

T
6/16.152

HEK

P

C/



**PENGARUH SUPLEMENTASI BESI PADA REMAJA PUTRI ANEMI
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KESEGERAN JASMANI**

Heru Noviat Herdata

TESIS

**Untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Dokter Spesialis Anak,
Program Pendidikan Dokter Spesialis - 1**

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS - 1
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS DIPONEGORO
RUMAH SAKIT UMUM PUSAT Dr. KARIADI
SEMARANG
2000**

Penelitian ini dilakukan di Bagian Ilmu Kesehatan Anak
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh sebutan
Dokter Spesialis Anak

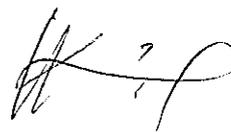
**HASIL DAN ISI PENELITIAN INI MERUPAKAN HAK MILIK
BAGIAN ILMU KESEHATAN ANAK
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

Disetujui untuk diajukan

Semarang, Mei 2000

Ketua Bagian IKA FK UNDIP /
SMF Kesehatan Anak RSDK Semarang

KPS PPDS-I IKA FK UNDIP



DR. Harsoyo Notoatmojo, dr. DTM&H, SpAK
NIP 130 324 167

Kamilah Budhi Rahardjani, dr. SpAK
NIP 130 354 868

HALAMAN PENGESAHAN

- 1. JUDUL PENELITIAN** : PENGARUH SUPLEMENTASI BESI PADA REMAJA
PUTRI ANEMI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
TINGKAT KESEGERAN JASMANI
- 2. RUANG LINGKUP** : ILMU KESEHATAN ANAK
- 3. PELAKSANA PENELITIAN**
- a. Nama : Heru Noviat Herdata, dr
b. NIP : 131 851 001
c. Pangkat / golongan : Penata / IIIc
d. Jabatan : Peserta PPDS I Bagian Ilmu Kesehatan Anak
Fakultas Kedokteran
Universitas Diponegoro Semarang
e. Tempat Penelitian : SLTP 14 Semarang
- 4. PEMBIMBING PENELITIAN** : Prof. DR. Ag Soemantri, dr. SpA(K)
JC Susanto, dr. SpA(K)
- 5. LAMA PENELITIAN** : 6 bulan
- 6. BIAYA PENELITIAN** : Rp. 3.000.000,-
- 7. SUMBER BIAYA** : Atas biaya sendiri

Disetujui oleh Tim Pembimbing

Prof. DR. Ag. Soemantri, dr, SpA(K)
NIP. 130 237 480

Semarang, Mei 2000
Peneliti,

Heru Noviat Herdata, dr
NIP. 131 851 001

JC Susanto, dr. SpA(K)
NIP 140 091 675

KATA PENGANTAR

Sebagai salah satu persyaratan dan merupakan tugas akhir dalam menyelesaikan pendidikan dokter spesialis I bidang Ilmu Kesehatan Anak di Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro / Rumah Sakit Umum Pusat Dokter Kariadi Semarang, maka setiap peserta program harus melakukan penelitian.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga tesis dengan mengambil judul ***Pengaruh suplementasi besi pada remaja putri anemi terhadap pertumbuhan dan tingkat kebugaran jasmani*** dapat diselesaikan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pada remaja putri yang anemi pemberian sulfas ferosus dosis tunggal tiap minggu dapat meningkatkan pertumbuhan dan tingkat kebugaran jasmaninya. Penelitian ini merupakan penelitian yang sederhana karena tidak melakukan pemeriksaan status besi dari subjek penelitian dan menggunakan penilaian uji kebugaran jasmani yang sederhana karena keterbatasan peneliti.

Dengan selesainya penelitian dan penulisan ini kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada beberapa pihak yang mendukung pelaksanaan penelitian ini, pertama kali kami ucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. AG. Soemantri, dr, SpA(K) dan JC Susanto, dr, SpA(K) sebagai pembimbing dalam pembuatan tesis ini, atas segala saran dan kritik-kritiknya sehingga penulisan tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Demikian juga ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Muladi, SH selaku Rektor Universitas Diponegoro Semarang pada periode 1994-1998 dan Prof. Ir. Eko Budiharjo sebagai Rektor Universitas Diponegoro Semarang pada periode 1998 sampai sekarang yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan Dokter Spesialis I dalam Bidang Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.

Demikian pula ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Anggoro DB Sachro, dr, DTM&H, SpA(K), Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan spesialisasi di Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro ini.

