesehatan yang suboptimal dalam jangka waktu yang lama.<sup>5</sup> Defisiensi nutrisi merupakan salah satu penyebab tersering terjadinya *stunting* pada masa pasca natal.<sup>6</sup> Defisiensi energi dan protein diperkirakan sebagai penyebab utama timbulnya *stunting*.<sup>13</sup> Pada berbagai penelitian didapatkan *stunting* tetap dapat terjadi pada bayi dengan asupan energi dan atau protein adekuat.<sup>14</sup> Penelitian di Afrika Selatan mendapatkan bahwa asupan energi dan protein dari bayi yang *stunting* lebih tinggi dari *recommended dietary allowance* (RDA).<sup>8</sup>

Berbagai penelitian mendapatkan *stunting* dapat diakibatkan oleh karena kekurangan satu atau beberapa mikronutrien dan salah satunya adalah defisiensi besi.<sup>15</sup> Defisiensi besi terjadi dan berlanjut menjadi anemia defisiensi besi akibat rendahnya asupan besi dari makanan dan atau bioavailabilitas besi yang rendah.<sup>16</sup> Defisiensi besi biasanya terjadi pada bayi usia di atas enam bulan bila asupan besi dari makanan pendamping air susu ibu (MP-ASI) tidak adekuat walaupun

mendapatkan ASI eksklusif.<sup>17</sup> Beberapa penelitian mendapatkan asupan rata-rata besi dari total ASI dan MP-ASI pada bayi *stunting* kurang dari RDA.<sup>8,18</sup>

Penelitian yang dilakukan di India menunjukkan akibat asupan besi yang kurang pada bayi usia 9-36 bulan menyebabkan anemia defisiensi besi yang ditandai dengan rendahnya hemoglobin (Hb) dan feritin serum.<sup>19</sup> Pada penelitian Soliman anak di bawah usia empat tahun dengan anemia defisiensi besi berperawakan lebih pendek dibandingkan anak seusianya yang mempunyai status besi normal dan ditandai dengan melambatnya kecepatan pertumbuhan.<sup>20</sup> Penelitian Hautvast mendapatkan status besi tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan pertumbuhan panjang badan (PB) anak.<sup>15</sup>

Masalah tersebut mendorong kami untuk melakukan penelitian mengenai korelasi asupan besi, Hb dan feritin serum dengan indikator PB/U pada bayi *stunting* usia 6–12 bulan di masyarakat sehingga dapat dirancang program pencegahan dan penatalaksanaannya. Penelitian ini dilaksanakan di 20 wilayah kelurahan dan desa di Kota dan Kabupaten Tangerang yang merupakan wilayah binaan CARE International Indonesia, dan merupakan bagian penelitian dari CARE Internasional Indonesia.

## 1. 2. Permasalahan

### 2.1. Identifikasi masalah

- a. *Stunting* masih merupakan salah satu masalah kesehatan anak di Indonesia
- b. *Stunting* pada usia dini menghambat perkembangan fisik, mental, dan sosial
- c. Etiologi *stunting* bersifat multifaktorial meliputi nutrisi (energi, makronutrien, dan mikronutrien), infeksi, faktor ibu (pendidikan formal ibu), hormonal, dan herediter.
- d. Asupan energi dan protein dari ASI dan MP-ASI pada bayi di atas usia enam bulan sering kali adekuat namun disertai asupan besi yang kurang.
- e. Defisiensi besi salah satunya akibat asupan besi yang tidak adekuat mengakibatkan terjadinya *stunting*.



## .2.2. Perumusan masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut

- a. Bagaimanakah tingkat pendidikan formal ibu, asupan energi, protein dan besi dari ASI dan MP-ASI pada bayi *stunting* usia 6–12 bulan di wilayah penelitian?
- b. Bagaimanakah kadar feritin serum dan hemoglobin pada bayi *stunting* usia 6–12 bulan di wilayah penelitian?
- c. Bagaimanakah korelasi antara asupan besi dengan status besi pada bayi *stunting* usia 6–12 bulan di wilayah penelitian?
- d. Bagaimanakah korelasi status besi dengan indikator PB/U atau *height for age Z-score* (HAZ score) pada bayi *stunting* usia 6–12 bulan di wilayah penelitian?

## 1.3. Tujuan

### 1.3.1. Tujuan Umum

Mengetahui korelasi antara asupan besi, hemoglobin dan kadar feritin serum dengan indikator PB/U skor Z pada bayi *stunting* usia 6–12 bulan.

### 1.3.2. Tujuan Khusus

- a. Diketuainya sebaran responden (ibu bayi) berdasarkan tingkat pendidikan formal
- b. Diketuainya sebaran subyek penelitian berdasarkan indikator skor Z dari PB/U pada subyek penelitian.
- c. Diketuainya jumlah asupan energi, protein dan besi subyek penelitian dengan *food frequency questionnaire* (FFQ) semikuantitatif.
- d. Diketuainya kadar hemoglobin dan feritin serum subyek penelitian.
- e. Diketuainya korelasi antara asupan besi dengan kadar hemoglobin dan feritin serum subyek penelitian.
- f. Diketuainya korelasi antara kadar hemoglobin dan feritin serum dengan HAZ skor subyek penelitian.

## 1.4. Manfaat

### 1.4.1. Untuk peneliti

Peneliti dapat menerapkan dan memanfaatkan ilmu yang didapat selama kuliah, dan sebagai sarana untuk melatih cara berpikir dan membuat penelitian berdasarkan metodologi penelitian yang baik dan benar.

### 1.4.2. Untuk subyek

Diharapkan dapat diketahui

- Jumlah asupan kalori, protein dan besi pada subyek penelitian
- Kadar hemoglobin dan feritin serum pada subyek penelitian
- Korelasi antara asupan besi, hemoglobin dan feritin serum dan HAZ

Data-data yang didapat digunakan untuk membuat program pencegahan dan atau penatalaksanaan kepada subyek melalui ibunya

### 1.4.3. Untuk Pemerintah dan masyarakat

Diharapkan dapat diketahui

- Jumlah asupan besi pada bayi *stunting* usia 6-12 bulan
- Status hemoglobin dan feritin serum bayi *stunting* usia 6-12 bulan
- Korelasi antara feritin serum dan hemoglobin dengan HAZ skor pada bayi *stunting* usia 6-12 bulan

Data-data yang didapat digunakan untuk membuat program pencegahan dan atau penatalaksanaan bagi bayi *stunting* usia 6-12 bulan

### 1.4.4. Untuk Institusi

Dapat diketahui hubungan antara kadar hemoglobin dan feritin serum pada bayi *stunting* sehingga dapat menjadi penelitian dasar untuk penelitian selanjutnya mengenai *stunting*

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Stunting*

#### 2.1.1. Pertumbuhan Usia Dini Dan Penilaian Antropometri

Bayi merupakan periode dari sejak lahir sampai usia satu tahun dengan pertumbuhan fisik yang sangat pesat.<sup>21</sup> Pertumbuhan secara umum adalah penambahan ukuran dari berbagai bagian dan organ tubuh secara progresif, yang merupakan hasil dari tiga proses selular yaitu penambahan jumlah sel atau hiperplasia, penambahan ukuran sel atau hipertrofi dan penambahan substansi intraselular.<sup>22</sup> Pertumbuhan ditandai dengan anak menjadi lebih tinggi, lebih berat, bertambahnya jaringan otot, lemak dan ukuran organ.<sup>23</sup>

Dalam menilai pertumbuhan fisik anak diperlukan adanya parameter-parameter tertentu yaitu ukuran antropometrik, pemeriksaan fisik, pemeriksaan laboratorium dan pemeriksaan radiologis.<sup>24</sup> Pada populasi pengukuran antropometri dipakai secara luas untuk menilai ukuran, proporsi dan komposisi dari tubuh manusia.<sup>5</sup> Pengukuran PB dianggap lebih akurat untuk menilai proses pertumbuhan,<sup>22</sup> sedangkan sistem pengukuran PB/U merefleksikan hasil yang dicapai.<sup>5</sup>

Dalam menyimpulkan kecepatan pertumbuhan anak normal atau abnormal, ukuran anak harus dibandingkan dengan ukuran normal populasi yang sebaya yang biasanya diperoleh dari survei yang bersifat nasional/international.<sup>25</sup> Hasil survei tersebut kemudian ditetapkan sebagai standar atau referensi. Standar referensi yang paling umum dipakai untuk standarisasi pengukuran antropometri adalah yang dikembangkan oleh *United State National Center for Health Statistics* (NCHS) dan direkomendasikan untuk dipakai secara international oleh WHO sejak tahun 1970-an.<sup>5</sup> Pada tahun 1993 WHO melakukan peninjauan kembali penggunaan dan interpretasi referensi antropometri ini secara komprehensif dan menyimpulkan bahwa referensi ini tidak adekuat menggambarkan pertumbuhan anak pada usia dini dan diperlukan referensi baru. Pada tahun 2006 WHO mengeluarkan standar internasional pertumbuhan anak yang baru untuk bayi dan anak usia dini.<sup>26</sup>

Untuk melaporkan PB/U dengan referensi yang ada, terdapat tiga sistem yang berbeda yang biasa dipakai yaitu menggunakan sistem nilai standar deviasi skor atau skor Z, persentil, dan persentase dari median.<sup>5</sup> Skor Z umum dipakai di komunitas nutrisi internasional<sup>27</sup> dan nilai ambang batas yang paling sering digunakan adalah antara nilai  $<-2$  dan  $>+2$  SD. Skor Z nilai ambang batas  $<-2$  SD diklasifikasikan sebagai kurang gizi, dan bila  $<-3$  SD disebut kurang gizi berat.<sup>28</sup>

### 2.1.2. Fisiologi Pertumbuhan Panjang Badan

Pertumbuhan pasca natal ditandai dengan kecepatan pertumbuhan PB yang pesat. Kecepatan pertumbuhan secara progresif akan menurun dengan cepat dari mulai sejak lahir sampai usia tiga tahun (kira-kira 25, 12, dan 8 cm/tahun). Kemudian sebelum memasuki usia pubertas kecepatan pertumbuhan akan berlangsung secara konstan (4 sampai 7 cm/ tahun).<sup>29</sup> Rata-rata bayi cukup bulan lahir dengan panjang 50 cm dan pada ulang tahun pertama bertambah 50% dari PB waktu lahir.<sup>21,30</sup> Tabel 1. Memperlihatkan pertumbuhan PB pada bayi.

Tabel 2.1. Pertumbuhan panjang pada bayi

Usia	pertambahan panjang badan cm/bulan
0-3 bulan	3, 5
3-6 bulan	2, 0
6-9 bulan	1, 5
9-12 bulan	1, 2

Sumber : Keane, 2007<sup>31</sup>

Pertumbuhan yang normal dipengaruhi oleh interaksi antara genetik, kontrol endokrin, dan lingkungan seperti nutrisi, sosial dan psikologi.<sup>32</sup> Pertumbuhan PB yang normal bisa didefinisikan sebagai sebuah pola dari peningkatan PB sesuai usia menurut potensi genetik individu dengan standar yang sudah ditetapkan.<sup>22</sup> Contoh potensi genetik, pada seorang anak yang sehat pertumbuhan tingginya dipengaruhi tinggi orang tuanya.<sup>29</sup> Proses pertumbuhan akan menjadi sangat rentan akibat pengaruh penyakit kronis, kurang gizi, kurang dukungan psikososial, dan kondisi lingkungan yang tidak mendukung.<sup>33</sup>

### 2.1.3. Definisi *Stunting*

Perawakan pendek dan *stunting* merupakan istilah yang dipakai pada PB/U yang rendah ( $<-2$  SD berdasarkan standar pertumbuhan WHO). Perawakan pendek pada bayi didefinisikan sebagai PB/U yang rendah yang bisa merefleksikan variasi normal atau proses patologi. *Stunting* merupakan salah satu istilah yang sering digunakan yang mengindikasikan bahwa perawakan pendeknya patologis dan menunjukkan sebuah proses kegagalan untuk mencapai potensi pertumbuhan tinggi yang diakibatkan oleh kesehatan dan atau nutrisi yang suboptimal.<sup>5</sup>

Pada wilayah yang prevalensi PB/U  $<-2$  SD tinggi, dapat menggunakan istilah *stunting* (biasanya di negara berkembang). Pada wilayah yang prevalensi PB/U  $<-2$  SD rendah, umumnya anak di daerah tersebut secara genetik pendek sehingga tidak dapat digunakan istilah *stunting*.<sup>5</sup>

Prevalensi PB/U  $<-2$  SD diperkirakan 5-65% di negara berkembang.<sup>5</sup> Populasi anak dengan prevalensi PB/U  $<-2$  SD bila lebih dari 5%, umumnya penyebab utamanya adalah kekurangan gizi.<sup>34</sup> Pada beberapa tempat timbulnya *stunting* pada usia 3-6 bulan dengan prevalensi tertinggi antara usia dua atau tiga tahun.<sup>35</sup>

### 2.1.4. Etiologi Terjadinya *Stunting*

*Stunting* dapat timbul pada berbagai masa perkembangan anak (periode pra dan pasca natal).<sup>6,9</sup> Penyebabnya dihubungkan dengan kurangnya asupan energi, defisiensi makro dan mikronutrien, infeksi kronis, penyakit kronis, pola asuh dan faktor herediter.<sup>9,12,33</sup>

Kurang gizi pada ibu sebelum dan saat kehamilan (ibu yang pendek, indeks massa tubuh yang rendah sebelum hamil, dan kenaikan berat badan yang rendah pada saat hamil) merupakan faktor yang sangat penting untuk terjadinya berat badan lahir rendah (BBLR) pada bayi di negara berkembang.<sup>6,36</sup> Penelitian di Pakistan menunjukkan bahwa BBLR berperan penting pada terjadinya *stunting* pasca natal.<sup>37</sup>

Faktor yang mempengaruhi terjadinya *stunting* pasca natal adalah defisiensi nutrisi. Beberapa defisiensi nutrisi dari hasil *review* yang diketahui dapat menyebabkan *stunting* yaitu energi, protein, seng, besi, tembaga, yodium

dan vitamin A.<sup>14</sup> Penyebab lain yang juga mempengaruhi terjadinya *stunting* adalah infeksi yang berulang dan praktek pemberian makan yang tidak optimal oleh pengasuh. Asupan nutrisi dan kesehatan dipengaruhi oleh pola asuh yang baik untuk memenuhi kebutuhan fisik, mental dan sosial anak yang bertumbuh. Pola asuh tersebut termasuk pemberian ASI, MP-ASI dan perilaku kesehatan dan hygiene yang baik. Pendidikan, pengetahuan, kepercayaan, ketersediaan waktu dan beban kerja, kesehatan dan status gizi pengasuh (ibu) sangat penting.<sup>6</sup>

#### 2.1.5. Patofisiologi Terjadinya *Stunting*

Masa pertambahan jumlah sel yang pesat merupakan masa yang kritis, dipengaruhi oleh hal-hal yang buruk dari lingkungan. Salah satu contoh sistem pertumbuhan yang rawan terhadap pengaruh dari luar adalah sistem skeletal.<sup>33</sup> Organ target yang menjadi perhatian khusus adalah lempeng pertumbuhan dalam epifise tulang panjang.<sup>38</sup>

Potensi pertumbuhan panjang badan dan ukuran secara keseluruhan pada seorang individu terutama pada pertumbuhan tulang secara genetik telah ditentukan dan tiap individu akan mengikuti kanalisasi kurva pertumbuhan tersebut pada situasi yang optimal.<sup>39</sup> Proses pertumbuhan panjang badan yang normal pada anak melibatkan pertumbuhan panjang tulang yang berjalan bersamaan dengan pematangan tulang dan akan terus berlanjut sampai terjadi penutupan pada epifise lempeng pertumbuhan.<sup>29</sup> Pertumbuhan panjang tulang ditentukan oleh osifikasi endokondral yang terjadi di epifise lempeng pertumbuhan. Osifikasi endokondral adalah sebuah proses proliferasi, diferensiasi, pematangan, mineralisasi dan apoptosis kondrosit yang terjadi sampai kartilago digantikan tulang.<sup>39,40</sup> Pengaturan lempeng pertumbuhan terjadi melalui interaksi hormon yang bersirkulasi secara sistemik dan peptida faktor pertumbuhan yang diproduksi secara lokal, dengan hasil yang akan memicu perubahan ekspresi gen oleh kondrosit lempeng pertumbuhan. Kejadian molekular ini menyebabkan perubahan ukuran kondrosit, komponen matrik ekstraselular, sekresi enzim-enzim dan faktor pertumbuhan, serta ekspresi reseptor.<sup>41,42</sup> Walaupun mekanisme pertumbuhan tulang melalui berbagai fase belum diketahui secara jelas, tetapi hormon pertumbuhan (HP) dan *insulin-like growth factors* I (IGF-I) memegang

peranan kunci. Selain itu nutrisi juga berperan penting melalui berbagai mekanisme.<sup>12,43</sup>

*Stunting* terjadi akibat serangan berulang pada lempeng pertumbuhan dan menyebabkan pengurangan proliferasi kondrosit dan pematangannya<sup>6,44</sup> Hal ini menyebabkan terjadi pengurangan secara keseluruhan lebar lempeng pertumbuhan yang ditandai pengurangan jumlah kondrosit dan volume seluruh zona di lempeng pertumbuhan.<sup>32,45</sup> Juga terjadi penundaan mineralisasi pada *center* osifikasi yang mengakibatkan usia tulang terlambat.<sup>32</sup>

Mekanisme yang berperan pada *stunting* adalah interaksi antara respon hormonal, faktor pertumbuhan, reseptor dan *binding* protein pada tempat tertentu, defisiensi nutrisi tertentu, dan pelepasan sitokin pada infeksi.<sup>38</sup> Cara membedakan *stunting* akibat faktor nutrisi, infeksi atau sebab lain sangat sulit.<sup>39</sup>

Salah satu contoh defisiensi mikronutrien yang menyebabkan *stunting* adalah besi. Penelitian Isguven mendapatkan pada anak yang anemia defisiensi besi mempunyai kadar IGF-I yang rendah.<sup>46</sup> Selain itu besi berfungsi sebagai ko-faktor enzim prolif dan lisil hidroksilase yang merupakan tahap penting produksi kolagen di lempeng pertumbuhan.<sup>47,48</sup>

Hambatan pertumbuhan apabila ditangani secara adekuat, segera setelah kebutuhan esensial untuk tumbuh terpenuhi maka secara spontan akan terjadi akselerasi kecepatan pertumbuhan PB. Pertumbuhan anak menjadi lebih pesat dari biasa sehingga dapat mengejar kurva pertumbuhannya semula (*catch up growth*). Bila hambatan pertumbuhan terjadi secara berulang, tumbuh kejar (*catch up growth*) yang terjadi kemudian tidak akan mencapai hasil maksimum. Tumbuh kejar lebih pesat terjadi pada usia muda, periodenya singkat, sebab bila tidak maka hasilnya tidak akan sempurna.<sup>22</sup>

Pada *stunting* pertumbuhan tulang tetap terjadi walaupun tidak dalam rentang yang diharapkan, seperti yang ditunjukkan dengan rendahnya rasio PB/U. *Stunting* merupakan perubahan yang *irreversible* sampai usia tertentu, sebab pada anak yang pendek mereka tidak dapat menumbuhkan tulangnya kembali pada saat terjadi perbaikan gizi. Hal tersebut dapat dilihat dengan adanya garis berhentinya pertumbuhan di tulang yang disebut dengan *Harris Lines* dan akhirnya dapat

terjadi *stunting* yang permanen. Seorang anak mempunyai masa pertumbuhan normal yang singkat dan tidak dapat kembali.<sup>44</sup>

#### 2.1.6. Dampak *Stunting* Usia Dini Pada Kesehatan

Anak yang *stunting* mempunyai tinggi badan lebih rendah dibandingkan dengan anak seusianya. *Stunting* juga dihubungkan dengan perkembangan mental yang terlambat. Pada berbagai penelitian yang dilakukan, Branca dan Ferrari mengambil kesimpulan anak-anak yang menderita *stunting* pada usia dua tahun pertama kehidupannya akan mempengaruhi kemampuan kognitifnya di kemudian hari pada masa anak. *Stunting* juga dihubungkan dengan meningkatnya angka kematian dan kesakitan anak. Seorang anak yang *stunting* mempunyai resiko yang lebih tinggi untuk menderita penyakit kronis, gangguan oksidasi lemak seperti timbulnya obesitas dan berkurangnya toleransi glukosa. Hal ini terjadi mungkin akibat kurang gizi yang lama menyebabkan rusaknya enzim dan hormon yang berguna untuk oksidasi lemak yang optimal.<sup>6</sup>

Anak *stunting* akan menjadi dewasa dengan perawakan tubuh yang pendek sehingga mungkin mempunyai keterbatasan bila dibandingkan dengan orang yang lebih tinggi sehingga mengurangi kapasitas kerjanya. Kesehatan reproduksi mungkin dipengaruhi oleh postur tubuh, sebab pada wanita *stunting* terjadinya *intra uterine growth retardation* (IUGR) lebih tinggi. Hal ini menghasilkan siklus *stunting* intergenerasi.<sup>6</sup>

#### 2.1.7. Pencegahan dan Penanganan *Stunting* Pada Usia Dini

Pencegahan *stunting* harus dilakukan dengan penanganan terhadap etiologi serta dipengaruhi waktu timbulnya. Pendekatan pola siklus hidup dapat lebih efektif dalam mengurangi insiden *stunting* pranatal. Pertumbuhan janin harus dijaga dengan memberikan nutrisi yang adekuat untuk ibu. Pertumbuhan bayi yang baik harus dipastikan dengan pemberian ASI secara eksklusif sampai usia enam bulan dan pemberian MP-ASI yang adekuat. Lingkungan yang sehat dan bersih juga diperlukan.<sup>6</sup>

Walaupun *stunting* telah terjadi namun masih ada kemungkinan untuk memperbaikinya. Penelitian Vella dkk pada anak usia 0–59 bulan mendapatkan



kemungkinan untuk sembuh pada *stunting* sama pada berbagai tingkatan usia tersebut.<sup>49</sup> Penelitian Adair mendapatkan kesembuhan dari *stunting* berhubungan dengan beratnya dan waktu timbulnya.<sup>50</sup> Pertumbuhan dipengaruhi oleh interaksi multi sistem yang kompleks dan dinamis yang akan membuat anak kembali ke alur pertumbuhannya setelah berbagai penyimpangan. Penyakit kronis dan kekurangan gizi yang menyebabkan gagal tumbuh pada masa anak, setelah dikoreksi biasa diikuti tumbuh kejar. Kapasitas tumbuh kejar bervariasi pada berbagai fase pertumbuhan yang berbeda.<sup>22</sup>

## 2.2. Besi

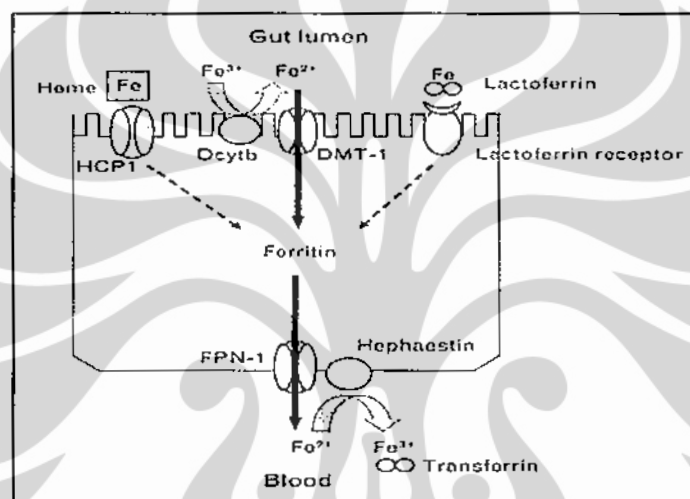
Besi adalah *trace* elemen yang merupakan salah satu jenis logam yang penting untuk hampir semua makhluk hidup termasuk manusia.<sup>51,52</sup> Kandungan besi yang tidak seimbang dalam tubuh dapat menimbulkan keadaan patologi, mulai dari timbulnya anemia defisiensi besi sampai kelainan akibat kelebihan besi atau siderosis dan kerusakan organ.<sup>51,53</sup>

### 2.2.1. Absorpsi, Transport dan Metabolisme Selular Besi Pada Bayi

Homeostasis besi dijaga terutama dengan pengaturan absorpsi besi oleh mukosa usus yang dikontrol oleh enterosit,<sup>54</sup> data yang menjelaskan mengenai mekanisme tersebut pada bayi hanya sedikit. Hal ini mungkin disebabkan mekanisme pengaturan tersebut pada bayi belum berkembang secara sempurna.<sup>55</sup>

Proses persiapan absorpsi besi dari makanan pada gastrointestinal dimulai dalam lambung dimana makanan yang berbentuk besi heme dan nonheme diolah agar siap diserap di duodenum. Penyerapan besi terjadi terutama melalui mukosa duodenum dan jejunum proksimal. Besi nonheme karena pengaruh asam lambung dilepaskan dari ikatannya dengan senyawa lain.<sup>56</sup> Besi feri dikonversi menjadi besi fero oleh enzim ferireduktase, dimediasi oleh protein *duodenal cytochrome b like* (DCYTB). Transpor melalui membran difasilitasi oleh *divalent metal transporter 1* (DMT1).<sup>57</sup> Besi heme diabsorpsi melalui proses yang berbeda di mana besi heme dioksidasi menjadi hemin kemudian diabsorpsi secara utuh melalui reseptor<sup>56</sup> *Haem carrier protein 1* (HCP1) di brush border yang terletak pada puncak vili usus (sel apikal).<sup>57</sup>

Sebuah laktoferin reseptor telah ditemukan pada usus halus bayi dan mungkin merupakan hal yang penting untuk absorpsi besi karena sebagian besar besi pada ASI terikat pada laktoferin.<sup>58</sup> Diperkirakan besi yang berikatan dengan laktoferin berikatan dengan laktoferin reseptor dan dibawa ke dalam enterosit.<sup>59</sup> Bila besi dibutuhkan akan dibawa melalui ferroportin-1 (FPN1) ke dalam kapiler usus (sirkulasi).<sup>60</sup> Pada proses ini terjadi oksidasi dari fero ke feri oleh enzim ferooksidase (antara lain oleh hephaestin), kemudian feri diikat oleh apotransferin dalam kapiler usus.<sup>56</sup>



Gambar 1. Mekanisme absorpsi besi

Sumber: Domellof, 2007<sup>58</sup>

Besi kemudian diikat oleh apotransferin menjadi transferin (Tf) setelah keluar ke ekstraselular. Transferin dapat mengikat maksimal dua molekul besi (Fe<sub>2</sub>-Tf) dan dibawa ke dalam sirkulasi.<sup>61</sup> Sel melalui transferin reseptor (TfR) kemudian mengambil besi.<sup>60</sup> Besi di plasma yang dibawa Tf umumnya berasal dari tubuh sendiri yang didapat dari pemecahan hemoglobin dan degradasi feritin dan hemosiderin.

Besi setelah masuk ke dalam sel, di sitoplasma besi digunakan untuk metabolisme dan pembentukan protein penting yang mengandung besi.<sup>62</sup> Sebagian besar dibawa ke mitokondria untuk dipakai dalam berbagai proses selular seperti

biosintesis heme membentuk protein sulfur besi (Fe-S) cluster yang berperan penting dalam metabolisme selular seperti enzim untuk rantai pernafasan, enzim siklus asam sitrat.<sup>63</sup>

### 2.2.2. Cadangan Besi

Bila besi intraselular lebih besar dibandingkan kebutuhan, maka kelebihan tersebut akan disimpan sebagai cadangan.<sup>16</sup> Hati atau lebih spesifik hepatosit merupakan tempat utama penyimpanan, sedangkan makrofag di hati, limpa, dan sumsum tulang juga menyimpan besi.<sup>64</sup> Cadangan besi dari hepatosit dan makrofag dapat dimobilisasi untuk eritropoesis dan kebutuhan selular ketika besi tubuh rendah.<sup>51</sup>

Cadangan besi disimpan dalam feritin atau hemosiderin. Feritin merupakan protein cadangan besi yang utama dan merupakan molekul larut air yang mengandung 24 subunit protein bebas besi (apoferritin) dapat menyimpan hingga 4500 atom besi. Pada manusia dua tipe subunit telah ditemukan yaitu heavy (H) dan light (L) feritin.<sup>16</sup> Degradasi feritin melalui proses yang tidak lengkap di lisosom menghasilkan hemosiderin yang merupakan molekul yang tidak larut dalam air dan biasanya ditemukan di limpa, sumsum tulang dan sel kupffer.<sup>51</sup>

### 2.2.3. Homeostasis Besi

Jalur ekskresi besi yang fisiologis sangat terbatas sehingga jumlah besi tubuh ditentukan regulasi absorpsi di usus kecil. Mekanisme pengaturan humoral yang mengatur absorpsi besi yaitu eritropoesis regulator, regulator simpanan dan regulator dietetik.<sup>16</sup> Stimulasi absorpsi besi melalui eritropoesis regulator timbul bila ada kehilangan besi yang banyak melalui perdarahan atau eritropoesis yang tidak efektif. Regulator simpanan dipengaruhi status besi dalam tubuh, ketika terjadi defisiensi besi akan terjadi peningkatan absorpsi sampai cadangan dalam tubuh mencapai level ambang batas. Pada dietetik regulator bila ada asupan makanan yang tinggi besi diberikan akan terjadi penghambatan absorpsi di duodenum beberapa hari ke depannya dan ini dikenal dengan *mucosal block*.<sup>51</sup> Beberapa proses pengaturan ini saling berhubungan atau bisa terjadi secara

simultan. Hepsidin merupakan hormon pengatur besi yang disekresi hati dan berperan utama mengatur jumlah besi yang diserap di usus dan dilepas dari cadangan.<sup>16</sup>

#### 2.2.4. Kebutuhan Besi Bayi dan Makanan Sumber Besi

Pertumbuhan yang cepat pada tahun pertama kehidupan bayi membutuhkan besi untuk sintesis darah, otot dan jaringan lain.<sup>65</sup> Bayi yang lahir cukup bulan dan berat badan lahir normal dan mendapatkan ASI eksklusif sampai usia enam bulan status besinya masih adekuat, dengan cadangan besi yang cukup untuk kebutuhannya. Bayi setelah berusia enam bulan cadangan besinya diperkirakan telah habis sehingga dibutuhkan asupan besi dari luar.<sup>58</sup> Besi dari ASI saja tidak dapat memenuhi kebutuhan bayi lagi sehingga perlu MP-ASI yang tinggi kandungan besi.<sup>16</sup>

Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi (WNPG) 2004 merekomendasikan kecukupan besi bayi 0-6 bulan 0.50 mg/hari, bayi 7-11 bulan 7 mg/hari dan bayi 1-3 tahun 8 mg/hari.<sup>66</sup> *United States Recommended Dietary Allowances (RDAs)* merekomendasikan kecukupan besi bayi 0-6 bulan 0,27 mg/hari, bayi 6-12 bulan 11 mg/hari dan 1-3 tahun 7mg/hari.<sup>67</sup> Angka tersebut sudah mempertimbangkan asupan besi dari ASI dan MP-ASI.<sup>66</sup>

Manusia mendapatkan besi melalui makanan dalam dua bentuk yaitu 10% besi heme ( $Fe^{2+}$ ) yang didapat dari makanan hewani (daging, hati, darah, ikan, unggas, dll) dan 90% besi nonheme (kebanyakan  $Fe^{3+}$ ) yang didapat dari makanan nabati (sayuran berdaun hijau, kacang-kacangan dan rumput laut) dan hewani.<sup>66,68</sup> Bayi terpapar dengan asupan besi yang berbeda-beda tergantung apakah mereka mendapat dari ASI, formula, suplementasi atau makanan pendamping yang difortifikasi sehingga asupan mereka mungkin bermacam-macam.<sup>55</sup> Bayi yang mendapat ASI mendapat asupan besi yang terikat dengan laktoferin (+III) yang tidak mengandung besi heme.<sup>54,69</sup> Makanan pendamping ASI mengandung besi heme dan non heme, sedangkan asupan besi yang didapat dari fortifikasi atau suplementasi merupakan besi non heme.<sup>16,54</sup>

### 2.2.5. Penilaian Status Besi Pada Bayi

Biomarker yang sering digunakan sebagai indikator untuk menilai status besi adalah hemoglobin (Hb), hematokrit, *Mean cell volume* (MCV), *Red cell distribution width* (RDW), Protoporfirin (*Free Erythrocyte Protoporphyrin/FEP* atau *Zinc Protoporphyrin/ZnPP*), *soluble transferrin reseptor* (sTfR), feritin serum, Fe serum dan saturasi transferrin, cadangan besi tubuh dan hepsidin.<sup>14,71</sup> Pengukuran status besi sebaiknya dilakukan dengan beberapa indikator tidak hanya dengan satu indikator. Sampai saat ini belum ada konsensus definisi defisiensi besi dengan menggunakan multipel indikator.<sup>16</sup>

Pengukuran konsentrasi Hb merupakan yang paling sering digunakan untuk menilai anemia defisiensi besi.<sup>15</sup> Hemoglobin tidak boleh digunakan sebagai satu-satunya indikator untuk menilai status besi seseorang disebabkan sensitifitas dan spesifisitasnya yang rendah.<sup>16,67,70</sup>

Hematokrit didefinisikan sebagai fraksi dari sel darah merah. Nilai hematokrit hampir normal pada keadaan defisiensi besi yang sedang atau ringan. Hanya dalam keadaan defisiensi besi yang berat hemoglobin dan hematokrit menurun. Keterbatasan penentuan hematokrit disebabkan kurangnya sensitifitas, spesifisitas dan ketepatan.<sup>67</sup>

*Mean Cell Volume* merupakan sebuah pengukuran rata-rata ukuran sel darah merah yang ditunjukkan dengan femtoliter (fL). Sel darah merah mungkin lebih besar dari normal akibat defisiensi vitamin B<sub>12</sub> atau asam folat. Sel darah merah mungkin lebih kecil dari normal yang disebabkan oleh defisiensi besi atau vitamin B<sub>6</sub>.<sup>15</sup> Pemeriksaan MCV tidak spesifik untuk pemerisaan defisiensi besi.<sup>70</sup>

*Red cell distribution width* merupakan sebuah pengukuran variasi dari sel darah merah (anisositosis) yang merupakan *coefficient of variation* dari MCV.<sup>67</sup> *Red cell distribution width* yang meningkat menunjukkan sel-sel baru yang masuk ke dalam sirkulasi mungkin mikrositik dan kurangnya besi yang dibawa ke sumsum tulang. Hal ini bisa mengindikasikan anemia defisiensi besi tetapi RDW tidak spesifik untuk defisiensi besi.<sup>67,70</sup>

Protoporfirin merupakan bahan antara pembentukan heme dan bila sintesis heme terganggu contohnya pada defisiensi besi maka protoporfirin menumpuk

dalam eritrosit. Keadaan ini juga didapatkan pada anemia akibat penyakit kronik dan keracunan timah hitam.<sup>56</sup>

Soluble transferin receptor merupakan biomarker yang berguna untuk untuk menilai defisiensi besi jaringan dan defisiensi besi eritropoesis sebab protein ini berhubungan erat dengan cadangan besi intraselular. Konsentrasi sTfR ini sangat dipengaruhi oleh eritropoesis tetapi kurang dipengaruhi oleh inflamasi.<sup>70</sup>

Feritin serum merupakan pengukuran cadangan besi tubuh yang sangat baik kecuali pada keadaan inflamasi dan keganasan tertentu. Feritin serum merupakan pemeriksaan yang paling kuat untuk diagnosis anemia defisiensi besi sehingga banyak digunakan di klinik dan populasi.<sup>56</sup>

Serum Fe dan saturasi transferin merupakan pengukuran jumlah besi yang dibawa di plasma dan proporsi transferin yang terikat dengan besi. Pemeriksaan ini sangat dipengaruhi variasi diurnal (mempunyai nilai yang lebih tinggi pada pagi hari dan setelah makan).<sup>70</sup>

Pemeriksaan cadangan besi tubuh dengan menggunakan metode serum transferin reseptor merupakan biomarker yang mengkombinasikan pengukuran sTfR dan feritin sebagai log rasio. Log rasio tersebut dapat mengukur secara lengkap status besi.<sup>70</sup>

Hepcidin merupakan biomarker baru dengan mengukur plasma atau urine untuk mengukur jumlah protein regulator ini dalam sirkulasi. Pengukuran dengan menggunakan biomarker ini sedang dikembangkan dan beberapa penelitian klinik telah menggunakan kadar hepsidin dalam plasma dan urine sebagai indeks status besi.<sup>70</sup>

Penggunaan biomarker untuk menilai status besi sering digunakan secara kombinasi pada survei di populasi atau pada studi klinik. Setiap marker sensitif pada berbagai pool besi yang berbeda (cadangan, transport, selular) dengan nilai ambang batas yang berbeda.<sup>70</sup>

Tabel 2.2. Nilai *cut off* yang biasa digunakan untuk identifikasi status besi tidak normal sesuai usia

	Usia (tahun)	Nilai Abnormal
Hemoglobin (g/dL)	0,5-5	<11,0
Hematokrit	0,5-5	<0,33
<i>Mean Cell Volume</i> (fL) <sup>2</sup>	1-3	<77
Eritrosit protoporfirin ( $\mu\text{mol/L RBCs}$ )	1-2	>1,42 <10
Feritin serum ( $\mu\text{g/L}$ )	1-2	<12 *
Transferin Saturation (%)	1-2	<10

Sumber: \* WHO, 2001,<sup>17</sup> Gibson, 2003<sup>67</sup>

Hb dan status besi yang lain didasarkan atas data yang *diextrapolated* dari anak yang usianya lebih tua.

#### 2.2.6 Defisiensi Besi Pada Bayi

Defisiensi besi merupakan defisiensi mikronutrien yang paling umum ditemukan dan terjadi pada 20%-50% dari populasi dunia<sup>71</sup> dan setengah populasi bayi di negara berkembang.<sup>72</sup> Anemia defisiensi besi di Indonesia pada bayi didapatkan lebih dari 50%.<sup>73</sup>

Definisi defisiensi besi adalah suatu kondisi kurangnya besi selular sampai jaringan. Defisiensi besi ditunjukkan dengan suatu spektrum dari ringan ke berat yang dapat dikenali dengan tiga tahap. Deplesi besi merupakan tahap pertama yang ditandai dengan berkurangnya cadangan besi di hati. Pada tahap ini penyediaan besi untuk kebutuhan fungsional tidak terpengaruh sehingga transpor besi dan hemoglobin normal tetapi konsentrasi feritin akan menurun. Tahap kedua yaitu eritropoiesis defisiensi besi ditandai dengan habisnya cadangan besi sehingga sediaan besi untuk sel eritropoetik menurun secara drastis. Pada tahap ini mulai timbul penurunan saturasi transferin dan terjadi peningkatan reseptor transferin. Hemoglobin mungkin menurun sedikit tetapi biasanya pada jangkauan yang normal. Tahap yang terakhir yaitu anemia defisiensi besi ditandai dengan habisnya cadangan besi, menurunnya sirkulasi besi, timbulnya anemia mikrositik

hipokrom dan tanda yang paling utama yaitu terjadi penurunan konsentrasi hemoglobin di sel darah merah yang dimulai dengan pembatasan sediaan besi ke sumsum tulang.<sup>16,67</sup>

Defisiensi besi pada bayi dapat timbul akibat beberapa faktor risiko. Beberapa contoh faktor risiko pada bayi usia 6–12 bulan yaitu rendahnya cadangan besi, pertumbuhan berat badan yang pesat, rendahnya asupan makanan kaya besi, ASI eksklusif yang diperpanjang, sering terserang infeksi.<sup>16</sup>

Bayi pada usia 2-3 bulan pertama awal kehidupannya dapat terjadi anemia.<sup>74</sup> Anemia ini dikenal dengan istilah anemia fisiologis dengan kadar Hb antara 9–10 g/dL.<sup>77</sup> Hal ini bukan disebabkan defisiensi besi dan tidak memberikan respon dengan pemberian besi dan tidak memerlukan evaluasi atau perawatan.<sup>75</sup>

Berdasarkan tinjauan dari Sachdev beberapa penelitian mendapatkan anemia defisiensi besi berhubungan dengan gangguan pertumbuhan fisik.<sup>76</sup> Hasil tinjauan Chwang pada beberapa penelitian mendapatkan ada korelasi antara defisiensi besi dengan rendahnya tinggi badan untuk usia (TB/U).<sup>77</sup>

### 2.3. Hubungan Besi Dengan *Stunting* Pada Bayi

Tinjauan yang dilakukan Kolsteren didapatkan pada penelitian di Bangladesh, anak-anak dengan TB/U yang rendah hemoglobinya juga lebih rendah.<sup>78</sup> Hasil tinjauan yang dilakukan oleh Ryan berdasarkan hasil survey yang dilakukan di Amerika Serikat pada 2000 anak prasekolah yang lahir dengan berat badan lahir lebih dari 2500 gram menemukan anak-anak dengan TB <25 persentil, Hb serta saturasi tranferinnya cenderung lebih rendah dibandingkan dengan anak-anak yang mempunyai TB dengan persentil  $\geq 25$ .<sup>79</sup>