Kepada Gatot, dr selaku Direktur Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Kariadi Semarang dan Anityo Mochtar, dr, SpPD dan H. Sulaiman, dr, SpA, MMKes selaku Direktur Rumah Sakit Umum Pusat Dokter Kariadi Semarang sebelumnya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar dan mengikuti pendidikan spesialisasi di bagian / SMF Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro / Rumah Sakit Umum Pusat Dokter Kariadi Semarang penulis ucapkan terima kasih.

Ucapan yang sama penulis sampaikan kepada Dr. Harsoyo Notoatmodjo, dr, DTM&H, SpA(K) selaku Kepala Bagian Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Prof. Dr. I. Sudigbia, dr, SpA(K) sebagai kepala bagian sebelumnya, Kamilah Budhi Rahardjani, dr, SpA(K) selaku Ketua Program Pendidikan Dokter Spesialis I Ilmu Kesehatan Anak, Prof. Dr. R. Haryono Suyitno, dr, SpA(K)

sebagai Ketua Program Pendidikan Dokter Spesialis I Ilmu Kesehatan Anak sebelumnya yang telah memberikan kesempatan serta bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan spesialis Ilmu Kesehatan Anak.

Demikian pula ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada yang terhormat Prof. Moelyono S. Trastotenojo, dr, SpA(K), Prof. Hardiman Sastrosubroto, dr, SpA(K) atas segala bimbingan dan nasihat yang diberikan kepada penulis. Kepada yang terhormat Prof. Dr. Lydia Kosnadi, dr, SpA(K) sebagai dosen wali penulis ucapkan terima kasih atas bimbingan, nasihat, dorongan dan kepercayaan yang telah diberikan kepada penulis selama mengikuti pendidikan di bagian Ilmu Kesehatan Anak Rumah Sakit Dokter Kariadi / FK Undip Semarang.

Demikian pula ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua staf pengajar, supervisor Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang telah banyak memberi limpahan pengetahuan, bimbingan, dorongan serta arahan yang sangat penting sebagai bekal untuk pengabdian di masa yang akan datang selama penulis mengikuti pendidikan di bagian Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Undip / SMF Kesehatan Anak RSUP Dr Kariadi Semarang.

Kepada semua sejawat residen, paramedis dan karyawan di bagian Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro / SMF Kesehatan Anak RSUP Dr. Kariadi Semarang, penulis ucapkan terima kasih atas segala kerja sama yang baik, pengertian serta pergaulan secara kekeluargaan dan persahabatan yang erat. Demikian juga kepada Kepala Sekolah SLTP 14 Semarang, guru BP, siswi-siswi

kelas 1, 2 dan 3 dan suster Budi Unggul yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini kami ucapkan terima kasih.

Akhirnya penulis sampaikan sembah sujud dan rasa hormat serta terima kasih yang tak terhingga kepada yang tercinta ayahanda Prof. Drs. Utju Alibasya, MA dan ibunda Dra. Eutik Atikah yang telah merawat, mendidik dan membimbing dengan penuh kesabaran, perhatian dan kasih sayang serta memberikan semangat dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan sebagai dokter spesialis anak.

Kepada istri dan kedua putri-putriku yang telah memberikan pengertian, kesabaran dan pengorbanan selama penulis mengikuti pendidikan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga.

Akhir kata penulis merasa bahwa tulisan ini masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu segala kritik dan saran akan diterima dengan senang hati demi perbaikan dimasa yang akan datang.

Semoga Tuhan Yang Maha Pengasih dan Maha Bijaksana melimpahkan rahmat dan karunia kepada kita semua. Amien.

Semarang, Mei 2000

Penulis

Daftar Isi

	Hal.
Lembar pengesahan	i
Kata pengantar	ii
Daftar isi	vi
Daftar tabel	viii
Daftar gambar	ix
Daftar Lampiran	x
Abstrak	xi
Bab I Pendahuluan	1
Latar Belakang	1
Rumusan Masalah	3
Tujuan	3
Manfaat Penelitian	4
Hipotesis	5
Bab II Tinjauan Pustaka	6
Batasan Anemia	7
Anemia Kekurangan Besi	9
Pengaruh anemia terhadap pertumbuhan	10
Pengaruh anemia terhadap tingkat kebugaran jasmani	12
Penilaian kebugaran jasmani	14
Prevalensi anemia pada anak sekolah	17
Suplementasi besi	17
Kebutuhan zat besi pada remaja putri	22
Bab III Kerangka Teori.....	24
Bab IV. Kerangka Konseptual	25