Tinjauan yang dilakukan Kolsteren pada dua penelitian di Indonesia mendapatkan bahwa anak-anak yang menderita anemia lebih pendek dan setelah mendapatkan suplementasi besi terjadi peningkatan TB.<sup>78</sup> Hasil tinjauan berbagai penelitian yang dilakukan oleh Bhandari menyimpulkan suplementasi besi pada anak yang anemia berpengaruh secara bermakna terhadap pertumbuhan TB.<sup>80</sup> Penelitian yang dilakukan oleh Soliman dkk menunjukkan anak usia di bawah empat tahun dengan anemia defisiensi besi berperawakan lebih pendek

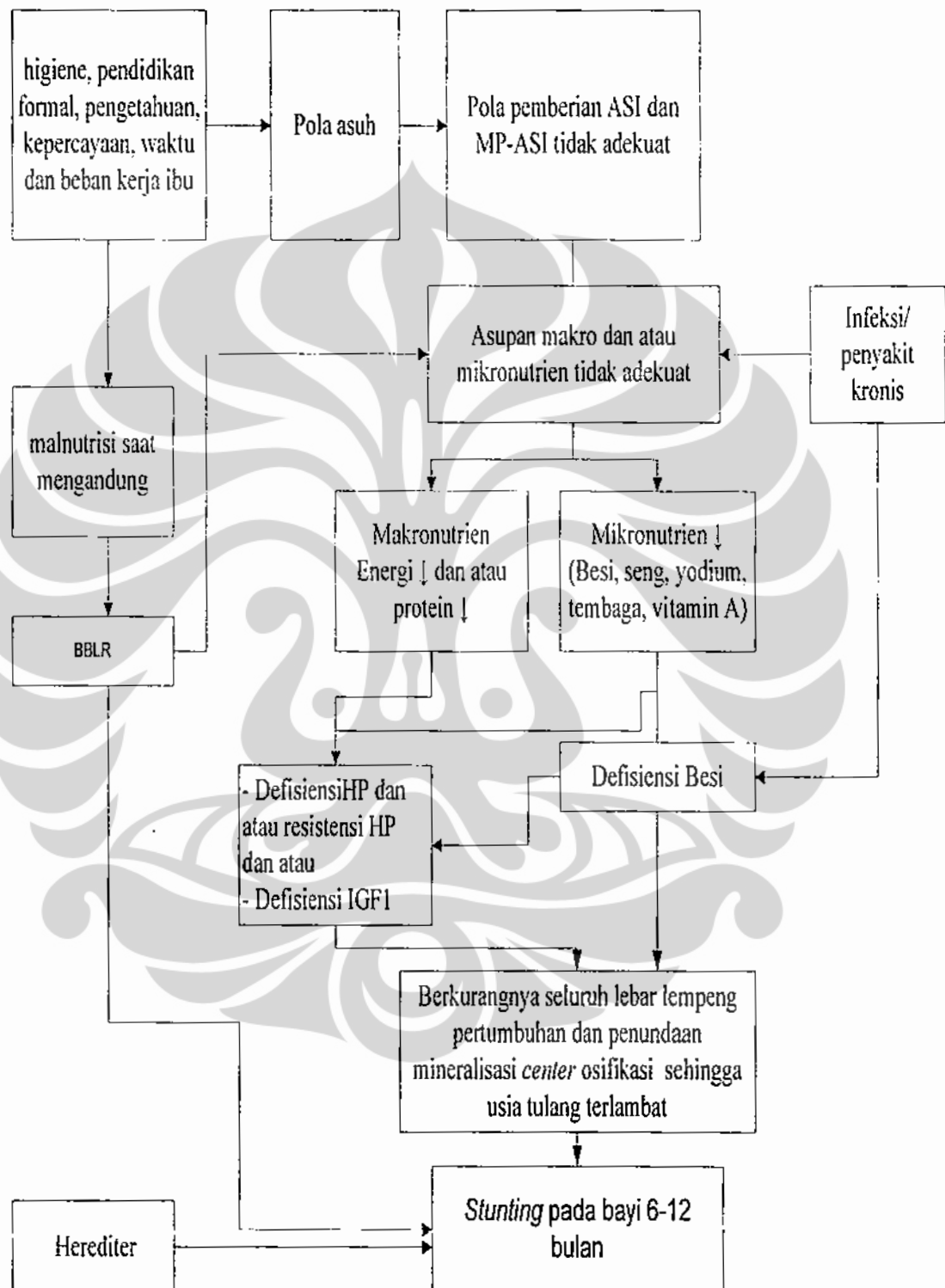


dibandingkan anak-anak seusianya yang status besinya normal, yang ditandai dengan kecepatan pertumbuhan yang lebih rendah. Anak-anak tersebut setelah mendapat suplementasi besi terjadi akselerasi percepatan pertumbuhan yang menunjukkan bahwa status besi berpengaruh terhadap pertumbuhan TB.<sup>20</sup>

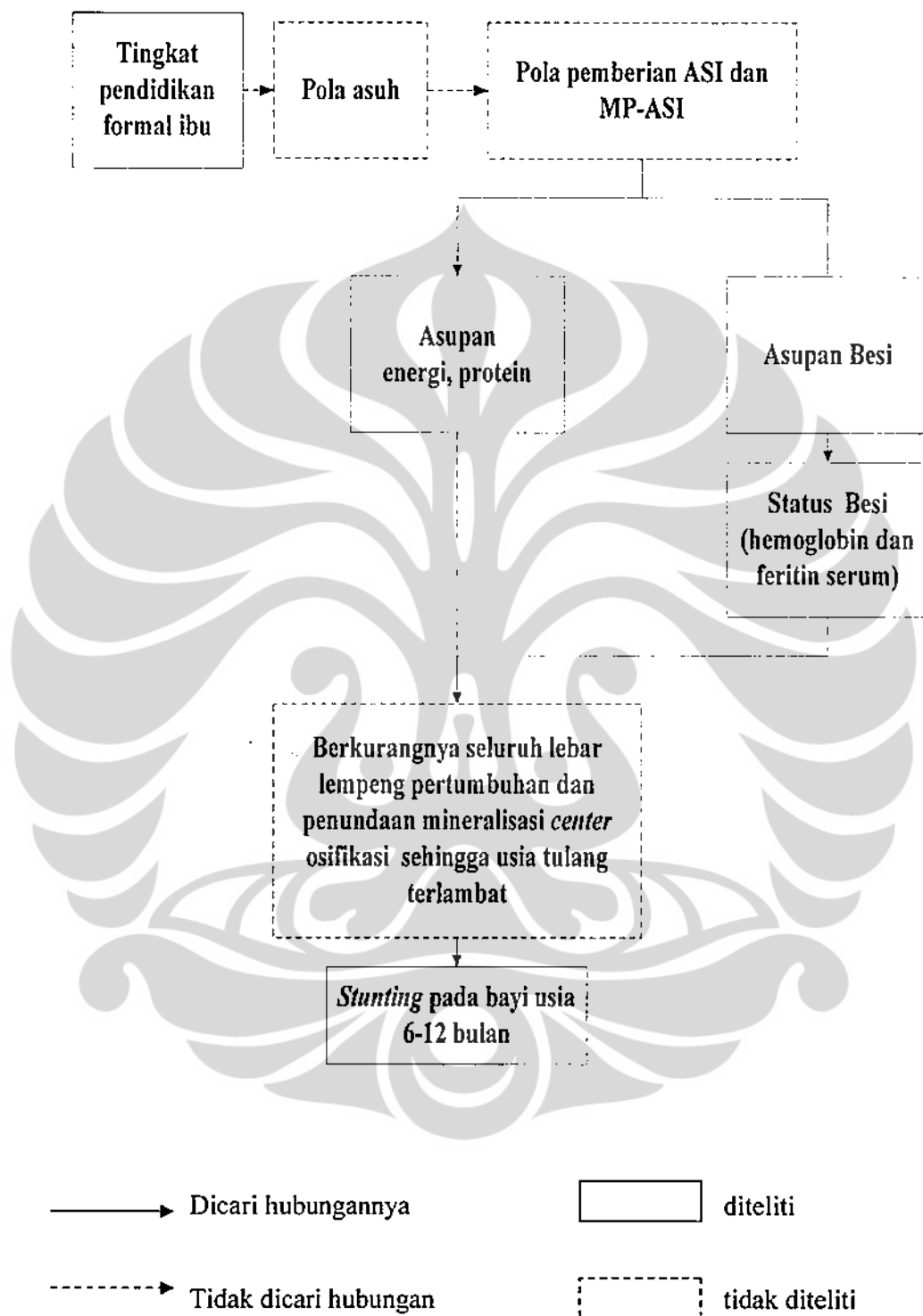
Gangguan pertumbuhan pada anak yang anemia dihubungkan dengan beberapa faktor seperti anoreksia, perubahan pengaturan HP dan menurunnya fungsi intestinal.<sup>79</sup> Penelitian Isguven juga menemukan pada anak yang anemia defisiensi besi kadar IGF-I lebih rendah.<sup>46</sup> Defisiensi besi yang disertai dengan cadangan besi (feritin) yang kurang akan mempengaruhi *compounds* besi jaringan (besi hem *compounds*, besi sulfur dan metaloflavoprotein) dan enzim yang tidak mengandung besi tetapi memerlukan besi sebagai ko-faktor.<sup>81</sup>



## Kerangka Teori



### Kerangka Konsep



### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu studi dengan disain potong lintang (*cross sectional*) untuk mencari korelasi antara asupan besi, hemoglobin dan kadar feritin serum dengan indikator PB/U pada bayi usia 6-12 bulan yang *stunting*.

#### 3.2. Tempat Dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di 20 wilayah kelurahan dan desa di Kota dan Kabupaten Tangerang, Banten yang merupakan wilayah binaan CARE *International* Indonesia. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Maret dan April 2008.

#### 3.3. Bahan Penelitian

Bahan penelitian meliputi bayi *stunting* usia 6-12 bulan dan ibu bayi serta bahan yang digunakan untuk mendapatkan data subyek penelitian.

##### 3.3.1. Populasi dan Subyek

Populasi target adalah seluruh bayi *stunting* usia 6-12 bulan di Kota dan Kabupaten Tangerang. Populasi terjangkau adalah seluruh bayi *stunting* usia 6-12 bulan 20 desa dan kelurahan di Kota dan Kabupaten Tangerang yang merupakan wilayah binaan Care *International* Indonesia. Subyek penelitian adalah populasi terjangkau yang memenuhi kriteria penelitian.

##### 3.3.2. Kriteria sampel

Kriteria penerimaan

- Bayi usia 6-12 bulan
- BB lahir > 2500 gram
- Aterm (38-42minggu)
- PB/usia <-2 SD (standar pertumbuhan WHO 2006)
- Orang tua bersedia secara tertulis untuk mengikuti penelitian

Kriteria penolakan

- Mempunyai cacat fisik (dengan pemeriksaan fisik)
- Mempunyai riwayat sakit kongenital (dengan anamnesis)
- Mempunyai riwayat penyakit atau infeksi kronis (dengan anamnesis)

### 3.3.3. Penentuan Besar sampel

Besar sampel dengan menggunakan rumus:<sup>82</sup>

$$n = \left\{ \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})}{0,5 \ln(1+r)/(1-r)} \right\}^2 + 3 = \left\{ \frac{1,96 + 0,842}{0,5 \ln(1+0,5)/(1-0,5)} \right\}^2 + 3$$

$$n = \left\{ \frac{2,802}{0,550} \right\}^2 + 3 = 29$$

n = besar sampel

$Z_{\alpha}$  = deviasi relatif yang menggambarkan derajat kepercayaan dalam pengambilan kesimpulan statistik, untuk  $\alpha = 0,05$  maka  $Z_{\alpha} = 1,96$

$Z_{\beta}$  = deviasi relatif yang menggambarkan kekuatan statistik dalam menerapkan kemaknaan, untuk  $\beta = 80\%$ , maka  $Z_{\beta} = 0,842$

ln = log natural

r = perkiraan koefisien korelasi

Nilai r untuk korelasi asupan besi dengan Hb dan feritin serum, Hb dan feritin serum dengan HAZ sebesar 0,5

Berdasarkan perkiraan nilai  $r = 0,5$  maka jumlah sampel yang didapat dengan perhitungan rumus di atas adalah 29 orang, setelah ditambah 10% untuk menghitung kemungkinan *drop out* didapatkan jumlah sampel seluruhnya yang dibutuhkan adalah 32 bayi.

### 3.4. Instrumen pengumpulan data

#### a. Formulir

- Formulir A1 : lembar informasi penelitian
- Formulir A2 : formulir persetujuan menjadi subyek penelitian.
- Formulir A3 : formulir seleksi
- Formulir B1 : Karakteristik responden
- Formulir B2 : *Food Frequency Questionnaire* (FFQ) semikuantitatif
- Formulir C : Hasil pemeriksaan laboratorium feritin serum dan hemoglobin

## b. Peralatan

- Pengukur panjang badan bayi Departemen Kesehatan dengan ketelitian 0,1 cm
- *Plain Vaccutainer* 3 ml, kapas alkohol, *wing needle*, sarung tangan, dan *tourniquet*
- HemoCueB- Hemoglobin Photometer dan *cuvette*
- Kotak pendingin untuk menyimpan spesimen
- Spesimen yang digunakan adalah darah yang diambil dari vena kubiti di lengan sebanyak 1,5 ml, untuk pemeriksaan hemoglobin dan feritin serum
- *Food model*

## 3.5. Cara Kerja

### 3.5.1. Cara memperoleh sampel

Setelah mendapat persetujuan dari Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, dilakukan penyaringan pada 1186 bayi usia 6-12 bulan di 20 desa dan kelurahan wilayah binaan CARE International Indonesia di Kabupaten dan Kota Tangerang yang datang ke posyandu. Didapatkan 154 bayi yang memenuhi kriteria penerimaan kemudian dilakukan *consecutive sampling*.

Akhirnya dari 154 bayi yang memenuhi kriteria didapatkan 32 bayi yang orang tuanya setuju untuk menjadi subyek penelitian setelah diberikan lembar informasi dan dijelaskan mengenai tujuan, manfaat dan kerugian menjadi subyek penelitian serta pemeriksaan yang akan dilakukan. Selanjutnya mereka diminta untuk menandatangani lembar persetujuan sebagai peserta penelitian.

### 3.5.2. Prosedur Pengumpulan Data

#### a. Wawancara

Wawancara dilakukan di rumah subyek oleh enumerator yang merupakan dietitian yang telah dilatih sebelumnya. Wawancara dilakukan selama kurang lebih satu jam untuk masing-masing responden. Data responden, data asupan energi, protein dan besi ditentukan dengan metode FFQ semikuantitatif satu minggu terakhir (Formulir B1 dan B2). Kuantitas yang dikonsumsi dinilai dengan menggunakan *food model* dan hasilnya dicatat ke dalam satuan gram. Data tersebut dianalisis dengan menggunakan program Nutrisurvey 2005.

### b. Pengukuran antropometri

Pengukuran antropometri yang dilakukan adalah pengukuran panjang badan. Pengukuran PB dilakukan di posyandu oleh peneliti dibantu kader dengan menggunakan pengukur PB yang dikeluarkan Departemen Kesehatan. Pengukuran dilakukan dengan prosedur standar, dan setiap pengukuran dilakukan sebanyak dua kali.<sup>35</sup> Data yang diambil merupakan rata-rata dari dua kali hasil pengukuran tersebut. Kemudian ditentukan skor Z hasil pengukuran tersebut terhadap usia bayi tersebut.

Prosedur pengukuran panjang badan.<sup>35</sup>

- Alat ukur PB (kayu papan pengukur) di tempat yang rata dan datar (lantai atau meja).
- Pengukuran PB dibutuhkan dua orang untuk mendapatkan hasil yang akurat.
- Bayi diletakkan paralel dengan axis papan pengukur.
- Posisi kepala anak pada bidang yang tetap dan muka menghadap ke atas.
- Bahu harus menempel di permukaan alas alat ukur.
- Satu orang memegang kepala bayi sehingga puncak kepala menempel pada bagian yang tetap dari papan pengukur sehingga *Frankfurt plane* vertikal.
- Orang yang kedua memegang kaki bayi yang tanpa sepatu dan memastikan lutut lurus, jari-jari kaki menghadap ke atas, bila posisi anak sudah tepat, maka gerakkan alat pengukur panjang badan tepat lurus dengan telapak kaki anak, kemudian baca hasil pengukuran sampai angka desimal terdekat.

### c. Pengambilan darah dan pemeriksaan laboratorium

Pemeriksaan laboratorium yang dilakukan meliputi pemeriksaan hemoglobin dan feritin serum. Pengambilan darah vena di daerah kubiti lengan, setelah dilakukan disinfeksi dengan alkohol 70%. Darah vena diambil sebanyak 1,5 ml dan dimasukkan ke *plain vacutainer* untuk pemeriksaan hemoglobin dan dikirim ke laboratorium untuk dilakukan pemeriksaan feritin serum. Kadar hemoglobin diperiksa dengan menggunakan HemoCueB-Hemoglobin Photometer dan pemeriksaan kadar feritin serum dengan cara *Enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA) (Formulir C).

Prosedur pemeriksaan hemoglobin dengan menggunakan sistem HemoCue-Hemoglobin Photometer<sup>83</sup>

- Hidupkan photometer dan pastikan alat ini siap untuk digunakan.
- Ambil *cuvette* kemudian dengan ujungnya disentuh ke ujung permukaan darah yang ada di dalam *vacutainer*.
- Darah akan mengisi sendiri ke dalam *cuvette* sampai penuh.
- Bersihkan ujung *cuvette* dari darah yang berlebih. Jangan menyentuh tengah *cuvette* yang berisi darah.
- Masukkan *cuvette* pada tempat yang disediakan di photometer.
- Kemudian baca hasilnya di layar photometer.

Prosedur pemeriksaan feritin serum dengan cara ELISA<sup>84</sup>

(semua bahan harus sesuai dengan suhu kamar)

- Serum yang telah dipisahkan dari darah lengkap kemudian ditutup.
- Siapkan piring sumur mikrotiter yang sudah dilapisi dengan *rabbit anti ferritin*.
- Pipetkan 20  $\mu$ l standar (mengandung feritin hati atau limpa manusia) dalam serum sapi dengan pengawet, kontrol dan sampel pasien dalam tiap-tiap sumur.
- Pipetkan 100  $\mu$ l reagen enzim konjugat (*mouse monoclonal anti ferritin antibody, conjugated to horseradish peroxidase*)
- Pelan-pelan campur selama 30 detik (harus tercampur dengan sempurna)
- Inkubasi selama 45 menit pada suhu kamar
- Cuci tiap-tiap sumur sebanyak lima kali dengan air steril (jangan menggunakan air keran). Kemudian keringkan dengan hati-hati. Balikkan piring sumur mikrotiter dan ketuk pelan-pelan di atas kertas penyerap air yang bersih untuk menghilangkan cairan yang tersisa.
- Pipetkan 100  $\mu$ l TMB (mengandung 3,3', 5, 5' tetrametilbenzidin yang distabilisasi dalam cairan bufer) ke dalam tiap-tiap sumur. Pelan-pelan dicampur selama lima detik.
- Inkubasi selama 20 menit pada suhu ruangan di tempat yang gelap (akan timbul warna biru).
- Berhentikan reaksi dengan menambahkan 100  $\mu$ l cairan penghenti (N HCl) ke dalam sumur. Segera campur cairan dengan menggoyang piring sumur



mikrotiter secara pelan selama 30 detik. Warna biru akan berganti menjadi warna kuning.

- Baca dengan spektrofotometri pada 450nm dengan piring sumur mikrotiter dalam 15 menit setelah berhenti.
- Kalkulasikan rata-rata nilai pada tiap set standar, kontrol dan sampel.

### 3.6. Batasan Operasional

#### 1. Subyek

Subyek penelitian adalah bayi dengan PB/U <-2 SD skor Z (standar pertumbuhan WHO 2006) usia 6–12 bulan di 20 kelurahan atau desa wilayah binaan CARE International Indonesia di Kota dan Kabupaten Tangerang yang memenuhi kriteria penelitian.

#### 2. Responden

Responde adalah ibu dari subyek penelitian

#### 3. Pendidikan responden

Pendidikan yang dimaksud adalah tingkat pendidikan formal terakhir yang ditempuh oleh responden.

#### 3.Usia

Usia bayi adalah usia yang diperoleh berdasarkan tanggal lahir yang tertulis di surat lahir atau KMS atau berdasarkan jawaban ibu.

#### 5. *Stunting*

*Stunting* adalah suatu keadaan dimana PB/U <-2 SD skor Z berdasarkan standar pertumbuhan WHO 2005.<sup>5</sup> Klasifikasi *stunting* sedang  $-3 \leq$  sampai dengan  $< -2$  SD skor dan *stunting* berat <-3 SD skor.