	Hal.
Bab VI Metode penelitian	26
Ruang lingkup	26
Rancangan penelitian	26
Populasi penelitian	26
Jumlah sampel	27
Kriteria inklusi dan eksklusi	28
Cara kerja	28
Pemeriksaan dan pengukuran	29
Alat / bahan pemeriksaan dan cara kerja	30
Identifikasi variabel	33
Definisi operasional	33
Alur penelitian	35
Pengolahan data dan analisa data	35
Jadwal penelitian	36
BAB V Hasil penelitian dan pembahasan	37
Karakteristik responden	38
Analisis perubahan variabel	42
Kadar hemoglobin	42
Pertumbuhan	44
Indek kesegaran jasmani	47
Bab VI Kesimpulan dan saran	53
Daftar pustaka	55

Lampiran

Daftar Tabel

	Hal.
Tabel 1. Karakteristik sampel dan subjek pada awal penelitian	38
Tabel 2. Hasil uji beda antar variabel pada kedua kelompok perlakuan...	40
Tabel 3. Ringkasan hasil uji statistik dengan t-test terhadap variabel penelitian	42
Tabel 4. Hasil uji korelasi antar variabel terhadap peningkatan hemoglobin pada kelompok suplementasi	50
Tabel 5. Iktisar hasil pengukuran variabel pada awal dan akhir penelitian pada kedua kelompok	52

Daftar Gambar

	Hal.
Gambar 1. Perubahan kadar hemoglobin pada 2 kelompok pada awal dan akhir penelitian	44
Gambar 2. Perubahan berat badan dan tinggi badan pada kedua kelompok pada awal dan akhir penelitian	46
Gambar 3. Perubahan HAZ dan WAZ pada kedua kelompok pada awal dan akhir penelitian	47
Gambar 4. Perubahan indek kesegaran jasmani pada kedua kelompok pada awal dan akhir penelitian	49

PENGARUH SUPLEMENTASI BESI PADA REMAJA PUTRI ANEMI
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KESEGERAN JASMANI

Heru Noviat Herdata, AG Soemantri, JC Susanto

ABSTRAK.

Latar belakang : Prevalensi anemi kekurangan besi di Indonesia masih tinggi, akibat anemia kekurangan besi berdampak pada fungsi fisiologis dan dapat bersifat menetap.

Metode : Penelitian Kendali Acak, buta ganda dengan kontrol kelompok placebo.

Tujuan : Mengetahui pengaruh suplementasi besi seminggu sekali selama 12 minggu pada remaja putri anemi terhadap pertumbuhan dan tingkat kesegaran jasmani.

Subjek : Pemeriksaan kadar hemoglobin dilakukan pada 423 siswi SLTP 14 Semarang yang sebagian besar orang tua anak dari keluarga sosial ekonomi rendah, 219 siswi (52,1%) menderita anemia (Hb < 12 gr/dl) kemudian secara random dibagi menjadi kelompok suplementasi besi dengan dosis 3 mg elemental Fe/kgBB dan placebo yang diberikan dalam bentuk kapsul oleh guru sekolah. Dua puluh satu anak (9,5%) putus kelola ("dropped out") karena tidak masuk dan sakit, sehingga kelompok suplementasi tinggal 103 dan placebo 95 orang. Kedua kelompok diukur Berat Badan, Tinggi Badan, Indek Kesegaran Jasmani dan Kadar Hemoglobin pada awal dan akhir penelitian. Indek kesegaran jasmani ditentukan dengan cara "Harvard step test" yang telah dimodifikasi.

Hasil : Setelah suplementasi besi, rata-rata peningkatan kadar hemoglobin berbeda bermakna pada kelompok suplementasi ($1,72 \pm 0,66$, $p < 0,0001$) sedangkan kelompok placebo malahan menurun ($-0,17 \pm 0,81$). Rata-rata peningkatan Indek Kesegaran Jasmani berbeda bermakna antara kedua kelompok ($p < 0,05$). Tetapi rata-rata perubahan Berat Badan, Tinggi Badan, Berat Badan menurut umur (W/A), Tinggi Badan menurut umur (H/A) dan indek masa tubuh (IMT) pada kedua kelompok tidak berbeda.