#### 6. Kebutuhan energi

Kebutuhan energi adalah jumlah energi yang didapat dari asupan makanan yang dibutuhkan menyeimbangkan total ekpenditur energi (TEE) untuk aktivitas fisik dan mendukung pertumbuhan serta perkembangan yang optimal. Kebutuhan energi pada bayi dihitung berdasarkan TEE ditambah energi *deposition* (berdasarkan penambahan lemak dan protein).<sup>85</sup>

Angka kecukupan energi (AKE) adalah rata-rata tingkat konsumsi energi dari pangan yang seimbang dengan pengeluaran energi pada kelompok umur, jenis

kelamin, ukuran(berat) dan tingkat kegiatan fisik agar hidup sehat dan dapat melakukan kegiatan ekonomi dan sosial yang diharapkan. AKE merupakan terjemahan EAR (*Estimated Average Requirement*) untuk energi. AKE untuk bayi usia 0-6 bulan adalah 550 kkal/hari, bayi usia 7-11 bulan adalah 650 kkal/hari dan anak usia 1-3 tahun adalah 1000 kkal/hari.<sup>86</sup>

*Recommended dietary allowances* (RDA) untuk asupan energi berdasarkan estimasi kebutuhan fisiologi dari individu. *Recommended Dietary Allowance* (RDA) untuk bayi usia 0,5-1,0 tahun yaitu 850 kkal/kg.<sup>87</sup>

#### 7. Kebutuhan protein

Kebutuhan protein adalah jumlah protein terendah dari asupan makanan yang dibutuhkan untuk menyeimbangkan hilangnya nitrogen dari tubuh dalam memelihara keseimbangan energi pada aktivitas fisik sedang dan untuk mendukung pertumbuhan. Kebutuhan protein dihitung berdasarkan kebutuhan untuk pemeliharaan dan pertumbuhan. Untuk memastikan terpenuhinya kebutuhan protein sesuai anjuran maka disarankan untuk menambah +2 SD.<sup>88</sup>

Angka Kecukupan Protein (AKP) adalah rata-rata konsumsi protein untuk menyeimbangkan protein yang hilang ditambah sejumlah tertentu, agar mencapai hampir semua populasi sehat (97,5%) di suatu kelompok umur, jenis kelamin dan ukuran tubuh tertentu pada tingkat aktifitas sedang. Angka kecukupan protein merupakan terjemahan dari RDA untuk protein.<sup>86</sup> Angka kecukupan protein untuk bayi usia 0-6 bulan adalah 10 g/hari, bayi usia 7-11 bulan adalah 16 g/hari dan anak usia 1-3 tahun adalah 25 g/hari. *Recommended Dietary Allowance* (RDA) untuk bayi usia 0,5-1,0 tahun yaitu 13,5/hari.<sup>87</sup>

#### 8. Kebutuhan besi

Kebutuhan besi adalah kebutuhan besi dari asupan untuk bertumbuh ditambah dengan kehilangan besi basal. Kebutuhan besi dihitung berdasarkan kehilangan besi basal dan kebutuhan untuk bertumbuh dengan persentil 95 adalah 0,93 mg/hari. Berdasarkan 10% bioavailabilitas absorpsi *The recommended nutrient intakes* (RNIs) untuk besi pada bayi 0,5-1 tahun yaitu 9,3 mg/hari.<sup>89</sup>

#### 9. Kadar hemoglobin

Kadar hemoglobin adakah salah satu biomarker yang sering digunakan untuk menilai status besi.

### Kadar Hemoglobin dan klasifikasi<sup>90</sup>

Klasifikasi	Kadar hemoglobin (g/dL)
Normal	: > 11
anemia ringan	: 10-10,9
anemia sedang	: 7- 9,9
anemia berat	: < 7

Pada populasi WHO mengklasifikasikan prevalensi anemia berdasarkan kategori. Berdasarkan kategori ini maka dapat dilakukan intervensi yang sesuai di populasi.

### Kategori prevalensi anemia di populasi<sup>17</sup>

Kategori	Prevalensi (%)
Normal	: $\leq 4,9$
anemia ringan	: 5-14,9
anemia sedang	: 15- 39,9
anemia berat	: $\geq 40$

### 10. Kadar feritin serum

Kadar feritin serum menunjukkan cadangan besi dalam tubuh. Rendahnya kadar feritin serum menunjukkan kurangnya cadangan besi tubuh. Kadar feritin serum <12  $\mu\text{g/L}$  menunjukkan tanda deplesi yang merupakan tahap pertama defisiensi besi.<sup>17</sup>

## 3.7. Pengolahan, Analisis, Interpretasi, Dan Penyajian Data

### 3.7.1. Pengolahan data

Data yang telah dikumpulkan diedit, diberi kode, dan diverifikasi. Kemudian hasil wawancara asupan makanan diinput ke dalam komputer dengan nutrisurvey 2005, sedangkan hasil pengukuran panjang badan antropometri dengan WHO-antrop 2005. Pengolahan data dengan cara komputerisasi menggunakan perangkat lunak *Statistical Program for Social Science (SPSS) for windows* versi 13.

### 3.7.2. Analisa Data dan Interpretasi

Analisis univariat dilakukan dengan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov untuk menentukan distribusi data. Data yang menunjukkan distribusi normal (HAZ skor, asupan energi, protein, besi, dan hemoglobin) disajikan dalam bentuk rerata dan simpang baku. Data dengan distribusi tidak normal (feritin serum) disajikan dalam bentuk nilai median dan rentang minimum–maksimum. Data dengan skala kategorikal (pendidikan formal ibu dan anemia) disajikan dalam bentuk proporsi (distribusi frekuensi).

Analisis bivariat untuk menentukan korelasi antara dua variabel, data berdistribusi normal menggunakan uji korelasi *Pearson*. Distribusi data tidak normal digunakan uji korelasi *Spearman's Rank*. Batas kemaknaan yang digunakan adalah  $p < 0,05$ . Derajat hubungan ditentukan berdasarkan koefisien korelasi dengan klasifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.1. Interpretasi koefisien korelasi

Koefisien korelasi (nilai mutlak)	Derajat hubungan
0 sampai 0,25	Tidak ada-lemah
0,25 sampai 0,50	Cukup
0,50 sampai 0,75	Kuat
0,76 sampai 1	Kuat sekali

Sumber: Basuki, 2004<sup>91</sup>

## c. Matrik variabel indikator

Tabel 3.2. Matrik variabel indikator

No	Variabel	Indikator	Skala	Metode	Referensi
1	Karakteristik responden	Pendidikan	ordinal	Wawancara	
2	Kebutuhan makanan	1. Energi	Rasio	FFQ semikuantitatif	AKG <sup>86</sup> , RDA <sup>87</sup>
2. Protein		Rasio			
3. Besi		Rasio			
3	Kadar hemoglobin	Kadar hemoglobin	Rasio ordinal	HemoCue	WHO, 2004 <sup>88</sup> HemCueB- Hemoglobin Photometer Operating Manual <sup>83</sup>
4	Kadar feritin	Kadar feritin serum	Rasio	ELISA	Erhardt, 2004 <sup>84</sup>
5	<i>Stunting</i>	PB/U skor Z <-2SD	Rasio	Antropometri	WHO, 2006 <sup>26</sup>

## 3.7.3. Penyajian data

Data disajikan dalam bentuk tekstular, tabular, dan diagram yang disajikan dalam bentuk tesis di hadapan penguji.

## Alur Penelitian

Bayi usia 6–12 bulan daerah binaan  
CARE International Indonesia

penyaringan

subyek yang memenuhi  
kriteria penelitian  
(kriteria penerimaan dan penolakan)

### Kriteria penerimaan

- Bayi usia 6-12 bulan
- BB lahir > 2500 gram
- Aterm (38-42minggu)
- PB/umur < -2 SD (standar pertumbuhan WHO 2006)
- Responden bersedia secara tertulis untuk mengikuti penelitian

### Kriteria penolakan

- Mempunyai cacat fisik
- Mempunyai riwayat sakit kongenital
- Mempunyai riwayat penyakit atau infeksi kronis

*Consecutive sampling*

Subyek penelitian  
n=32

Wawancara  
Pemeriksaan hemoglobin dan  
feritin serum

Analisis data

Hasil

## 4. HASIL PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan mulai awal bulan Maret sampai akhir bulan April 2008. Pengambilan data dimulai dengan penyaringan terhadap 1186 bayi usia 6-12 bulan di daerah binaan CARE International Indonesia (20 desa dan kelurahan di Kota dan Kabupaten Tangerang). Hasil penyaringan didapatkan 154 subyek yang memenuhi kriteria penelitian. Orang tua yang secara tertulis setuju bayinya menjadi subyek penelitian 32 orang sehingga didapatkan 32 bayi yang menjadi subyek penelitian. Pada tahap selanjutnya satu orang bayi *drop out* disebabkan sampel darah tidak mencukupi untuk dilakukan analisis sehingga total subyek adalah 31 bayi.

### 4.1. Karakteristik Responden

Tabel 1. Sebaran Responden Berdasarkan Tingkat Pendidikan

Pendidikan Formal Ibu	Jumlah	Persentasi (%)
Tidak sekolah	4	12,9
Sekolah dasar (SD) (sederajat)	16	51,6
Sekolah Menengah Pertama (SMP) (sederajat)	6	19,4
Sekolah Menengah Atas (SMA) (sederajat)	4	12,9
>SMA	1	3,2

Pendidikan formal ibu sebagian besar SD sederajat sebanyak 51,6%.

### 4.2. Karakteristik Subyek

Pada penelitian ini didapatkan karakteristik *stunting* dengan median skor Z -2,4; minimum -3,9 dan maksimum -2,01. Sebagian besar (80,6%) merupakan *stunting* sedang, sedangkan 19,4% bayi *stunting* berat.

Data asupan subyek menggunakan FFQ semikuantitatif, didapatkan rerata asupan energi  $767,99 \pm 275,42$  kkal/hari, rerata asupan protein  $21,80 \pm 11,08$  g/hari. Rerata asupan besi  $6,06 \pm 4,16$  mg/hari dengan bayi yang mendapatkan asupan besi kurang 81%.

Tabel 2. Sebaran Asupan Energi Dan Protein Pada Subyek

Zat gizi	Nilai
1. Energi (mean $\pm$ SD)	767,99 $\pm$ 275,42 kkal/hari
Energi (ASI) (median, maksimal, minimal)	195 (0; 562,50)
Energi (MP-ASI) (mean $\pm$ SD)	561.74 $\pm$ 281.63
<b>Klasifikasi (RDA)</b>	
Kurang (n, %)	23 (74,2%)
Cukup (n, %)	8 (25,8%)
<b>Klasifikasi (AKG)</b>	
Kurang (n, %)	14 (45,2%)
Cukup (n, %)	17 (54,8%)
2. Protein (mean $\pm$ SD)	21,80 $\pm$ 11,08 g/hari
Protein (ASI) (median, maksimal, minimal)	3,38 (0; 9,75)
Protein (MP-ASI) (mean $\pm$ SD)	18.23 $\pm$ 11.25
<b>Klasifikasi (RDA)</b>	
Kurang (n, %)	9 (29%)
Cukup (n, %)	22 (71%)
<b>Klasifikasi (AKG)</b>	
Kurang (n, %)	14 (45,2%)
Cukup (n, %)	17 (54,8%)
3. Besi total (mean $\pm$ SD)	6.06 $\pm$ 4.16 mg/hari
Besi (ASI) (median, maksimal, minimal)	0.13 (0; 0,38) mg/hari
Besi (MP-ASI) (mean $\pm$ SD)	5.92 $\pm$ 4.17 mg/hari
<b>Klasifikasi</b>	
Kurang (n, %)	25 (81%)
Cukup (n, %)	6 (19%)

Pada penelitian ini didapatkan 71% subyek yang anemia dengan sebagian besar mengalami anemia sedang (45,2%). Subyek yang mengalami deplesi besi tanpa anemia 9,7% dan anemia defisiensi besi sebanyak 41,9%.

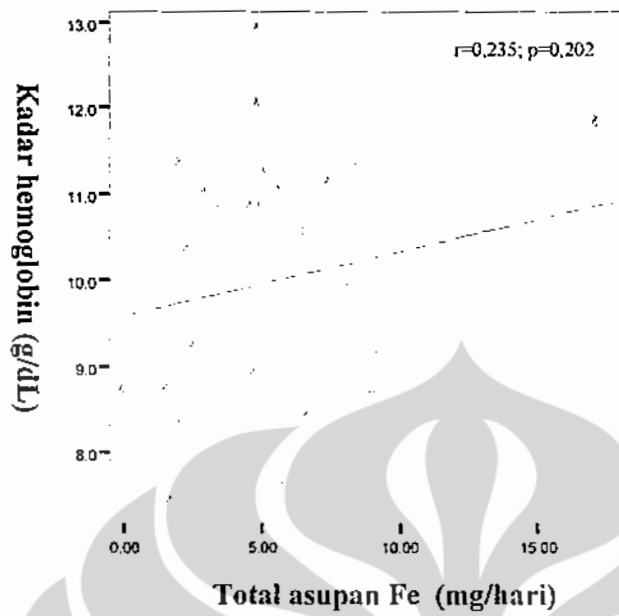


Tabel 3. Sebaran Hasil Pemeriksaan Hemoglobin dan Feritin Serum pada Subyek Penelitian

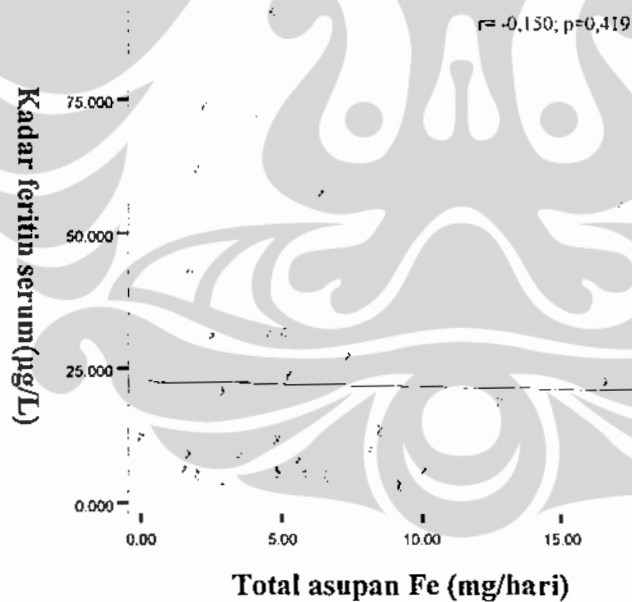
Indikator status besi	Nilai
1. Kadar feritin serum (median, minimal, maksimal)	10,93 (1,62; 90,38) $\mu\text{g/L}$
Klasifikasi kadar feritin	
Normal (n, %) (Feritin Serum $\geq 12 \mu\text{g/L}$ )	15 (48,4%)
Depleksi (n, %) (Feritin Serum $< 12 \mu\text{g/L}$ )	16 (51,6%)
2. Kadar Hemoglobin (mean $\pm$ SD)	10,04 $\pm$ 1,32 g/dL
Klasifikasi kadar hemoglobin	
Anemia Ringan (n, %) (10-10,9 g/dL)	8 (25,8%)
Anemia Sedang (n, %) (7- 9,9 g/dL)	14 (45,2%)
Normal (n, %) (HB $\geq 11$ g/dL)	9 (29%)
3. Kadar Hemoglobin dan Feritin Serum	
HB $\geq 11$ g/dL, Feritin Serum $\geq 12 \mu\text{g/L}$	6 (19,3%)
HB $\geq 11$ g/dL, Feritin Serum $< 12 \mu\text{g/L}$ (depleksi besi)	3 (9,7%)
HB $< 11$ , g/dL Feritin Serum $\geq 12 \mu\text{g/L}$ (anemia non defisiensi besi)	9 (29,1%)
HB $< 11$ g/dL, Feritin Serum $< 12 \mu\text{g/L}$ (anemia defisiensi besi)	13 (41,9%)

#### 4.2. Korelasi Antara Asupan Besi Dengan Hemoglobin Dan Feritin Serum Pada Subyek Penelitian

Analisis yang digunakan untuk menguji korelasi antara asupan besi dengan Hb adalah uji statistik korelasi *Pearson* disebabkan distribusi data normal. Hasil memperlihatkan korelasi positif derajat lemah yang tidak bermakna ( $r=0,235$ ;  $p=0,202$ ) (gambar 3). Analisis yang digunakan untuk menguji korelasi antara asupan besi dengan feritin serum adalah uji statistik korelasi *Spearman's Rank* disebabkan distribusi data tidak normal. Hasil uji ini menunjukkan korelasi negatif derajat lemah yang tidak bermakna ( $r=-0,150$ ;  $p=0,419$ ) (gambar 4).



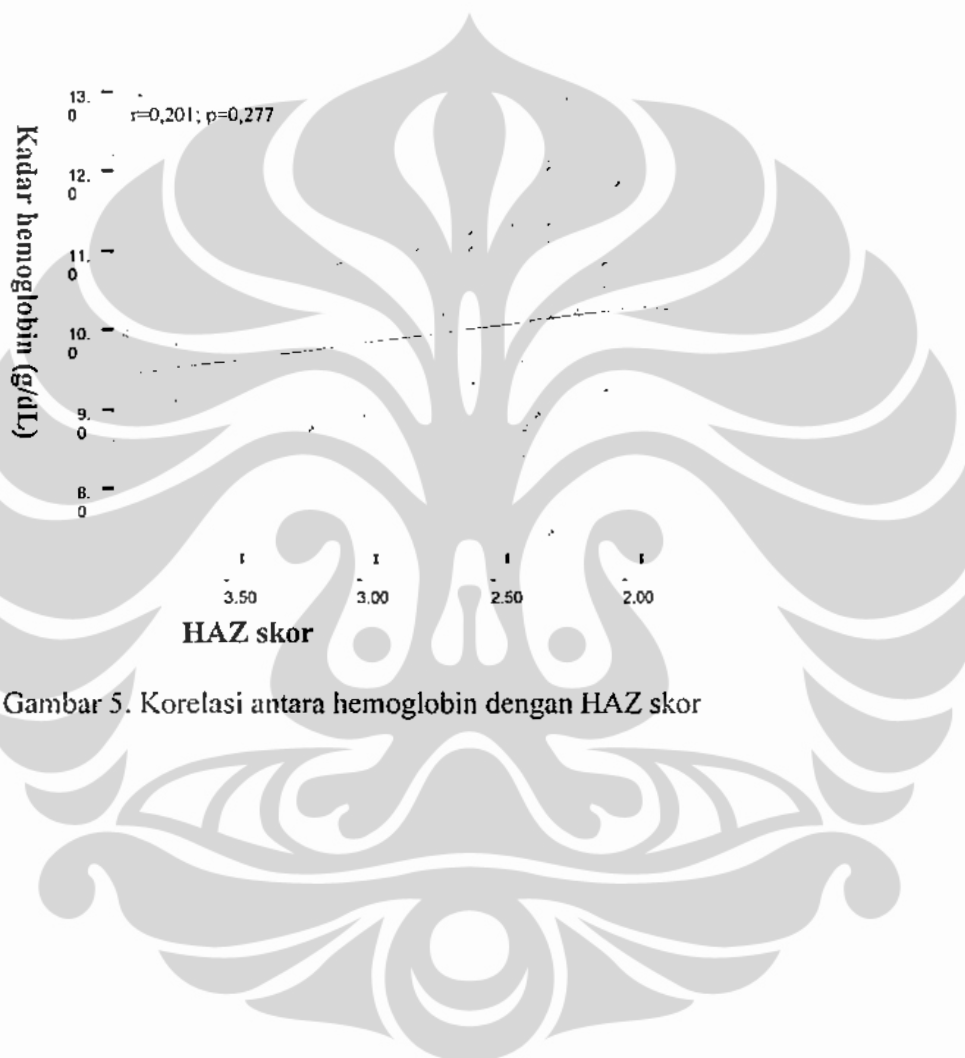
Gambar 3. Korelasi antara asupan besi dengan kadar hemoglobin



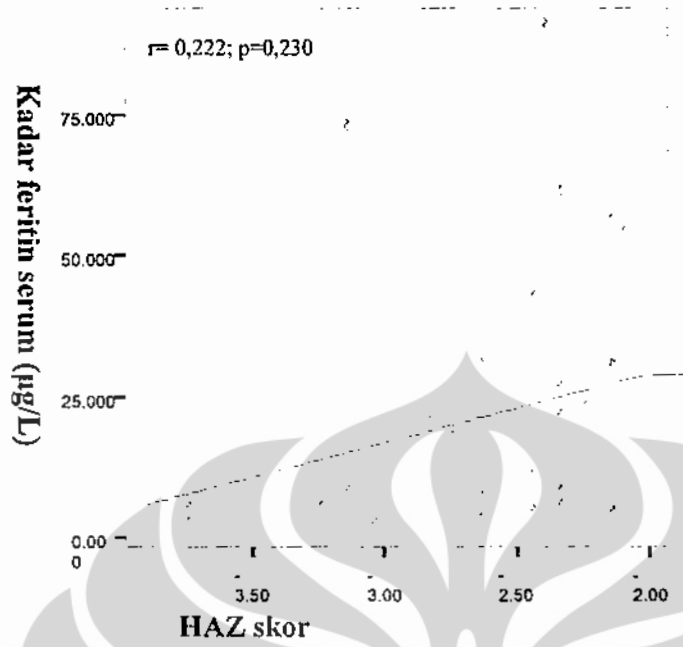
Gambar 4. Korelasi antara asupan besi dengan kadar ferritin serum

#### 4.2. Korelasi Antara Hemoglobin dan Feritin Serum Dengan Indikator PB/U Skor Pada Subyek Penelitian.

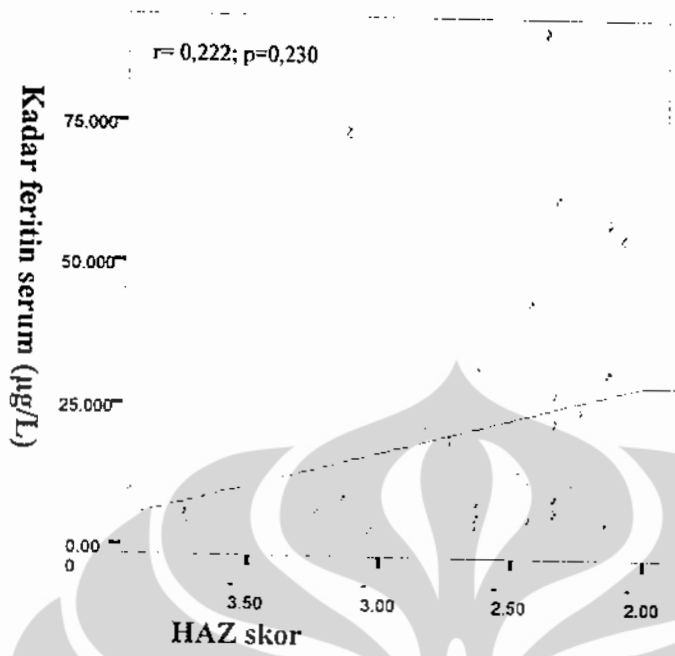
Analisis yang digunakan untuk menguji korelasi antara Hb dan feritin serum dengan indikator PB/U adalah uji statistik *Spearman's Rank* karena distribusi data tidak normal. Hasil memperlihatkan korelasi positif derajat lemah yang tidak bermakna ( $r=0,201$ ;  $p=0,277$  dan  $r= 0,222$ ;  $p=0,230$ ) (gambar 5 dan gambar 6).