Kesimpulan : Suplementasi besi mingguan pada anak remaja putri anemi di SLTP 14 Semarang meningkatkan kadar hemoglobin dan indek kesegaran jasmani, tetapi tidak ada pengaruh terhadap pertumbuhan. Perlu penelitian lebih mendalam dengan metode yang lebih baik dan jumlah sampel yang lebih banyak.

Kata kunci : Suplementasi besi, remaja putri, anemi, pertumbuhan, kesegaran jasmani.

EFFECT OF WEEKLY IRON SUPPLEMENTATION
ON GROWTH AND EXERCISE CAPACITY OF ANAEMIC ADOLESCENT GIRLS.

Heru Noviat Herdata, AG Soemantri, JC Susanto

Abstract.

Background : Indonesia has high rates of iron deficiency anaemia and it impairs biological functions.

Design : a double-blind, randomized controlled trial including a placebo control group.

Objective : This study examined the effects of weekly iron supplementation for 12 week on growth and exercise capacity in anaemic adolescents schoolgirls.

Subject : Four hundred twenty three adolescents schoolgirls in an economically deprived area in Semarang, Indonesia were measured for haemoglobin level, two hundred ninety girls who were anaemic (52,1%) with haemoglobin level < 12 g/dl. Anaemic adolescents schoolgirls were randomly assigned to receive weekly iron treatment with 3 mg/kg/day of elemental iron as ferrous sulphate for 12 weeks or placebo. The medicine was distributed to the patient and its consumption in capsule by teacher. By the end of study, 21 (9,5%) of the girls had dropped out. Before and after study, both group were measure for weight, height, exercise capacity index and haemoglobin level.

Result : After iron supplementation, mean haemoglobin level in supplementation group had increased significantly ($1,72 \pm 0,66$, $p < 0,0001$), but in placebo group were it decreased slightly ($-0,17 \pm 0,18$). Changes in exercise capacity index during the study were significantly different between two groups ($p < 0,05$). There was no significant difference in growth (height, weight, H/A, W/A or BMI) between the supplemented groups and the placebo group.

Conclusion : Weekly iron supplementation improved haemoglobin level and exercise capacity index in anaemic adolescent schoolgirls. No significant difference in growth was observed. Further research must be done with appropriate sample size and better design.

Key word : iron supplementation, adolescent schoolgirl, anaemia, growth, exercise capacity.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sekalipun telah diketahui bahwa kelompok remaja putri mempunyai risiko tinggi untuk terjadi Anemia Kekurangan Besi (AKB)¹ dan pengaruh AKB itu berdampak pada pertumbuhan yang sedang terjadi pada masa itu, serta peranannya terhadap kesegaran jasmani, penanganan AKB pada kelompok ini masih belum mendapat perhatian khusus.

AKB ini kurang diperhatikan baik oleh individu yang bersangkutan maupun oleh petugas kesehatan, karena keluhan dan tanda hampir tidak ada pada individu dengan AKB yang ringan atau sedang. Padahal prevalensi AKB di negara sedang berkembang tinggi.²

Berdasarkan data yang dikumpulkan oleh HKI/GOI Nutrition Surveillance System (NSS) pada bulan Januari sampai Maret 1999 dan bulan April sampai Mei 1999 menunjukkan peningkatan prevalensi anemia pada balita menjadi sekitar 50-85% dibanding tahun 1995 yang berkisar 40%. Untuk anak usia 12 sampai 23 bulan prevalensi anemia berkisar 65-85% sedangkan untuk daerah Semarang antara 50-62%. Untuk wanita hamil prevalensi anemia pada tahun 1995 20-30% meningkat menjadi 22-47% pada awal 1999, sedangkan untuk wanita tidak hamil berkisar 20% pada tahun 1996 dan 15% tahun 1998.³

Kualitas manusia dipandang dari segi gizi adalah kualitas fisik dalam arti kemampuan kerja jasmani dan produktivitas kerja, serta dalam arti kemampuan intelektual, yang kedua-duanya sangat erat hubungannya dengan status besi. Oleh sebab itu penanganan masalah anemia gizi khususnya anemia kurang besi perlu mendapat perhatian lebih besar.²

Pada remaja putri, zat besi yang dikeluarkan dari badan lebih banyak dibanding laki-laki. Selain dari kehilangan basal, masih ada kehilangan lewat jalur lain, yaitu setiap bulan remaja putri yang telah menstruasi akan mengeluarkan besi rata-rata sebanyak 28 mg/ periode. Sehingga remaja putri akan mengeluarkan zat besi dari tubuhnya hampir dua kali lebih banyak dari pada anak laki-laki. Dengan demikian remaja putri terutama yang telah mengalami menstruasi membutuhkan zat besi relatif lebih tinggi. Selain itu mereka juga sedang dalam masa tumbuh kembang yang cepat. Dengan demikian konsekuensi fungsional dari anemia gizi menyebabkan turunnya kualitas sumber daya manusia terutama untuk remaja putri.⁴

Penanggulangan AKB sangat penting mengingat peran besi bukan hanya sebagai pembawa oksigen untuk kebutuhan energi yang digunakan pada aktifitas fisik tetapi masih terdapat beberapa fungsi yang sangat penting bagi tubuh khususnya dalam menunjang tumbuh kembang anak antara lain; pertumbuhan, imunitas dan kognitif. Peranan ini makin penting mengingat akibat AKB terhadap kemampuan kognitif yang dapat bersifat irreversibel.⁵

Banyak penelitian yang membuktikan bahwa AKB dapat menurunkan fungsi fisiologis seperti : rendahnya kemampuan kerja jasmani dan produktivitas kerja⁶⁻⁷ ,

rendahnya kemampuan intelektual⁸⁻¹¹, dan rendahnya kekebalan tubuh, sehingga menyebabkan tingginya angka kesakitan¹²⁻¹⁶ serta gangguan pertumbuhan.¹⁷⁻²⁴

Penurunan kemampuan intelektual antara lain penurunan dari kemampuan verbal, mengingat, konsentrasi, berfikir analog dan sistematis, serta prestasi belajar yang rendah.²⁵

Saat ini cara penganggulangan AKB secara suplementasi besi terbukti mempunyai hasil yang baik. Cara pemberian suplementasi besi secara mingguan dinilai sama efektifnya dibanding dengan harian,^{17,26-30} tetapi belum banyak penelitian yang menghubungkan peranan suplementasi besi terhadap kesegaran jasmani terutama pada remaja.

1.2. Rumusan Masalah.

Dari uraian diatas maka timbul pertanyaan :

Apakah suplementasi besi dapat meningkatkan pertumbuhan dan tingkat kesegaran jasmani ?

1.3. Tujuan.

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

Umum :

Mengetahui pengaruh suplementasi besi pada siswi Sekolah Menengah Pertama.

Khusus :

- a. Mengetahui pengaruh suplementasi besi mingguan terhadap peningkatan kadar hemoglobin
- b. Mengetahui pengaruh suplementasi besi mingguan terhadap peningkatan pertumbuhan anak
- c. Mengetahui pengaruh suplementasi besi mingguan terhadap peningkatan tingkat kesegaran jasmani.

1.4. Manfaat Penelitian.

- a. Terhadap bidang penelitian.
 1. Memberikan masukan bagi penelitian lebih lanjut.
- b. Terhadap bidang pelayanan kesehatan.
 1. Melakukan pemantauan keberhasilan pengobatan
 2. Mengurangi biaya pengobatan pada anemia kekurangan besi.
 3. Melakukan pengobatan pada anemia kekurangan besi yang diderita anak-anak Sekolah Menengah Pertama.
- c. Terhadap pendidikan/ilmu pengetahuan.

Menambah wawasan tentang pengelolaan AKB.

1.5. Hipotesis.

- 1.5.1. Suplementasi besi mingguan selama 12 minggu pada remaja putri dengan anemia akan terjadi peningkatan kadar hemoglobin yang bermakna.
- 1.5.2. Suplementasi besi mingguan selama 12 minggu pada remaja putri dengan anemia akan terjadi peningkatan pertumbuhan yang bermakna.
- 1.5.3. Suplementasi besi mingguan selama 12 minggu pada remaja putri dengan anemia akan terjadi peningkatan tingkat kesegaran jasmani yang bermakna.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Anemia bukan suatu penyakit tetapi suatu keadaan yang ditandai dengan menurunnya kadar hemoglobin (Hb) di bawah nilai normal. Biasanya diikuti pula dengan penurunan nilai hematokrit. Kadar Hb bergantung pada umur, jenis kelamin, letak geografis dan metode pemeriksaan yang dipakai.³¹