Gambar 5. Korelasi antara hemoglobin dengan HAZ skor



Gambar 6. Korelasi antara feritin serum dengan HAZ skor



Gambar 6. Korelasi antara feritin serum dengan HAZ skor

menunjukkan asupan energi subyek lebih rendah dari rekomendasi.<sup>15</sup> Subyek yang mendapat asupan energi kurang dari RDA 74,2% (23 bayi). Bila merujuk pada AKG bayi yang mendapatkan asupan kurang 45,2% (14 bayi). Perbedaan dalam memakai rujukan menyebabkan perbedaan hasil. Angka kecukupan energi untuk bayi usia 7-11 bulan adalah 650 kkal/hari sedangkan RDA energi untuk bayi usia 6-12 bulan adalah 850 kkal/hari yang bila dibandingkan terdapat perbedaan 200 kkal/hari. Hal ini menyebabkan terjadi perbedaan dalam penafsiran hasil. Bila merujuk pada RDA pada anak usia 1-3 tahun dengan kebutuhan asupan energi 1326 kkal/hari, maka penelitian ini berbeda dengan penelitian Theron dkk yang menemukan asupan energi pada anak *stunting* usia 12-24 bulan di daerah urban  $1726,66 \pm 607,86$  kkal/hari dan daerah pedesaan  $1406,91 \pm 414,76$  yang menunjukkan asupan energinya lebih tinggi dari rekomendasi.<sup>8</sup> Akibat hal tersebut di atas maka untuk kebutuhan di klinik tidak dapat memakai rekomendasi tersebut di atas tetapi dihitung berdasarkan kebutuhan masing-masing individu.

Pada penelitian ini didapatkan rerata protein  $21,80 \pm 11,08$  g/hari (tabel 2). Bila merujuk pada RDA, kebutuhan protein bayi usia 6-12 bulan sebesar 13,5 g/hari maka hasil penelitian ini sama dengan penelitian Theron dkk yang mendapatkan asupan protein subyek lebih tinggi dari rekomendasi. Asupan protein subyek yang kurang bila dibandingkan dengan RDA berjumlah 9 bayi (29%), sedangkan asupan protein subyek yang kurang bila di bandingkan dengan AKG berjumlah 14 bayi (45,2%). Penelitian Theron dkk mendapatkan asupan protein subyek di daerah urban  $44 \pm 22$  g/hari dan di pedesaan  $29 \pm 13$  g/hari. Hasil ini berbeda dengan penelitian Hautvast dkk yang menemukan bahwa asupan protein subyeknya lebih rendah dari rekomendasi (nilai median =13g/hari).

Subyek adalah bayi *stunting* yang membutuhkan energi dan protein lebih besar untuk kejar tumbuh. Kebutuhan energi dan protein mereka harus dihitung berdasarkan kebutuhan individual dalam penerapan di klinik, dan tidak dapat memakai RDA atau AKG. Angka kecukupan Gizi atau RDA digunakan supaya mempunyai standar dalam pembuatan program di populasi.

Rerata asupan besi adalah  $6.06 \pm 4.16$  mg/hari, dengan asupan besi dari ASI 0,13 (0: 0,38) mg/hari dan MP-ASI  $5.92 \pm 4,17$  mg/hari (tabel 2). Subyek yang asupan besinya kurang (81%). Berdasarkan RNIs untuk besi yaitu 9,3 mg/hari,

hasil temuan ini sama dengan penelitian Hautvast dkk (median = 2 mg/hari) dan Theron dkk (urban=7,24 mg/hari; pedesaan =5,24mg/hari) yang menemukan bahwa asupan besi pada subyek kurang dari rekomendasi.<sup>8,15</sup> Bayi berusia di atas enam bulan merupakan kelompok usia yang rawan terjadi defisiensi besi yang diakibatkan oleh penambahan berat badan yang pesat dan kebutuhan tubuh yang meningkat. Asupan besi dari ASI saja sudah tidak mencukupi walaupun bioavaibilitas besi ASI tinggi sehingga perlu tambahan besi dari MP-ASI. Tetapi biasanya asupan bayi hanya mengandung sedikit daging sehingga kurang kandungan besi hem lebih tinggi bioavaibilitasnya.<sup>16</sup> Penelitian ini mendapatkan asupan besi dari ASI dan MP-ASI kurang.

Rerata kadar hemoglobin yang ditemukan adalah  $10,04 \pm 1,32$  g/dL dengan subyek yang anemia 71% dan terbanyak adalah anemia sedang yaitu 45,2% (tabel 3). Penelitian ini sama dengan penelitian Anderson yang mendapatkan subyek anemia 71%.<sup>92</sup> Hasil penelitian ini menunjukkan ada masalah serius kesehatan masyarakat terutama dengan defisiensi besi. Berdasarkan kategori WHO, prevalensi anemia yang ditemukan merupakan prevalensi anemia berat sebab >40% pada wilayah tersebut. Sehingga perlu dilakukan suplementasi besi secara menyeluruh tanpa perlu dilakukan penyaringan pada individu kelompok tersebut.<sup>17</sup>

Kadar feritin serum yang ditemukan yaitu median 10,93  $\mu$ g/L (1,62-90,38  $\mu$ g/L), Subyek yang mengalami deplesi besi tanpa anemia 9,7% sedangkan subyek dengan anemia defisiensi besi sebanyak 41,9%. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Anderson dengan temuan subyek dengan anemia defisiensi besi sebesar 21,1%, tetapi sama dalam prevalensi deplesi tanpa anemia yaitu 6%.<sup>92</sup>

Deplesi besi merupakan tahap pertama perkembangan menjadi anemia defisiensi besi. Anemia defisiensi besi merupakan tahap akhir dari defisiensi besi. Defisiensi besi sering ditemukan pada bayi usia di atas enam bulan disebabkan cadangan besi berkurang dan bayi tidak dapat memenuhi kebutuhan besinya yang tinggi dari ASI saja. Dibutuhkan pemilihan MP-ASI yang kaya kandungan besi untuk memenuhi kebutuhan bayi.<sup>16</sup> Hasil penelitian ini mendapatkan asupan besi rendah dengan prevalensi defisiensi besi tinggi.

### 5.3. Korelasi Antara Asupan Besi Dengan Hemoglobin dan Feritin Serum

Penelitian Lind dkk pada bayi yang tidak mengalami anemia defisiensi besi mendapatkan asupan besi bayi sejak berusia 6-8 bulan berkorelasi dengan Hb saat bayi berusia sembilan bulan ( $r=0,27$ ;  $p<0,001$ ) dan asupan besi bayi sejak usia 9-11 bulan berkorelasi dengan Hb saat berusia 12 bulan ( $r=0,21$ ;  $p<0,001$ ). Data lain yang didapatkan adalah asupan besi bayi sejak berusia 6-8 bulan atau 9-11 bulan tidak berkorelasi dengan feritin serum pada saat bayi berusia sembilan atau 12 bulan. Melalui data yang didapat peneliti menyimpulkan pengaturan metabolisme besi tahun pertama kehidupan bayi sangat dinamis. Hal ini mungkin menunjukkan asupan besi dari makanan terhubung langsung ke sistem eritropoiesis yang kemudian dirubah menjadi Hb, daripada disimpan sebagai cadangan dalam bentuk feritin. Masih perlu penelitian lebih lanjut tentang homeostasis besi pada bayi.<sup>93</sup>

Pada penelitian ini ditemukan korelasi positif derajat lemah antara asupan besi dengan hemoglobin tetapi tidak bermakna ( $r=0,235$ ;  $P=0,202$ ), dan antara asupan besi dengan feritin serum berkorelasi negatif derajat lemah tidak bermakna ( $r=-0,150$ ;  $p=0,419$ ) (gambar 3 dan 4).

### 5.4. Korelasi Antara Hemoglobin Dan Feritin Serum Dengan Indikator PB/U (HAZ)

Ditemukan korelasi positif derajat lemah antara Hb dan feritin serum dengan indikator PB/U (HAZ) tetapi tidak bermakna ( $r=0,201$ ;  $p=0,277$  dan  $r=0,222$ ;  $p=0,230$ ). Hasil ini berbeda dengan penelitian Hautvast yang mendapatkan korelasi antara Hb dan feritin serum dengan indikator PB/U (HAZ) yang bermakna ( $r=0,23$ ;  $p=0,04$  dan  $r=0,25$ ;  $p=0,02$ ). Setelah dilakukan analisis multiple regresi pada penelitian ini, Hautvast mendapatkan status besi tidak berhubungan dengan pertumbuhan panjang badan.<sup>15</sup>

Hasil korelasi yang tidak bermakna pada penelitian ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor. *Stunting* tidak hanya dipengaruhi oleh status besi saja namun juga mikronutrien lain seperti defisiensi zinc, yodium, dan vitamin A. Pada berbagai penelitian didapatkan *stunting* disebabkan oleh defisiensi nutrisi (energi, makronutrien, dan mikronutrien), infeksi (efek sistemik dan imunostimulasi),



faktor ibu (nutrisi ibu mempengaruhi cadangan pada saat lahir dan pendidikan formal ibu mempengaruhi pola asuh), hormonal, herediter.<sup>9,10,11,12</sup>

Pada berbagai penelitian suplementasi besi didapatkan hasil yang bermakna antara status besi dengan pertumbuhan panjang bayi. Salah satu contohnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Soliman dkk. Penelitian ini mendapatkan anak berusia di bawah empat tahun yang mengalami defisiensi besi secara bermakna lebih pendek dibandingkan dengan anak seusia yang normal, ditandai dengan kecepatan pertumbuhan yang lebih lambat. Setelah diberikan suplementasi besi dan anemianya diperbaiki terjadi akselerasi kecepatan pertumbuhan tinggi serta ditemukan korelasi yang bermakna antara kadar feritin serum dengan kecepatan pertumbuhan. Hal ini menunjukkan bahwa anak yang mempunyai kadar besi yang cukup bertumbuh lebih baik dibandingkan dengan anak yang kadar besi tubuhnya mengalami deplesi. Hal ini mungkin disebabkan oleh peran besi dalam berbagai proses metabolik dan penting sebagai ko-faktor dan enzim katalisis. Salah satu contohnya yaitu besi bertindak sebagai ko-factor enzim yang terlibat dalam sintesis kolagen matriks tulang seperti enzim prolil dan lisil hidroksilase.<sup>47</sup> Penelitian Isguven menemukan kadar IGF-I yang rendah pada anak anemia defisiensi besi, mungkin hal ini yang menghambat pertumbuhan melalui mekanisme dependen.<sup>20,46</sup>

## 6. RINGKASAN, KESIMPULAN DAN SARAN

### RINGKASAN

*Stunting* merupakan salah satu masalah kesehatan anak di Indonesia. *Stunting* pada usia dini dihubungkan dengan terhambatnya perkembangan fisik, mental, dan sosial. Etiologi *stunting* pada masa pra dan pasca natal bersifat multifaktorial. Berbagai penelitian mendapatkan *stunting* dapat diakibatkan kekurangan satu atau beberapa mikronutrien dan salah satunya adalah defisiensi besi.

Anemia defisiensi besi pada bayi berpengaruh terhadap pertumbuhan yang ditandai melambatnya kecepatan pertumbuhan tinggi badan yang berisiko menimbulkan *stunting*. Peran besi pada pertumbuhan adalah sebagai kofaktor dan enzim dalam berbagai proses metabolik. Salah satu contohnya yaitu besi bertindak sebagai ko-factor enzim yang terlibat dalam sintesis kolagen matriks tulang seperti enzim prolil dan lisil hidroksilase yang merupakan tahap penting sebelum ikat silang oleh enzim dependen tembaga yaitu lisil oksidase. Defisiensi besi juga mempengaruhi pertumbuhan melalui mekanisme IGF-I dependen. Dengan menurunnya kadar IGF-I mengakibatkan penurunan pertumbuhan tinggi badan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui asupan besi, kadar feritin serum, kadar hemoglobin, hubungan asupan besi dengan kadar feritin serum dan hemoglobin serta hubungan feritin dan hemoglobin dengan indikator PB/U skor Z pada bayi *stunting* usia 6-12 bulan. Penelitian ini merupakan suatu studi dengan disain potong lintang untuk mencari korelasi antara asupan besi, hemoglobin, feritin serum dan indikator PB/U skor Z pada bayi *stunting* usia 6-12 bulan. Subyek adalah bayi *stunting* usia 6-12 bulan di 20 desa dan kelurahan di Kota dan Kabupaten Tangerang yang merupakan wilayah binaan CARE International Indonesia.

Pendidikan formal responden sebagian besar (51,6%) SD (sederajat). Subyek penelitian berjumlah 31 bayi *stunting* usia 6-12 bulan yang memenuhi kriteria penelitian. Karakteristik HAZ pada subyek ditemukan median skor Z -2,4; minimum -3,9 dan maksimum -2,01. Sebagian besar bayi merupakan *stunting* sedang (80,6%), sedangkan *stunting* berat (19,4%).

Rerata asupan energi  $767,99 \pm 275,42$  kkal/hari dan rerata asupan protein  $21,80 \pm 11,08$  g/hari. Subyek yang mendapatkan asupan energi dan protein kurang dari RDA adalah 74,2% dan 29%. Subyek yang mendapatkan asupan energi dan protein kurang berdasarkan AKG adalah 45,2% dan 45,2%. Asupan besi 81% subyek kurang dengan rerata asupan besi  $6,06 \pm 4,16$  mg/hari. Rerata hemoglobin  $10,04 \pm 1,32$  g/dL dengan subyek yang anemia 71 % dan sebagian besar merupakan anemia sedang (45,2%). Kadar feritin serum didapatkan median 10,93 (1,62; 90,38)  $\mu\text{g/L}$ . Subyek dengan deplesi besi tanpa anemia 9,7% dan anemia defisiensi besi 41,9%.

Pada penelitian ini ditemukan korelasi positif tidak bermakna dengan derajat lemah antara asupan besi dengan hemoglobin ( $r=0,27$ ;  $P=0,202$ ) dan korelasi negatif tidak bermakna antara asupan besi dan feritin serum dengan derajat lemah ( $r=-0,150$ ;  $p=0,419$ ).

Ditemukan korelasi positif tidak bermakna dengan derajat lemah antara hemoglobin dan feritin serum dengan PB/U skor Z ( $r=0,201$ ;  $p=0,277$  dan  $r=0,222$ ;  $p=0,230$ ).

#### KESIMPULAN

1. Responden dengan pendidikan formal SD/ sederajat (51,6%)
2. Subyek merupakan kelompok *stunting* yang sebagian besar (80,6%) merupakan *stunting* sedang) dan sebagian kecil (19,4%) merupakan *stunting* berat.
3. Rerata asupan kalori  $767,99 \pm 275,42$  kkal/hari dan protein  $21,80 \pm 11,08$  g/hari. Subyek yang mendapatkan asupan energi dan protein kurang dari RDA adalah 74,2% dan 29%. Rerata asupan besi  $6,06 \pm 4,16$  mg/hari dan subyek dengan asupan besi kurang adalah 81%.
4. Rerata kadar hemoglobin  $10,04 \pm 1,32$  g/dL sedangkan kadar feritin serum didapatkan median 10,93 (1,62; 90,38)  $\mu\text{g/L}$ . Subyek dengan deplesi besi tanpa anemia 9,7% dan subyek dengan anemia defisiensi besi 41,9%.
5. Tidak ada hubungan bermakna antara asupan besi dengan hemoglobin dan feritin serum.
6. Tidak ada hubungan bermakna antara hemoglobin dan feritin serum dengan indikator PB/U skor Z.

## SARAN

1. Metode pemberian pengetahuan ibu berdasarkan dengan tingkat pendidikan ibu
2. Perlu dilakukan pencegahan terhadap kejadian *stunting*, pencegahan dini dapat dilakukan melalui posyandu dengan:
  - monitoring tinggi/panjang badan selain berat badan
  - penyuluhan cara pemberian makan yang baik pada bayi, terutama ASI dan MP-ASI yang tepat.
3. Perlu dilakukan penelitian pada bayi dengan panjang badan kurang apakah suplementasi Fe (MP- ASI fortified Fe) dapat memperbaiki pertumbuhan.
4. Perlu penelitian mengenai anemia pada bayi usia 6-12 bulan utamanya yang berhubungan dengan asupan besi pada populasi yang lebih besar.
5. Bayi yang mengalami anemia defisiensi besi dapat diberikan penatalaksanaan dengan pemberian besi.
6. Bayi yang mengalami anemia non defisiensi besi dapat dilakukan pemeriksaan tambahan dengan darah apus sehingga dapat diketahui penyebabnya dan dapat diberikan penatalaksanaannya.

## SUMMARY, CONCLUSION RECOMMENDATION

### SUMMARY

Stunting in children is one of the public health problems in Indonesia. Stunting in early age is associated with delayed physical growth and mental development also impairs social development. Stunting etiology is due to multiple factors. Several studies found out that stunting can be caused by deficiency nutrients of one or more and one of them is iron.

Iron deficiency anemia in infants caused delayed growth in stature with markedly slower growth velocity that can lead to stunting. Iron's role on growth is as cofactor and enzyme in various metabolic processes. One of them is iron acts as a cofactor in collagen bone matrix synthesis. Such enzymes are prolyl and lysyl hydroxylases, essentials in steps before crosslink by the copper dependent enzyme lysyl oxidase. Also Iron deficiency may effect growth through IGF-I dependent mechanism with lower level of IGF-I that caused linear growth retardation.

The objective of this study is to find out correlation iron intake, hemoglobin, and serum ferritin with HAZ score in stunting infants' ages 6-12 months. This is a cross sectional study, whose subjects are stunting infants' ages 6-12 months in 20 villages and kelurahan in Tangerang Districts and Tangerang City, the area serviced by CARE International Indonesia.

Most of the mother formal education was primary school (51,6%). Subjects are 31 stunting infants' ages 6-12 months that met the inclusion criteria. Nutritional status (HAZ) characteristic found in subjects with median Z score -2.4; minimum of -3.9 and maximum of -2.01. Most of the infants were moderate stunting (80.6%), while the rest were severe stunting (19.4%).

Average energy intake was  $767.99 \pm 275.42$  kcal/day and average protein intake was  $21.80 \pm 11.08$  g/day. Subjects with low energy and protein intake 74,2% and 29% compared to RDA respectively. Subjects with low iron intake were 81% and average iron intake was  $6.06 \pm 4.16$  mg/day.

Average hemoglobin was  $10.04 \pm 1.32$  g/dL and 71% subject with anemia and most are moderate anemia (45.2%). Median serum ferritin were 10,93 (1,62;

90,38)  $\mu\text{g/L}$ . Subjects with iron depletion without anemia were 9,7% and 41,9% with iron deficiency anemia.