Dari hasil-hasil penelitian imunologi menunjukkan adanya penurunan kekebalan tubuh seperti jumlah T-lymphocyte, kelainan pada cell-mediated, dan kekurangan granulocyte myelo- peroxidase, sehingga kemampuan tubuh membunuh bakteri rendah sehingga dapat mempengaruhi morbiditas penyakit dan pertumbuhan anak.¹⁴⁻¹⁶

Tingginya prevalensi anemia kurang besi di negeri kita dapat membawa berbagai konsekuensi fungsional. Dari beberapa hasil penelitian ditemukan ada korelasi yang erat antara kadar Hb dan kemampuan kerja fisik⁶⁻⁷. Penelitian terhadap pekerja-pekerja di Perkebunan Teh^{32,33}, Karet dan Tebu³⁴ membuktikan bahwa pekerja-pekerja yang menderita anemia kurang besi menunjukkan produktivitas kerja yang rendah. Produktivitas kerja pekerja yang anemia sebanyak 20% lebih rendah dari pekerja yang tidak anemia. Setelah dilakukan intervensi tablet besi maka kadar Hb naik menjadi normal diikuti dengan kenaikan produktifitas kerja yang nyata.³²

Penelitian terhadap anak sekolah, mendapatkan hasil bahwa anak yang menderita anemia kurang besi mengalami penurunan kemampuan intelektual, seperti kemampuan verbal, mengingat, konsentrasi, berfikir analog dan sistematis, serta prestasi belajar yang rendah.³⁵

Hasil-hasil penelitian konsekuensi fungsional ini memberikan petunjuk bahwa kualitas sumber daya manusia menjadi rendah apabila dijumpai banyak penduduk yang menderita anemia kurang besi. Hal ini memberikan implikasi lebih lanjut terhadap perkembangan sosial, ekonomi dan pembangunan pada umumnya.

2.1. Batasan Anemia.

Anemia didefinisikan sebagai suatu keadaan kadar hemoglobin (Hb) di dalam darah lebih rendah dari pada nilai normal untuk kelompok orang yang bersangkutan. Kelompok ditentukan menurut umur dan jenis kelamin. Penetapan kadar Hb yang dianjurkan oleh WHO adalah cara spektrofotometer, menggunakan metode sianmethemoglobin.³⁶ Nilai batas ambang (cut of point) anemia di Indonesia untuk anak sekolah adalah $< 12 \text{ gr/dl}$ ¹

Dari sekian banyak penyebab anemia, yang merupakan masalah kesehatan masyarakat adalah anemia yang disebabkan oleh anemia gizi. Anemia gizi paling sering dijumpai baik di negara Barat maupun dinegara Timur. Anemia gizi merupakan masalah dunia, dengan prevalensi tertinggi terdapat di negara sedang berkembang.³

Anemia gizi adalah suatu keadaan dimana kadar hemoglobin, darah lebih rendah daripada normal sebagai akibat ketidakmampuan jaringan pembentuk sel darah merah dalam produksinya guna mempertahankan kadar hemoglobin pada tingkat normal. Anemia gizi merupakan akibat dari kekurangan satu atau lebih zat-zat gizi esensial, seperti zat besi, asam folat dan vitamin B12 yang sangat dibutuhkan untuk pembentukan sel-sel darah merah. Zat gizi lainnya yang juga dibutuhkan ialah protein, vitamin C, pyridoxin dan copper. Dalam keadaan normal, simpanan zat besi, asam folat dan vitamin B12 cukup di dalam badan. Bila simpanan ini berkurang jumlahnya akan terjadi ketidak seimbangan zat-zat gizi tersebut di dalam badan, namun belum menunjukkan kelainan biokimia atau klinis. Tetapi bila jumlah ini berkurang terus, akhirnya sampai pada keadaan yang disebut anemia. Jumlah sel darah merah tidak cukup banyak diproduksi, mengakibatkan kadar Hb di dalam darah menjadi rendah.³⁷

Anemia gizi karena kekurangan zat besi adalah yang paling umum terjadi di masyarakat. Karena itu dipandang dari kesehatan masyarakat praktis, anemia gizi selalu diasosiasikan sebagai anemia kekurangan besi.¹ Hal ini karena bila di suatu daerah prevalensi anemia tinggi, maka penyebab utama anemia di daerah itu adalah kekurangan besi.^{12,38}

2.2. Anemia Kekurangan Besi.

Anemia kekurangan besi adalah anemia yang disebabkan oleh berkurangnya cadangan besi tubuh. Keadaan ini ditandai dengan menurunnya saturasi transferin, berkurangnya kadar feritin serum atau hemosiderin sumsum tulang.

Penyebab yang sering adalah akibat kebutuhan zat besi yang tidak terpenuhi, terutama pada masa pertumbuhan, kehamilan dan menyusui. Kekurangan besi ini dapat disebabkan karena kebutuhan zat besi meningkat, misalnya pada bayi, anak, wanita hamil dan menyusui. Selain keadaan tersebut, kekurangan besi dapat disebabkan bila makanan sehari-hari kurang mengandung zat besi atau absorpsi besi yang tidak sempurna seperti pada aklorhidria, pasca gastrektomia dan malabsorpsi. Kekurangan besi dapat pula terjadi akibat terlalu banyak besi yang dikeluarkan dari tubuh karena perdarahan, pengeluaran hemoglobin atau hemosiderin lewat urin, kecacingan dan malaria.³⁹

Keadaan kurang besi terjadi perlahan-lahan dan berlanjut melewati beberapa tingkatan sebelum sampai kepada anemia. Kalau absorpsi zat besi dari makanan tidak cukup banyak dan keadaan ini berlangsung terus dalam waktu relatif lama, maka simpanan zat besi dalam bentuk feritin di dalam hati menjadi sangat menipis atau hampir habis.³⁶

WHO menetapkan kriteria untuk diagnosis anemia kekurangan besi sebagai berikut:³¹

1. Hemoglobin kurang dari normal sesuai umur dan jenis kelamin.
2. Konsentrasi Hemoglobin Eritrosit Rata-rata (KHER) kurang dari 31 % (normal 32 - 35 %)
3. Besi serum kurang dari 50 ug/100 ml (normal 80 - 180 ug/100 ml)
4. Jenuh transferin kurang dari 15 % (normal 20 - 50 %).

Berdasarkan pemeriksaan feritin, saturasi transferin dan kadar hemoglobin dikenal 3 tahap anemia kekurangan besi.³⁶

Defisiensi besi	Feritin Saturasi	Kadar	
		Transferin	Hemoglobin
Tahap I	Turun	Normal	Normal
Tahap II	Turun	Turun	Normal
Tahap III	Turun	Turun	Turun

2.3. Pengaruh Anemia terhadap Pertumbuhan.

Sejak lama para ahli telah berupaya untuk meneliti bentuk hubungan antara AKB pada anak dengan pertumbuhan dan perkembangannya yang sampai saat ini belum jelas. Adanya gangguan pertumbuhan pada bayi diketahui sejak lama pada berbagai penelitian "cross sectiona". Aukett dkk (1986)¹⁸ mendapatkan terjadinya kecepatan pertumbuhan berat badan bayi umur 17-19 bulan setelah suplementasi zat besi selama 2 bulan.

Hubungan kekurangan zat besi dengan pertumbuhan pada anak yang berusia lebih tua tampak lebih jelas. Latham dkk (1990)²² mengemukakan bahwa suplementasi besi pada anak AKB usia sekolah akibat percepatan pertumbuhan BB

dan pertumbuhan persentil BB untuk TB. Sedangkan Chwang dkk (1988)²⁰ akibat dari akselerasi pertumbuhannya, yaitu BB, TB dan LLA karena pada anak yang mendapat suplementasi besi lebih jarang sakit. Lawless (1994)²³ menyimpulkan bahwa peningkatan pertumbuhan pada anak yang mendapat sirup besi karena perbaikan nafsu makan. Akan tetapi Pollitt dkk (1985)⁴⁰ yang mengadakan penelitian pertumbuhan pada anak AKB usia pra-sekolah dan usia sekolah dan Rahman (1999)⁴¹ pada anak usia 6-71 bulan tidak mendapatkan adanya pengaruh suplementasi zat besi terhadap pertumbuhan tersebut. Hal ini mungkin karena terdapat perbedaan karakteristik subyek. Dengan demikian, bukti adanya hubungan sebab akibat antara AKB pada anak dengan keterlambatan pertumbuhannya masih tidak konsisten diantara para ahli, walaupun mereka menggunakan rancangan penelitian yang sama yaitu rancangan penelitian eksperimen dengan anak cukup besi sebagai kelompok kontrol.