In this study, there was no significant correlation between iron intake and hemoglobin is ( $r=0.27$ ;  $P=0.202$ ). And it was no significant negative correlation between iron intake and serum ferritin ( $r=-0.150$ ;  $p=0.419$ ).

No significant correlation between hemoglobin and serum ferritin with HAZ score ( $r=0.201$ ;  $p=0.277$ ;  $r=0.222$ ;  $p=0.230$ ).

## CONCLUSION

1. Most of mother formal education were primary school (51,6%)
2. Subjects was a stunting group and most of them were moderate stunting (80,6%) and the rest were severe stunting (19,4%)
3. Average energy intake was  $767.99 \pm 275.42$  kcal/day and protein intake was  $21.80 \pm 11.08$  g/day. Subjects with low energy and protein intake 74,2% and 29% respectively. Average iron intake was  $6.06 \pm 4.16$  mg/day and 81% subjects had low iron intake.
4. Average hemoglobin was  $10.04 \pm 1.32$  g/dL whereas median serum ferritin was 10.93 (1.62; 90.38)  $\mu\text{g/L}$ . Subject with anemia were 71%, 9,7% with iron depletion without anemia and 41,9% with iron deficiency anemia.
5. There was no significant correlation between iron intake with hemoglobin and serum ferritin
6. No significant correlation between hemoglobin and serum ferritin with HAZ score.

## RECOMMENDATION

1. Base on mother education we can plan with which method to educate them
2. Stunting prevention shall be done, as an early prevention through *Posyandu*, with:
  - length/height monitoring beside the weight
  - educate mothers about infant's feeding practice, what is best for their child, especially proper breastfeeding and complimentary feeding.
3. There is a need for a study for infant with linear retardation if they give iron Supplementation or iron fortified complementary food can they improve growth?
4. There is a need for a study about anemia on 6-12 month infants' cause of iron intake in larger population.
5. Infant with iron deficiency anemia need therapy with iron
6. Infant with anemia non iron deficiency need further test to know the cause and can make program to prevent and therapy.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Adair LS, Guilkey DK. Age-specific determinants of stunting in Filipino. *J Nutr* 1997; 127: 314-320
2. World Health Statistics. Ten statistical highlights in global public health 2007; part 1: 9-20
3. WHO Statistical Information System (WHOSIS). Core Health Indicator, the latest data from multiple WHO sources dalam World Health Organization 2007; [http://www.who.int/whosis/database/core/core\\_select\\_process.cfm](http://www.who.int/whosis/database/core/core_select_process.cfm) diunduh tanggal 17 Oktober 2007
4. Care International Indonesia. Penilaian status gizi dan angka kesakitan pada balita, konsumsi pangan rumah tangga, kebersihan pribadi, lingkungan dan tangga dalam Survei Dasar Proyek BERSIH, Tangerang 2006; 1-97 unpublished data
5. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO expert committee. Technical report series no. 854. Geneva:WHO 1995
6. Branca F, Ferrari M. Impact of micronutrient deficiencies on growth: the stunting syndrome. *Ann Nutr Metab* 2002; 46 (suppl 1): 8-17
7. Milman A, Frongillo EA, de Onis M, Hwang JY. Differential improvement among countries in child stunting in associated with long term development and specific interventions. *J. Nurt.* 2005; 135: 1415-1422
8. Theron M, Amissah A, Kleynhans IC, Albertse E, MacIntyre UE. Inadequate dietary intake is not the cause of stunting amongst young children living in an informal settlement in Gauteng and rural Limpopo province in South Africa: the NutriGro study. *Public Health Nutrition.* 2007; 10(4): 379-389
9. Vieira VCR, Fransceschini SCC, Fisberg M, Priore SE. Stunting: its relation to overweight, global or localized adiposity and risk factors for chronic non communicable disease. *Rev Bras Saude matern Infant Recife* 2007; 7(4): 365-372
10. Martorell R, Khan LK, Schroeder DG. Reversibility of stunting Epidemiological findings in children from developing countries. *Eur J Clin Nutr* 1994; 48(1): S45-57
11. Semba RD, de Pee S, Sun K, Sari M, Akhter N, Bloem MW. Effect of parental formal education on risk of child stunting in Indonesia and Bangladesh: a cross-sectional study. *The Lancet* 2008; 371 (9609): 322-328



12. Fragillo EAJ. Symposium: cause and etiology of stunting. *J Nutr* 1999; 129: 529S- 530S
13. Rosado JL. Separate and joint effects of micronutrient deficiencies on linear growth. *J Nutr* 1999;129: 531-533
14. Allen LH. Nutritional influences on linear growth a general review. *Eur J Clin Nutr* 1994; 48:S75-S89
15. Hautvast JLA, Tolboom JJM, Kafvembe EM, Musonda RM, Mwanakasale V, Staveren WAV, dkk. Severe linear growth retardation in rural Zambian children: the influence of biological variables. *Am J Clin Nutr* 2000; 71: 550-9
16. Khambalia AZ, Zlotkin SH. Iron dalam Duggan C, Watkins JB, Walker WA. *Nutrition in Pediatrics* edisi ke 4. 2008; hal 83-98. PMPH-USA
17. World Health Organization. Prevalence and epidemiology of iron deficiency. Dalam *Iron deficiency anaemia, assessment, prevention and control, a guide for programme managers*. 2001; Hal 15-21. United Nations Children's fund, United Nations University, World Health Organization
18. Hautvast JLA, van der Heijden LJM, Luneta AK, van Staveren WA, Tolboom JJM, van Gastel SM. Food consumption of young stunted and non-stunted children in rural Zambia. *EJCN* 1999; 53 (1): 50-59
19. Kapur D, Kailash N, Agarwal, Sharma S, Kela K, Kaur I. Iron status of children aged 9-36 months in an urban slum integrated child development services project in Delhi. *Indian Pediatrics* 2002; 39:136-144
20. Soliman AT, AL Dabbagh MM, Habboub AH, Adel A, Al Humaidy N. Linear growth in children with iron deficiency anemia before and after treatment. *J Trop Pediatr* 2009; 0: fmp011v1-fmp011 hal 1-4
21. Feigelman S. The first year. Dalam Kliegman RB, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF. *Nelson textbook of pediatrics* 18<sup>TH</sup> edition 2007; Hal 43-48. Saunders Elsevier Inc
22. Saxena A, Phadke SR, Agarwal SS. Linear catch up growth. *Indian J Pediatr* 2000; 67(3): 225-230
23. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. *Human Kinetic* 2003
24. Soetjiningsih. *Tumbuh kembang anak*. Penerbit buku kedokteran EGC 1995

25. Markum AH. Tumbuh kembang. Dalam buku ajar Ilmu Kesehatan Anak jilid I 1991; hal 9-71. Bagian Ilmu Kesehatan Anak. Fakultas kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta
26. World Health Organization. WHO child growth or length/height for age, weight for age, weight for length, weight for height and body mass index for age: methods and development. World Health Organization 2006
27. Cogill B. Antropometric indicators measurement guide. Food And Nutrition Technical Assistance 2003
28. de Onis M, Blossner M. WHO global database on child growth and malnutrition. World Health Organization 1997
29. Rose SR, Vogiatzi MG, Copeland KC. A general pediatric approach to evaluating a short child. *Pediatr Rev.* 2005; 26:410-20
30. Olsson J. The newborn. Dalam Kliegman RB, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF. Nelson textbook of pediatrics 18<sup>TH</sup> edition 2007; Hal 41-43. Saunders Elsevier Inc
31. Keane V. Assessment of growth. Dalam Kliegman RB, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF. Nelson textbook of pediatrics 18<sup>TH</sup> edition 2007; Hal 70-73. Saunders Elsevier Inc
32. Wahlqvist ML, Kouris-Blazos A, Ross KA, Setter TL, Tienboon P. Growth And aging dalam Gibney MJ, Macdonald A, Roche HM. *Nutrition and metabolism* 2003. Hal 112-144. The Nutrition Society textbook series. Blackwell Publishing
33. Desai MP. Growth disorders. *MJAFI* 2003; 59:278-282
34. Lewit ME, Kerrebrock N. Population based growth stunting. *The Future of Children Children and Poverty* 1997; 7(2): 149- 156
35. Gibson RS. Anthropometric assessment of body size. Dalam principles of Nutrition Assesment. edisi ke 2. Oxford University Press, NewYork; 2005; hal 245-272
36. Ramakrishnan U. Nutrition and low birth weight: from research to practice. *Am J Clin Nutr* 2004; 79: 17-21
37. Fikree FF, Rahbar MH, Berendes HW. Role of intrauterine growth retardation of physical growth of Pakistani squatter children from birth to 2 years of age. *Journal of Tropical Pediatrics* 1999; 45: 338-344

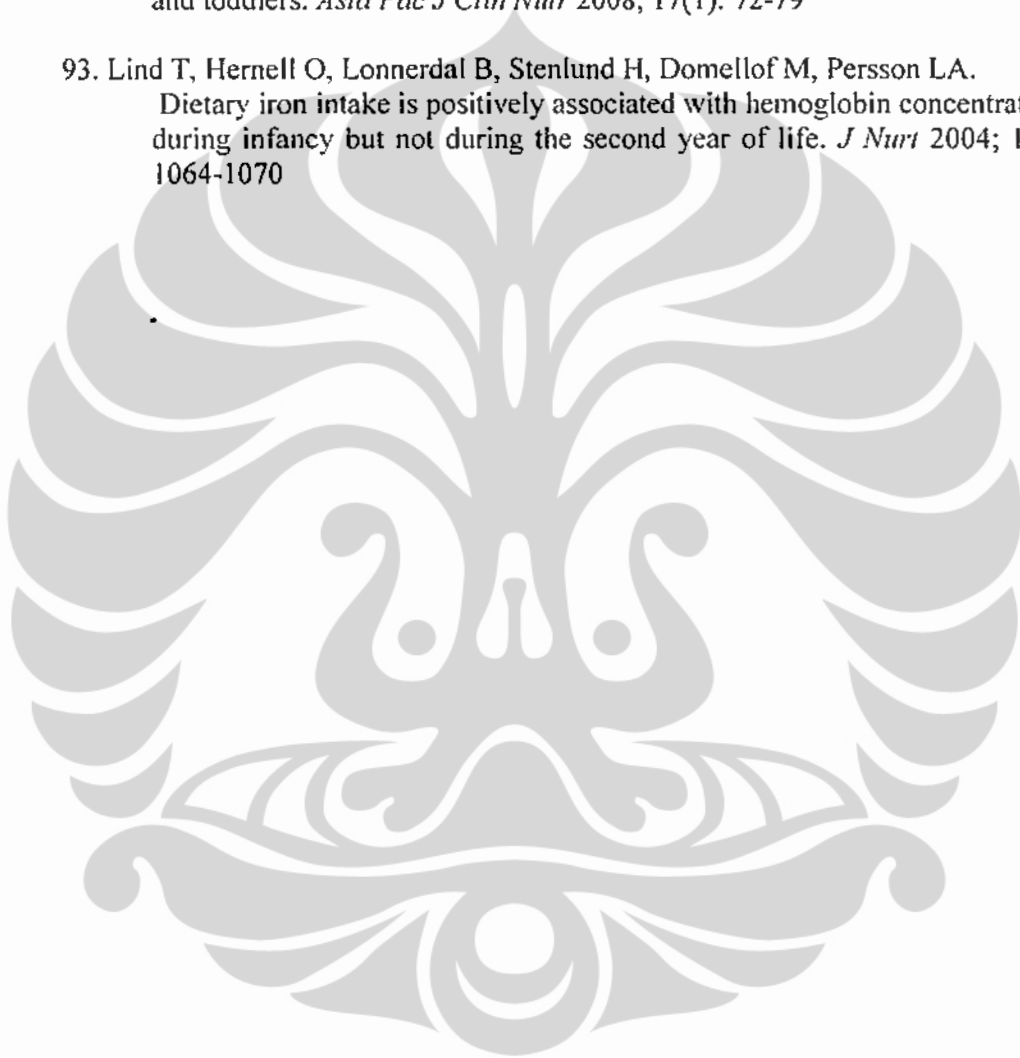
38. Allen LH dan Uauy R. Guidelines for the study of mechanisms involved in the prevention or reversal of linear growth retardation in developing countries. Dalam Waterlow JC dan Schürch B. Causes and Mechanisms of Linear Growth Retardation, International Dietary Energy Consultancy Group. Proceedings of an I/D/E/G/C Workshop, London, U.K. 1993
39. Millward DJ. A protein-stat mechanism for regulation in growth and maintenance of the lean body mass. *Nutrition Research reviews* 1995; 8:93-120
40. van der Eerden BCJ, Karperien M, Wit JM. Systemic and local regulation of growth plate. *Endocrine Reviews* 2003; 24: 782-801
41. Ohlsson C, Bengtsson BA, Isaksson OGP, Andreassen TT, Słootweg MC. Growth hormone and bone. *Endocrine reviews* 1998; 19(1): 55-79
42. Ballock RT, O'Keefe RJ. The biology of the growth plate. *J Bone Joint Sur Am* 2003; 85: 715-726
43. Rivera JA, Hotz C, Gozalez-Cossi T, Neufeld L, Garcia-Guerra A. The effect of micronutrient deficiencies on child growth: a review of result from community based supplementation trials. *Am J Clin Nutr* 2003; 133: 4010S-4020S
44. Howell B. Malnutrition in Mexican children as indicated by small stature and growth stunting. *ANTH* 2006; 734: 1-16 University of Cincinnati
45. De Luca F. Impaired growth plate chondrogenesis in children with chronic illness. *Pediatric Research* 2006; 59(5): 625-629
46. Isguven P, Arslonoglu I, Erol M, Yildiz M, Adal E, Erguven M. Serum levels of ghrelin, leptin, IGF-I, IGFBP-3, insulin, thyroid hormones and cortisol in prepubertal children with iron deficiency. *Endocrine Journal* 2007; 54(6):985-990
47. Tuderman L, Myllyla R, Kivirikko KI. Mechanism of prolyl Hydroxylase reaction, 1. Role of co-substrate. *Eur J Biochem* 1977; 80 341-348
48. Loveridge N. Micronutrients and longitudinal growth. *Proceeding of the Nutrition Society* 1993; 52: 49-55
49. Vella V, Tomkins A, Borghesi A, GB Migliori, Oryem VY. Determinants of stunting and recovery from stunting in Northwest Uganda. *International Journal of Epidemiology* 1994; 23(4): 782-786
50. Adair LS. Filipino children exhibit catch-up growth from age 2 to 12 years. *J Nutrt* 1999; 129:1140-1148

51. Chua ACG, Graham M, Trinder D, Olynyk JK. The regulation of cellular Iron Metabolism. *Critical reviews in clinical laboratory sciences* 2007; 44(5-6):413-459
52. Lieu PT, Heiskala M, Peterson PA, Yang Y. The role of iron in health and disease. *Molecular Aspec of Medicine* 2001; (22) 1-87
53. Conrad ME, Umbreit J. Iron absorption and transport- An update. *American Journal of Hematology* 2000; 64: 287-298
54. Leong WI, Bowlus CL, Talkvist J, Lonnerdal B. DMT1 and FPN1 Expression during infancy:developmental regulation of iron absorption. *Am J Gastrointest Liver Physiol* 2003; 285: G1153-G1162
55. Leong WI, Bowlus CL, Talkvist J, Lonnerdal B. Iron supplementation during infancy- effects on expression of iron transporter, iron absorption and iron utilization in rat pups. *Am J Clin Nutr* 2003; 78: 1203-11
56. Bakta IM, Suega K, Dharmayuda TG. Anemia defisiensi besi. Dalam Sudoya AW, Setiyohadi B, Alwi I, Simadibrata MK, Setiati S. Buku ajar ilmu penyakit dalam Jilid II edisi IV. 2006; Hal 634-642. Pusat penerbitan Departemen Ilmu penyakit dalam Fakultas kedokteran Universitas Indonesia
57. Fomon SJ, Nelson SE, Ziegler EE. Retention of iron by infant. *Annu Rev Nutr* 2000; 1: 273-90
58. Domellof M. Iron requirement, absorption, and metabolism in infancy and childhood. *Cur Opin Clin Nutr Metab Care* 2007; 10: 329-335
59. Suzuki YA, Lopez V, Lonnerdal B. Mammalian lactoferrin receptors: Structure and function. *Cell Mol Life Sci* 2005. 62: 2560-2575
60. Crichton RR, Wilmet S, Legssyer R, Ward RJ. Molecular and cellular mechanisms of iron homeostasis and toxicity in mammalian cells. *Journal of Inorganic Biochemistry* 2002; 91: 9-18
61. Dunn LL, Rahmanto YS, Richardson DR. Iron uptake and metabolism in the new millennium. *TRENDS in Cell Biology* 2006; 17(2): 93-100
62. Wallander ML, Leibold EA, Eisenstein RS. Molecular control of vertebrate iron homeostasis by iron regulatory proteins. *BBA* 2006; 1763: 668-689
63. Napier I, Ponka P, Richardson DR. Iron trafficking in the mitochondria: novel pathways revealed by disease. *Blood* 2005; 105: 1867-1874
64. Cairo G, Bernuzzi F, Recalcati S. A precious metal: iron, an essential nutrient for all cells. *Genes and Nutrition* 2006; 1(1): 25-40

65. Hoppe MR. Iron absorption in man- diet modification and fortification. University of Gothenburg. 2008. Department of Clinical Nutrition, Institute of Medicine, The Sahlgrenska Academy at University of Gothenburg. Sweden
66. Kartono D, Soekatri M. Angka kecukupan mineral: besi, iodium, seng, mangan, selenium. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan gizi VIII. Ketahanan pangan dan gizi di era otonomi daerah dan globalisasi. 2004; 393-415
67. Gibson RS. Assessment of iron status. Dalam principles of Nutrition Assesment. edisi ke 2. Oxford University Press, NewYork; 2005; hal 443-476
68. Vendt N. Iron deficiency and iron deficiency anemia in infants aged 9-12 months in Estonia. Dissertations Medicinæ Universitatis Tartuenss 2008 Departement of Paediatrics, University of Tartu. Tartu University Press
69. Lonnerdal B. Trace element nutrition of infant-molecular approaches. *Journal of trace elements in medicine and biology* 2005; 19: 3-6
70. Beard JB, deRegnier RA, Shaw MD, Rao R, Georgieff M. Diagnosis of iron deficiency in infants. *Labmedicine* 2007; 38(2): 103-108
71. Saojee H, Pettifor JM. Iron deficiency and impaired child development. *BMJ* 2001; 323: 1377-8
72. Dijkhuizen MA, Wieringa FT, West CE, Martuti S, Muhilal Effect of iron And zinc supplementation in Indonesian infants on micronutrient status and growth. *J Nutr* 2001;131: 2860-2865
73. Untoro J, Karyadi E, Wibowo L, Wijaya- Erhardt M, Gross R. Multiple Micronutrient supplements improve micronutrient status and anemia but not growth and morbidity of Indonesian infants: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Nutr* 2005. 135: 639S-645S
74. Wu AC, Lesperance L, Bernstein H. Screening for iron deficiency. *Pediatr Rev* 2002; 23: 171-177
75. Graham EA. The changing face of anemia in infancy. *Pediatr Rev* 1994; 15: 175-183
76. Sachdev HPS, Gera T, Nestel P. Effect of iron supplementation on Physical growth in children: systematic review of randomized controlled trials. *Public Health Nutrition*. 2005; 9(7):904-920
77. Chwang LC, Soemantri AG, Pollit E. Iron supplementation and physical Growth of rural Indonesian children. *Am J Clin Nutr* 1988; 47: 496-501

78. Kolsteren P. The determinants of stunting: Can we regard the linear growth performance as a continuum of fetal development? *Asia Pacific J Clin Nutr* 1996; 5: 59-69
79. Ryan AS. Iron deficiency anemia in infant development: implications for growth, cognitive development, resistance to infection, and iron supplementation. *Yrbk Phys Anthropol* 1997. 40:25-62
80. Bhandari N, Bahl R, Taneja S, Effect of micronutrient supplementation on linear growth of children. *British Journal of Nutrition* 2001; 85(2): S131-137
81. Oski FA. The Nonhematologic Manifestations of Iron Deficiency  
*Am J Dis Child.* 1979;133(3):315-322
82. Madiyono B, Moeslichan SM, Sastroasmoro S, Budiman I, Purwanto SH. Perkiraan besar sample, dalam Sastroasmoro S, Ismail S. Dasar-dasar metodologi penelitian klinis edisi ke 2. 2006; hal 259-286. CV. Sagung Seto, Jakarta
83. HemCue B-Hemoglobin Photometer Operating Manual, 4<sup>th</sup> Edition, June 1991
84. Erhardt JG, Estes JE, Pfeiffer CM, Biesalski HK, Craft NE. Combined measurement of ferritin, soluble transferrin receptor (sTfR), retinol binding protein (RBP), c-reactive protein (CRP), and alpha 1 acid glycoprotein (AGP) by an inexpensive, sensitive and simple sandwich ELISA technique. *J Nutr* 2004 134(11): 3127-32
85. FAO/WHO/UNU. Human energy requirements Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. 2004, FAO Food and Nutrition Technical Report Series 1. Rome
86. Hardinsyah, Tambunan V. Angka kecukupan energi, protein, lemak, dan serat makanan. Dalam Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi. Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII, 2004, Hal 317-329
87. Hardiman G. Nutrition assessment. Dalam Nutrition in Pediatric Basic Science and Clinical Applications Third edition. Walker WA, Duggan C, Watkins JB. 2003, hal 1017-1050
88. FAO/WHO/UNU. Protein and amino acid requirements in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation.2007. WHO Technical Report Series 935.
89. FAO/WHO. Iron dalam Vitamin and mineral requirement in human nutrition. FAO/WHO, 2004. hal 246-278.

90. Kariyeva GK, Magtymova A, Sharman A. Anemia. Dalam Turkmenistan Demographic and Health Survey 2000; hal 141-147
91. Basuki B. Korelasi dan regresi linear, dalam Metodologi penelitian bidang kedokteran (Tjokronegoro A, Sudarsono S, eds), 2004 hal 195-203. Balai Penerbit FKUI, Jakarta
92. Anderson VP, Jack S, Monchy D, Hem N, Hok P, Bailey KB, dkk. Co-existing micronutrient deficiencies among stunted Cambodian infants and toddlers. *Asia Pac J Clin Nutr* 2008; 17(1): 72-79
93. Lind T, Hernell O, Lonnerdal B, Stenlund H, Domellof M, Persson LA. Dietary iron intake is positively associated with hemoglobin concentration during infancy but not during the second year of life. *J Nutr* 2004; 134: 1064-1070





# UNIVERSITAS INDONESIA FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Salemba Raya No. 6 Jakarta Pusat

Pos Box 1358 Jakarta 10430

Kampus Salemba Telp. 31930371, 31930373, 3923977, 3927360, 3912477, 3153236, Fax. : 31930372, 3157288, e-mail : office@fk.ui.ac

No : 27 /PT02.FK/ETIK/2008

## KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK ETHICAL CLEARANCE

Panitia Tetap Penilai Etik Penelitian, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subyek penelitian kedokteran, telah mengkaji dengan teliti protokol berjudul:  
*The Committee of The Medical Research Ethics of the Faculty of Medicine, University of Indonesia, with regards of the protection of human rights and welfare in medical research, has carefully reviewed the proposal entitled :*

"HUBUNGAN ANTARA POLA PEMBERIAN ASI DAN MP-ASI DENGAN STUNTING PADA BAYI USIA 6-12 BULAN DI TANGERANG".

Nama peneliti utama : dr. DAUNWATI  
Name of the principal investigator

Nama institusi : ILMU GIZI FKUI/RSCM  
Name of institution

dan telah menyetujui protokol tersebut di atas.  
and approved the above mentioned proposal.



..... Januari 2008

Ketua  
Chairman

Prof. Dr. dr. Agus Firmansyah, SpA(K)



## Manuscript

### Correlation between dietary iron intake, serum ferritin and hemoglobin with Height for Age Z score among stunting infant ages 6–12 months in Tangerang

Daunwati, Saptawati Bardosono, Soepardi Soedibyo

#### ABSTRACT

**Objective** : To know correlation between dietary iron intake, hemoglobin, serum ferritin and height for age Z score in stunting infant age 6-12 month.

**Location** : 20 villages and kelurahan in Tangerang City and District the area serviced by CARE International Indonesia (CII).

**Material and Method:** A cross sectional study has been carried out on 31 subjects selected. Data collected consist of respondent (mother) formal education, subject characteristic i.e HAZ, dietary intake of energy, protein and iron using semi quantitative FFQ, and laboratory examination for hemoglobin and serum ferritin. Statistical analysis was using Kolmogorov-Smirnov and Pearson/Spearman's rank correlation tests.

**Result** : Most of mothers' formal education was primary school (51,6%). Majority of the subjects was in moderate stunting (80,6%). Average energy and protein intake were  $767.99 \pm 275.42$  kcal/day and  $21,80 \pm 11,08$  g/day, respectively. Subjects with low energy and protein intake as compared to the RDA were 74.2% and 29%, respectively. Average iron intake  $6.06 \pm 4.16$  mg/day and 81% of the subject had iron intake less than RNI. Average hemoglobin level was  $10.04 \pm 1.32$  g/dL whereas median serum ferritin was 10.93 (1.62; 90.38) ug/L. Subject with anemia, iron depletion without anemia and iron deficiency anemia were 71%, 9.7%, and 41.9%, respectively. There was no significant correlation between iron intake and hemoglobin. There was negative correlation between iron intake and serum ferritin. No significant correlation was found between hemoglobin and serum ferritin with HAZ score.

**Conclusion:** There were no significant correlations between iron intake with hemoglobin, and serum ferritin. There were no significant correlations between hemoglobin and serum ferritin with HAZ score in stunting infant 6-12 month.

**Key word** : stunting infant 6-12 month, iron deficiency, anemia, HAZ

#### INTRODUCTION

Stunting in children is one of the public health problems in developing countries.<sup>1</sup> In 2005, developing countries prevalence of stunting was 32% and in Indonesia in 2004 was 28,6% of under five children.<sup>2,3</sup> The result of baseline survey in 40 villages and kelurahan in Tangerang City and District revealed prevalence of stunting in 6-12 month old infants and under five children were 10,9% and 15,7%.

Stunting is defined as having a length for age  $<-2$  standard deviations (SD) the median of World Health Organization (WHO) growth reference.<sup>5</sup> Stunting in early age is associated with delayed physical growth and mental development also impairs social development. A stunted child has a higher risk of developing chronic disease, reduced school performance and in adult, reduced working capacity.<sup>6,7,8</sup>

Stunting etiology is due to multiple factors and occurred in the pre and post natal periods, commonly related to nutrition (energy, macro and micronutrients), infections (injury to gastrointestinal mucosa, systemic effect and immunostimulation), mother factor (maternal nutrition and mother literacy), hormonal and hereditary factors.<sup>9,10,11,12</sup> Stunting reflect a process of failure to reach linear growth potential as a result of suboptimal health and/or nutritional condition.<sup>5</sup> One of factors that is most frequently implicated in post natal stunting is nutritional deficiency.<sup>6</sup> Protein and energy deficiency were initially evaluated as major causes of stunting.<sup>13</sup> Studies described stunting can occur when intakes of energy and/or protein are adequate.<sup>14</sup> Study in South Africa, stunted children had mean energy and protein intake higher than the *recommended dietary allowance* (RDA).<sup>8</sup>

Several studies found out that stunting can be caused by one or more deficiency nutrients and one of them is iron deficiency.<sup>15</sup> Iron deficiency developed to anemia iron deficiency if intake from diet and/or low iron bioavailability.<sup>16</sup> Exclusive breastfeeding after six months puts infants at risk for iron deficiency if iron intake inadequate from complimentary feeding.<sup>17</sup> Studies found out average iron intake from breast milk and complementary food below RDA.<sup>8,18</sup>

Research in India found out low iron intake infant 9-36 month old cause iron anemia deficiency marked by low hemoglobin (Hb) and serum ferritin.<sup>19</sup> Iron deficiency anemia under four years old toddlers were shorter and markedly slower growth velocity than their normal peers.<sup>20</sup> Hautvast et al found out iron status had no relation with linear growth.<sup>15</sup>

In this present study we investigated correlation iron intake, hemoglobin, serum ferritin with indicator height for age (HAZ) in 6-12 month old infants in community. This study carried out in 20 villages and kelurahan in Tangerang Districts and City, the area serviced by CARE International Indonesia (CII) and part of CII research.

## **SUBJECT AND METHODS**

### **Study area and population**

The study was carried out in March-April 2008 in 20 villages and kelurahan in Tangerang Districts and City, the area serviced by CARE International Indonesia (CII). 31 Subjects were 6-12 month old stunting infant who have been selected based on inclusion and exclusion criteria. Inclusion criteria are infant 6-12 month old, birth weight  $> 2500$  gram, aterm (38-42 weeks), anthropometry measurement, length for age  $<-2$  SD Z score the median of WHO 2006 growth reference and agree to participated in this study by written informed consent. Exclusion criteria are present physical defect, congenital diseases, and chronic illness or chronic infection.

### Study design

This is a cross sectional study and data collected including information about mother formal education, frequency, amount and kind of food in past one week. Laboratory examination included hemoglobin and serum ferritin.

### Statistical analysis

Results are expressed as mean  $\pm$  standard deviation and median (minimum-maximum values). Data were evaluated by Pearson and Spearman's rank correlation test. Statistic significance for all test was accepted at  $p < 0,05$  level.

### Result

A total of 31 of 32 completed the study as shown in figure 1. One dropped out because the blood inadequate for analysis.

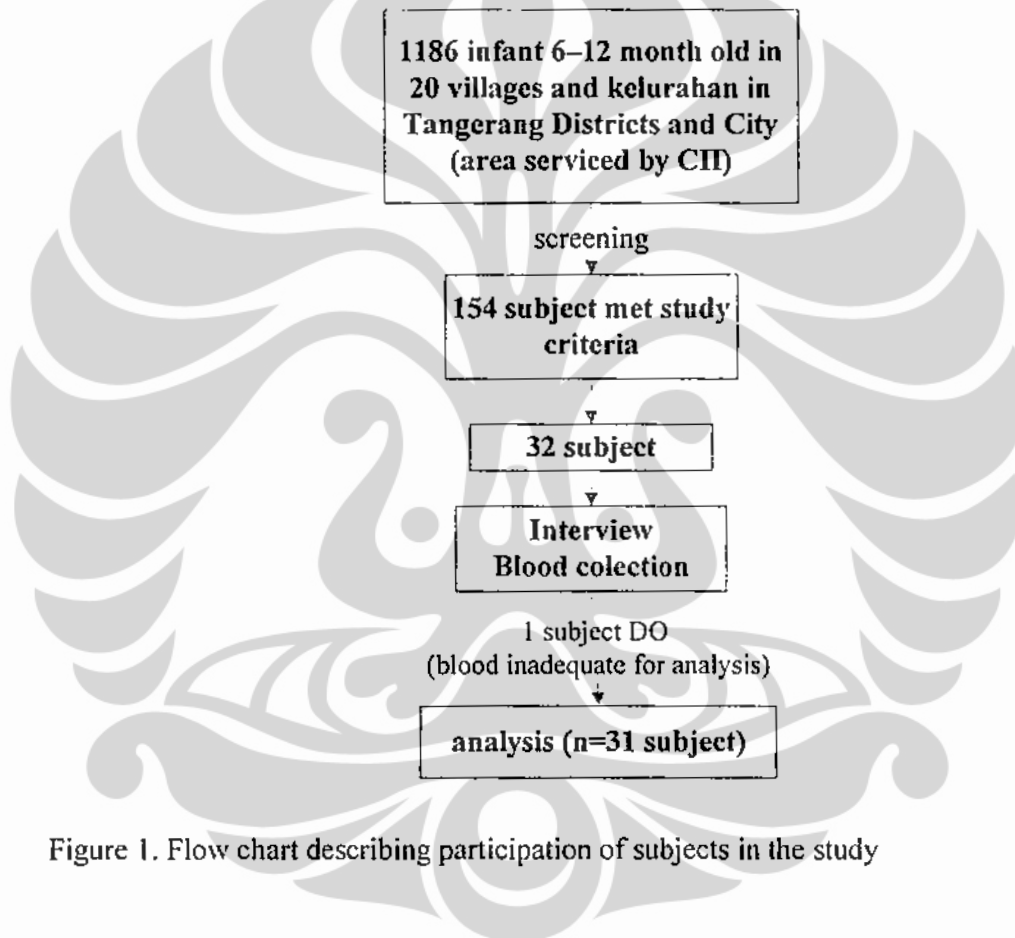


Figure 1. Flow chart describing participation of subjects in the study

Most of the respondent (mother) had formal primary school (51,6%) (table 1).

Tabel 1. Mother formal education

Mother formal education	Frequency	Percentage (%)
Never take formal school	4	12,9
Primary school	16	51,6
Secondary school	6	19,4
High school	4	12,9
>High school	1	3,2

Most of subject were moderate stunting (80,6%) with median Z score -2,4; minimum -3,9 and maximum -2,01.

Average energy intake was  $767,99 \pm 275,42$  kcal/day and protein intake  $21,80 \pm 11,08$  g/day. Average iron intake  $6.06 \pm 4.16$  mg/day and 81% subject had low iron intake.

Tabel 2. Amount of energy, protein and iron intake

Nutrient	Amount
1. Energy (mean $\pm$ SD)	$767,99 \pm 275,42$ kcal/day
Breastmilk (median, maximum, minimum)	195 (0; 562,50) kcal/day
Complementary food (mean $\pm$ SD)	$561.74 \pm 281.63$ kcal/day
<b>Classification (RDA)</b>	
Low (n, %)	23 (74,2%)
Adequate (n, %)	8 (25,8%)
2. Protein (mean $\pm$ SD)	$21,80 \pm 11,08$ g/day
Breastmilk (median, maximum, minimum)	3,38 (0; 9,75) g/day
Complementary food (mean $\pm$ SD)	$18.23 \pm 11.25$ g/day
<b>Classification (RDA)</b>	
Low (n, %)	9 (29%)
Adequate (n, %)	22 (71%)
3. Iron (mean $\pm$ SD)	$6.06 \pm 4.16$ mg/day
Breastmilk (median, maximum, minimum)	0.13 (0; 0,38) mg/day
Complementary food (mean $\pm$ SD)	$5.92 \pm 4.17$ mg/day
<b>Classification</b>	
Low (n, %)	25 (81%)
Adequate (n, %)	6 (19%)

Subjects with anemia were 71% and 45% moderate anemia. Subject with iron depletion without anemia were 9,7% and iron deficiency anemia 41,9% (table 3).

Tabel 3. Characteristics hemoglobin and serum ferritin

Iron status	Amount
1. Serum ferritin level (median, minimum, maximum)	10,93 (1,62; 90,38) $\mu\text{g/L}$
Classification serum ferritin	
Normal (n, %) (Serum ferritin $\geq 12 \mu\text{g/L}$ )	15 (48,4%)
Depletion (n, %) (Serum ferritin $< 12 \mu\text{g/L}$ )	16 (51,6%)
2. Hemoglobin level (mean $\pm$ SD)	10,04 $\pm$ 1,32 g/dL
Classification hemoglobin level	
Mild anemia (n, %) (10-10,9 g/dL)	8 (25,8%)
Moderate anemia (n, %) (7- 9,9 g/dL)	14 (45,2%)
Normal (n, %) (Hb $\geq 11$ g/dL)	9 (29%)
3. Hemoglobin and serum ferritin level	
Hb $\geq 11$ g/dL, serum ferritin $\geq 12 \mu\text{g/L}$	6 (19,3%)
Hb $\geq 11$ g/dL, serum ferritin $< 12 \mu\text{g/L}$ (iron depletion)	3 (9,7%)
Hb $< 11$ , g/dL serum ferritin $\geq 12 \mu\text{g/L}$ (anemia non iron deficiency)	9 (29,1%)
Hb $< 11$ g/dL, serum ferritin $< 12 \mu\text{g/L}$ (iron deficiency anemia)	13 (41,9%)

There were no significant correlation ( $p > 0,05$ ) between iron intake and Hb ( $r = 0,235$ ), (figure 2). Correlation between iron intake and serum ferritin was negative, weak and not significant ( $r = -0,150$ ;  $p > 0,05$ ) (figure 3). There were no significant correlation ( $p > 0,05$ ) between Hb and serum ferritin with HAZ score ( $r = 0,20$  dan  $r = 0,222$ ) (figure 4 and figure 5).

### Discussion

Eighty one percent of subjects had low intake ( $< 9,3$  mg/day), this finding consistent with previous study (table 2).<sup>8,15</sup> Infants after six month of age are particularly susceptible to iron deficiency due to their high growth rates and the low iron content of breast milk. To prevent iron deficiency, infant need consume iron rich complementary food.<sup>16</sup>

Seventy one percent of subjects had low hemoglobin, consistent with previous study.<sup>89</sup> This result show's in that area have a serious public health problem especially iron deficiency. World Health Organization categorize prevalence  $> 40\%$  severe anemia. Supplementation need to this group without screening.<sup>17</sup>

Prevalence iron depletion without anemia 9,7% and iron deficiency anemia 41,9%. This result difference from Anderson et al study where iron deficiency anemia 21,1% and iron depletion without anemia 6%.<sup>21</sup>

Iron depletion is the first process before developed iron deficiency anemia. Iron deficiency anemia is an advanced stage of iron deficiency. Iron deficiency common in infant  $> 6$  month old because iron store may become depleted and

breast milk alone inadequate to fulfill infant requirement. Iron rich food need from complementary feeding to meet infant requirement.<sup>16</sup>

Result of Lind et al study in infant without iron deficiency anemia was iron daily intake from 6-8 month was correlated with Hb at 9 month ( $r=0,27$ ;  $p<0,001$ ) and iron daily intake from 9-11 month correlated with Hb at 12 month ( $r=0,21$ ;  $p<0,001$ ). However iron daily intake from 6-8 month or 9-11 month was not associated with serum ferritin at 9 or 12 month. The data presented that the regulation of iron metabolism during first years of life is highly dynamic. They speculated dietary iron is to a high degree channeled to erythropoiesis and incorporated into Hb rather than to storage (ferritin) during infancy.<sup>22</sup>

In this study There were no significant correlation ( $p>0,05$ ) between iron intake and Hb ( $r=0,235$ ), (figure 2). Correlation between iron intake and serum ferritin was negative, weak and not significant ( $r=-0,150$ ;  $p>0,05$ ) (figure 3).

There were no significant correlation ( $p>0,05$ ) between Hb and serum ferritin with HAZ score ( $r=0,201$  dan  $r=0,222$ ) (figure 4 and figure 5). Result of Hautvast et al study, there were significant correlation between Hb and serum ferritin with HAZ score ( $r=0,23$ ;  $p=0,04$  dan  $r=0,25$ ;  $p=0,02$ ). However, in the multiple regression analysis measures of iron status did not show a relation with linear growth.<sup>15</sup>

Studies have shown that stunting may be caused deficiency nutrient, infeksi, maternal factor, hormonal, and herediter.<sup>9,10,11,12</sup> Studies also have shown that stunting may be caused by single or multiple micronutrient deficiency such as zinc, iron, vitamin A, or iodine deficiency.<sup>22</sup>

Result several iron supplementation studies were iron status have significant correlation to linear growth. One of the study was conduct by Soliman et al. In this study toddler with iron deficiency anemia were significantly shorter with markedly slower growth velocity compared with normal toddler. After supplementation and the a significant acceleration of their growth velocity was observed. There was significant correlation between growth velocity and serum ferritin. The result was replete state children growth better compared to growth during deplete state. These important effects of iron on growth can be explain by its essential role in multiple metabolic processes and as co-factor involved in enzyme catalysis. One of them is iron acts as a cofactor in enzymes involved in collagen bone matrix synthesis. Such enzymes are prolyl and lysyl hydroxylases.<sup>23</sup> Iron deficiency may effect growth through IGF-I dependent mechanism and Isguven et al in their study found children with iron deficiency anemia IGF-I lower than their normal peers.<sup>20,24</sup>

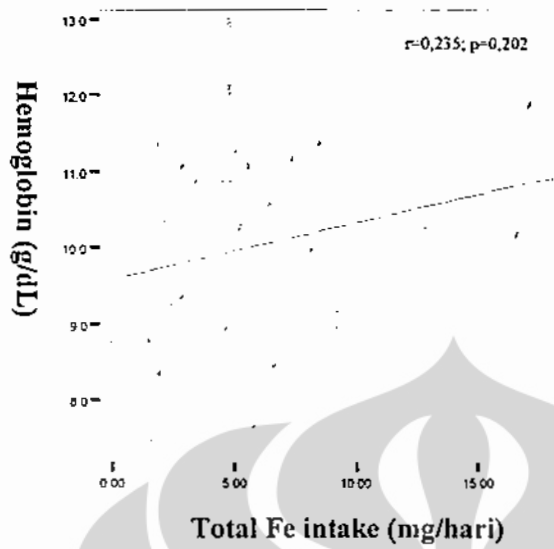


Figure 2. Correlation between iron intake and hemoglobin

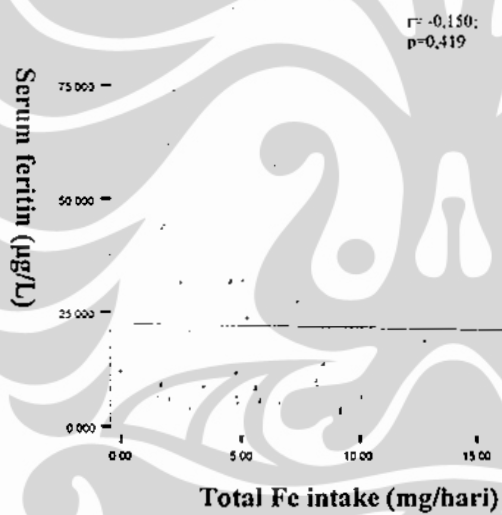


Figure 3. Correlation between iron intake and serum ferritin

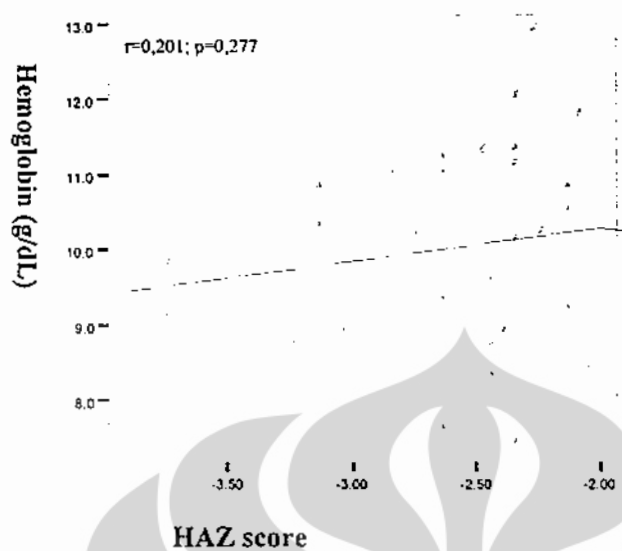


Figure 4. Correlation between hemoglobin and HAZ score

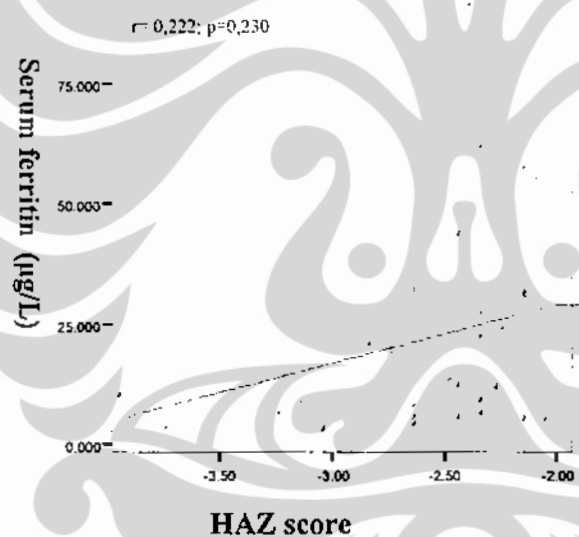


Figure 5. Correlation between serum ferritin and HAZ score

## REFERENCES

1. Adair LS, Guilkey DK. Age-specific determinants of stunting in Filipino. *J Nutr* 1997; 127: 314-320
2. World Health Statistics. Ten statistical highlights in global public health 2007; part 1: 9-20
3. WHO Statistical Information System (WHOSIS). Core Health Indicator, the



latest data from multiple WHO sources dalam World Health Organization 2007; [http://www.who.int/whosis/database/core/core\\_select\\_process.cfm](http://www.who.int/whosis/database/core/core_select_process.cfm) diunduh tanggal 17 Oktober 2007

4. Care International Indonesia. Penilaian status gizi dan angka kesakitan pada balita, konsumsi pangan rumah tangga, kebersihan pribadi, lingkungan dan tangga dalam Survei Dasar Proyek BERSIH, Tangerang 2006; 1-97 unpublished data
5. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO expert committee. Technical report series no. 854. Geneva:WHO 1995
6. Branca F, Ferrari M. Impact of micronutrient deficiencies on growth: the stunting syndrome. *Ann Nutr Metab* 2002; 46 (suppl 1): 8-17
7. Milman A, Frongillo EA, de Onis M, Hwang JY, Differential improvement among countries in child stunting in associated with long term development and specific interventions. *J. Nurt.* 2005; 135: 1415-1422
8. Theron M, Amissah A, Kleynhans IC, Albertse E, MacIntyre UE. Inadequate dietary intake is not the cause of stunting amongst young children living in an informal settlement in Gauteng and rural Limpopo province in South Africa: the NutriGro study. *Public Health Nutrition.* 2007; 10(4): 379-389
9. Vieira VCR, Franceschini SCC, Fisberg M, Priore SE. Stunting: its relation to overweight, global or localized adiposity and risk factors for chronic non communicable disease. *Rev Bras Saude matern Infant Recife* 2007; 7(4): 365-372
10. Martorell R, Khan LK, Schroeder DG. Reversibility of stunting Epidemiological findings in children from developing countries. *Eur J Clin Nutr* 1994; 48(1): S45-57
11. Semba RD, de Pee S, Sun K, Sari M, Akhter N, Bloem MW. Effect of parental formal education on risk of child stunting in Indonesia and Bangladesh: a cross-sectional study. *The Lancet* 2008; 371 (9609): 322-328
12. Fragillo E.A. J. (1999) Symposium: cause and etiology of stunting. American Society for Nutritional Science. *J. Nurt.* 129: 529S- 530S.
13. Rosado JL. Separate and joint effects of micronutrient deficiencies on linear growth. *J Nutr* 1999;129: 531-533
14. Allen LH. Nutritional influences on linear growth a general review. *Eur J Clin Nutr* 1994; 48:S75-S89
15. Hautvast JLA, Tolboom JJM, Kafwembe EM, Musonda RM, Mwanakasale V,

Staveren WAV, dkk. Severe linear growth retardation in rural Zambian children: the influence of biological variables. *Am J Clin Nutr* 2000; 71: 550-9

16. Khambalia AZ, Zlotkin SH. Iron dalam Duggan C, Watkins JB, Walker WA. *Nutrition in Pediatrics* edisi ke 4. 2008; hal 83-98. PMPH-USA
17. World Health Organization. Prevalence and epidemiology of iron deficiency. Dalam *Iron deficiency anaemia, assessment, prevention and control, a guide for programme managers*. 2001; Hal 15-21. United Nations Children's fund, United Nations University, World Health Organization
18. Hautvast JLA, van der Heijden LJM, Luneta AK, van Staveren WA, Tolboom JJM, van Gastel SM. Food consumption of young stunted and non-stunted children in rural Zambia. *EJCN* 1999; 53 (1): 50-59
19. Kapur D, Kailash N, Agarwal, Sharma S, Kela K, Kaur I. Iron status of children aged 9-36 months in an urban slum integrated child development services project in Delhi. *Indian Pediatrics* 2002; 39:136-144
20. Soliman AT, AL Dabbagh MM, Habboub AH, Adel A, Al Humaidy N. Linear growth in children with iron deficiency anemia before and after treatment. *J Trop Pediatr* 2009; 0: fmp011v1-fmp011 hal 1-4
21. Anderson VP, Jack S, Monchy D, Hem N, Hok P, Bailey KB, dkk. Co-existing micronutrient deficiencies among stunted Cambodian infants and toddlers. *Asia Pac J Clin Nutr* 2008; 17(1): 72-79
22. Lind T, Hernell O, Lonnerdal B, Stenlund H, Domellof M, Persson LA. Dietary iron intake is positively associated with hemoglobin concentration during infancy but not during the second year of life. *J Nutr* 2004; 134: 1064-1070
23. Tuderman L, Myllyla R, Kivirikko KI. Mechanism of prolyl Hydroxylase reaction, I. Role of co-substrate. *Eur J Biochem* 1977; 80 341-348
24. Isguven P, Arslonoglu I, Erol M, Yildiz M, Adal E, Erguven M. Serum levels of ghrelin, leptin, IGF-I, IGFBP-3, insulin, thyroid hormones and cortisol in prepubertal children with iron deficiency. *Endocrine Journal* 2007; 54(6):985-990

**Lampiran  
Formulir A1.**

**Lembar Informasi Penelitian**

Yth. Bapak/Ibu

Dengan ini kami jelaskan bahwa akan diadakan penelitian pada anak Bapak/Ibu untuk mengetahui bagaimana status gizinya. Apabila Bapak/ibu bersedia anaknya mengikuti penelitian ini, maka akan dilakukan:

1. Wawancara mengenai : usia ibu, pendidikan ibu, jenis kelamin bayi
2. Pengambilan darah sebanyak  $\pm$  3 ml atau setengah sendok makan yang dilakukan satu kali untuk melihat kadar feritin di dalam darah.
3. Wawancara untuk melihat pola pemberian ASI dan MP-ASI mulai dari lahir sampai sekarang.

Akibat pengambilan darah mungkin anak bapak/Ibu akan merasakan sedikit ketidaknyamanan atau sakit, namun hal ini dapat diminimalkan dengan pengambilan darah oleh tenaga yang terlatih dan menggunakan jarum suntik yang kecil.

Keikutsertaan anak bapak/ibu di dalam penelitian ini bersifat sukalera, dan Bapak/ibu dapat menolak atau mengundurkan diri selama proses penelitian berlangsung.

Keuntungan bagi anak bapak/ibu apabila ikut serta dalam penelitian ini adalah dapat mengetahui keadaan status gizi anak ibu dan kadar zat besi yang ada dalam darah yang mempengaruhi pertumbuhan yang dihubungkan dengan pola pemberian ASI dan MP-ASI sehingga dapat memperbaikinya bila kurang baik.

Semua data pada penelitian ini bersifat rahasia.

Apabila Bapak/Ibu bersedia anaknya ikut serta pada penelitian ini, maka kami memohon kesediaan untuk dapat menandatangani surat persetujuan menjadi peserta penelitian :

**HUBUNGAN ANTARA POLA PEMBERIAN ASI & MP-ASI DENGAN  
STUNTING PADA BAYI USIA 6 - 12 BULAN DI TANGERANG  
KAJIAN KADAR FERITIN SERUM PADA STUNTING**

Hal-hal yang belum jelas dalam penelitian ini dapat ditanyakan secara langsung atau melalui telepon pada penanggung jawab peneliti ini yaitu dr. Daunwati telp. 0811176612 atau melalui Departemen Ilmu Gizi FKUI telp. 021-31930208.

Atas kesediaan bapak/ibu kami ucapkan terima kasih.

**Universitas Indonesia**

## Formulir A2

**Formulir Persetujuan**  
(*Informed Consent*)

**BAGIAN ILMU GIZI PROGRAM STUDI ILMU GIZI KLINIK  
PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS INDONESIA**

**SURAT PERSETUJUAN MENJADI PESERTA PENELITIAN**

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama :  
Usia :  
Jenis kelamin : Laki-laki/Perempuan  
Alamat Lengkap :

Setelah mendapat keterangan secukupnya dan mengerti manfaat penelitian tersebut di bawah ini yang berjudul:

**HUBUNGAN ANTARA POLA PEMBERIAN ASI & MP-ASI DENGAN  
STUNTING PADA BAYI USIA 6 - 12 BULAN DI TANGERANG  
KAJIAN KADAR HEMOGLOBIN DARAH, FERITIN, SENG SERUM PADA STUNTING**

Dengan sukarela menyetujui anak saya diikutsertakan dalam penelitian di atas dengan catatan bila sewaktu-waktu dirugikan dalam bentuk apapun berhak membatalkan persetujuan ini.

Mengetahui: Jakarta, .....2008

Penanggung jawab penelitian: Yang menyetujui

Dr. Daunwati (.....)

Saksi :

(.....)

**Universitas Indonesia**

## Formulir A3

## Formulir seleksi

	Nama Ibu : .....	Nama Bapak: .....
	Nama bayi: .....	
1	Apakah (nama bayi) lahir cukup bulan?	Ya .....1 Tidak.....2
2	Apakah (nama bayi) ditimbang pada saat lahir dalam 24 jam pertama ?	YA.....1 TIDAK.....2 TIDAK TAHU.....88
3	Berapa berat (nama bayi) ketika lahir ? .....gram  BILA ADA KARTU KMS, CATAT DARI KARTU KMS BERAT BADAN BAYI LAHIR.	GRAM DARI INGATAN IBU ..... <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>  GRAM DARI KARTU KMS..... <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>  TIDAK TAHU..... 88
4	Berapa panjang (nama bayi) ketika lahir.....cm  Bila ada kartu KMS, CATAT DARI KARTU KMS PANJANG BADAN BAYI LAHIR	CM DARI INGATAN IBU ..... <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>  CM DARI KARTU KMS..... <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>  TIDAK TAHU..... 88
5	Adakah kelainan bawaan bayi sejak lahir	Ya.....1 Sebutkan..... Tidak.....2

**Pemeriksaan fisik mulai dari kepala sampai kaki**

Kepala	Rambut	
	Telinga	
	Mata	
	Hidung	
	Mulut	
	Tenggorokan	
	Dada	Jantung
Paru		
Perut	Hati	
	Limpa	
Tungkai	Atas	
	Bawah	
	Kulit	
	lain-lain	

## DATA ANTROPOMETRI

Catat Pengukuran Tinggi Sampai Angka Mendekati 0.1 CM Terdekat

Informasi Identitas Bayi					Panjang Badan Bayi				
NO. ID Bayi	Nama Bayi	Jenis Kelamin Bayi (Lingkari yang sesuai )		Tanggal Lahir Bayi			Umur bayi (Bulan)	Panjang Badan CM	Cara Pengukuran Berbaring
				TGL	Bulan	Tahun			
A	B	L	P	D			E	F	G
				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Pengukuran Ke 1 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Pengukuran Ke 2 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Pengukuran Ke 3 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	

- Apakah sejak lahir hingga saat ini pernah dinyatakan mempunyai penyakit bawaan (penyakit jantung bawaan, gangguan pencernaan, dll)
- Apakah pernah mendapatkan infeksi yang perlu pengobatan yang lama? (contoh: TB paru?)

**Formulir B1: Data demografi**

Identitas:  
kode responden

1. Nama :

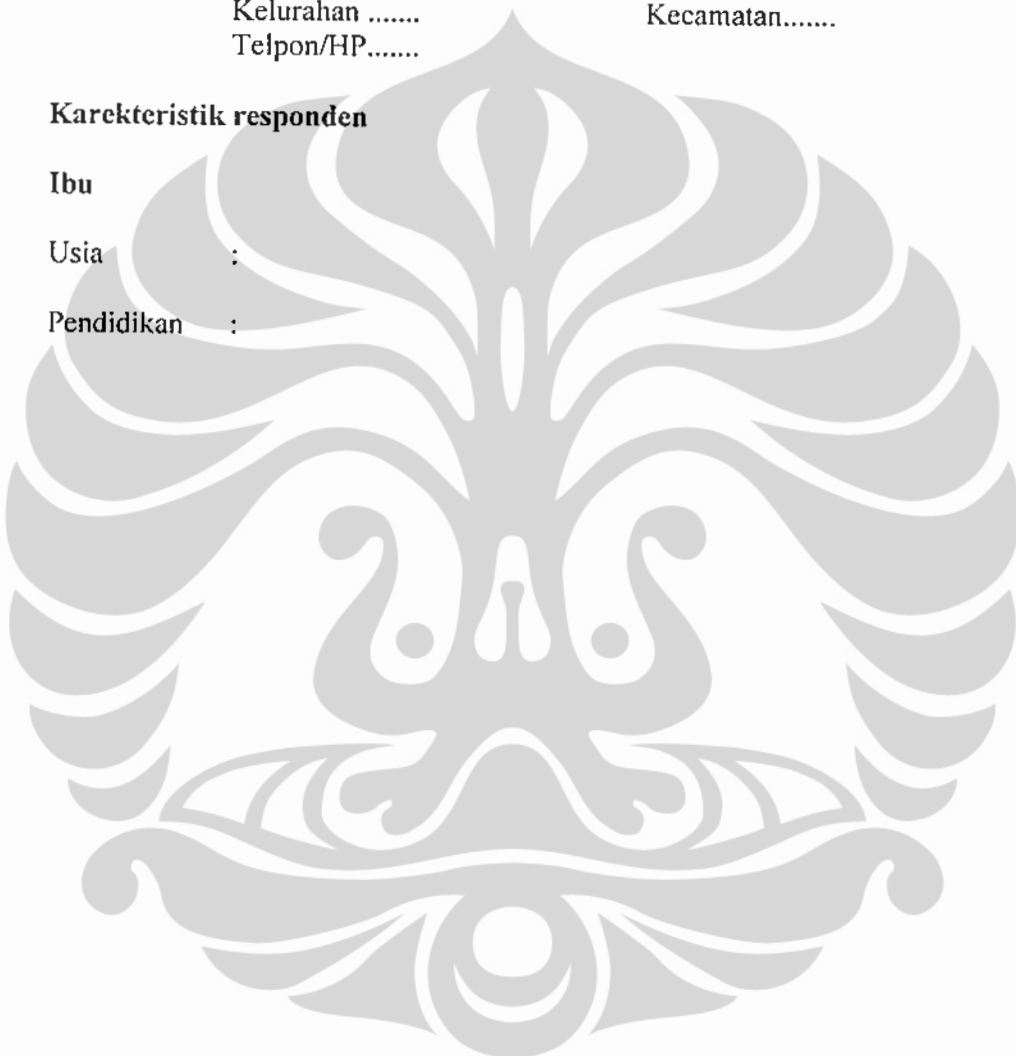
2. Alamat : JL.....  
RW ..... RT .....  
Kelurahan ..... Kecamatan.....  
Telpon/HP.....

**Karakteristik responden**

Ibu

Usia :

Pendidikan :





**Formulir B2 : Formulir Food Frekuensi Semikuantitatif**

Nama : Hari :  
 Alamat : Tanggal :

Bahan Makanan	Frekuensi			Jumlah		Catatan
	harian	mingguan	jarang/tdk pernah	URT	Gram	
I. Sumber karbohidrat						
nasi						
mie						
bihun						
roti tawar						
kentang						
singkong						
ubi						
talas						
jagung						
ketan						
lain-lain :						
.....						
.....						
II. Sumber protein hewani						
daging sapi						
daging ayam						
daging kambing						
daging babi						
ikan segar						
ikan asin						
ikan kalengan						
udang segar						
hati sapi						
hati ayam						
hati kambing						
otak						
telur ayam						
telur bebek						
telur puyuh						
lainnya :						
.....						
.....						
.....						

Bahan Makanan	Frekuensi			Jumlah		Catatan
	harian	mingguan	jarang/tdk pernah	URT	Gram	
III. Sumber protein Nabati						
Tempe						
Tahu						
kacang tanah						
kacang hijau						
kacang kedelai						
kacang merah						
oncom						
selai kacang						
lainnya :						
.....						
.....						
.....						
IV. Sumber lemak						
margarin						
mentega						
santan						
minyak kelapa sawit						
minyak kelapa						
minyak jagung						
lemak sapi						
lain-lain :						
.....						
.....						
.....						
V. Susu dan produknya						
ASI						
Susu formula						
susu kental manis						
susu bubuk anak-anak						
keju						
es krim						
yogurt						
lain-lainnya:						
.....						
.....						
.....						

Bahan Makanan	Frekuensi			Jumlah		Catatan
	harian	mingguan	jarang/tdk	URT	Gram	
VI. Sayuran						
Bayam						
Kangkung						
Buncis						
Kacang panjang						
daun singkong						
sawi hijau						
sawi putih						
caisim						
taoge						
kol						
kembang kol						
brokoli						
labu siam						
wortel						
kentang						
tomat						
seledri						
daun bawang						
lain-lain:						
.....						
.....						
.....						
VII. Buah-buahan						
pisang						
pepaya						
jeruk						
semangka						
melon						
apel						
mangga						
pir						
jambu air						
jambu biji						
rambutan						
duku						
nangka						
lengkeng						
durian						
lain-lain:						
.....						
.....						
.....						

Bahan Makanan	Frekuensi			Jumlah		Catatan
	harian	mingguan	jarang/dk pernah	URT	Gram	
VIII. Serba-serbi						
gula pasir						
gula merah						
madu						
selai						
teh						
kopi						
sirup						
kecap						
saus tomat						
agar-agar						
permen						
biskuit						
lain-lain						
.....						
.....						
.....						
.....						

**Formulir C : hasil pemeriksaan laboratorium**

Hemoglobin : g/dL

Feritin serum :  $\mu\text{g/L}$



## RIWAYAT HIDUP

- Nama : Daunwati
- Tempat / Tanggal lahir : Pontianak, 3 Desember 1971
- Status : Single
- Pendidikan : Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti Jakarta  
lulus tahun 1998
- Pekerjaan :
1. Dokter Pegawai Tidak Tetap di Puskesmas Sei Asam dan Segedong di Kalimantan Barat tahun 2000-2002
  2. Pegawai di World Vision Indonesia Tahun 2002-2003
  3. Pegawai di CARE International Indonesia 2003- 2006