Dasar teoritis pengaruh AKB pada anak terhadap pertumbuhan dan perkembangannya adalah zat besi berperan dalam berbagai metabolisme zat yang sangat diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Selain berperan sebagai pengangkut oksigen dalam hemoglobin dan mioglobin, zat besi berperan pula dalam sintesis DNA, neurotransmitter dan sitokrom mitokondria pada berbagai organ tubuh. Pada keadaan kekurangan zat besi terjadi gangguan sintesis DNA dan proses metabolisme yang memerlukan enzim-enzim yang mengandung zat besi. Selain itu, gangguan pertumbuhan pada AKB dapat pula disebabkan oleh peranan zat besi yang menurun sebagai daya tahan tubuh terhadap penyakit infeksi, atau

peranan zat besi dalam mempertahankan nafsu makan yang menurun pada keadaan AKB.³⁷

2.4. Pengaruh anemia terhadap tingkat kesegaran jasmani.

Saat ini penelitian terhadap kemampuan kerja fisik pada orang-orang anemia telah banyak dilakukan, terutama pada orang dewasa.^{6,7,33,34,42-44} Rendahnya kemampuan kerja fisik ini disebabkan oleh menurunnya penyediaan oksigen kepada jaringan, gangguan aktifitas sistem transpor elektron, pelemahan kemampuan metabolisme energi dalam mitokondria.³²

Hasil penelitian terhadap buruh-buruh kerja yang sedang membangun irigasi di Rentang dan Saladarma (Jawa Barat), dan buruh-buruh kerja yang sedang memperbaiki lapangan terbang Halim, menunjukkan ada perbedaan yang sangat bermakna (nilai $p \ll 0,01$) antara buruh yang anemia dan yang tidak anemia dalam melakukan kerja naik-turun bangku Harvard. Sesudah diberikan suplementasi besi 100 mg Fe per hari per orang selama 30 hari, maka skor naik-turun bangku Harvard itu naik sangat bermakna (nilai $p \ll 0,01$) dibandingkan dengan kelompok plasebo yang tidak menunjukkan kenaikan yang berarti.⁴³

Hasil penelitian di daerah Perkebunan Karet, Sukabumi, menunjukkan bahwa penyadap karet yang anemia mendapatkan lateks hasil sadapan lebih sedikit dari pada penyadap yang tidak anemia. Penyadap yang anemia mendapatkan lateks 18,7% lebih rendah daripada yang tidak anemia. Sesudah diberikan pil besi (100 mg

Fe per hari selama 30 hari), maka jumlah lateks yang dikumpulkan setiap hari oleh pekerja yang anemia naik mendekati sama dengan yang tidak anemia.⁴⁵

Penelitian oleh Husaini (1983)³² terhadap wanita pemetik teh di Perkebunan Teh Ciwiday, Bandung, memberikan hasil yang menarik. Wanita pemetik teh dibagi dalam tiga kelompok yaitu : a) Kelompok kontrol mendapatkan pil plasebo, b) Kelompok fortifikasi mendapat garam yang difortifikasi zat besi (1,5 mg Fe per gram garam), dan c) Kelompok suplementasi mendapat garam fortifikasi ditambah pil besi (60 mg per hari) ditambah obat cacing Combantrin. Berat badan, tinggi badan, kadar Hb, dan produktivitas kerja diukur pada sebelum dan sesudah intervensi. Kadar Hb pada wanita pemetik teh yang anemia pada kelompok suplementasi naik menjadi normal, sedangkan pada kelompok fortifikasi naik hanya sedikit. Produktivitas kerja dalam berat daun teh yang dipetik naik bermakna ($p << 0,05$) hanya pada wanita pemetik teh yang mendapat suplementasi.

Observasi yang hampir sama juga dilakukan di Perkebunan teh di Srilanka. Gardner dkk. (1977)⁴⁶ melakukan penelitian dengan menggunakan treadmill. Hasil penelitian menunjukkan pada pekerja yang anemia dalam melaksanakan kerja di atas treadmill mendapatkan skor lebih rendah daripada pekerja yang tidak anemia. Pada penelitian tersebut didapatkan kenyataan bahwa makin tinggi kadar Hb makin lama kemampuan seseorang melakukan kerja fisik di atas treadmill, dan semakin tinggi kadar Hb semakin banyak jumlah orang yang mampu melakukan kerja fisik dengan beban 6,35 km/jam dan kelandaian 20% pada treadmill.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Viteri dan Torun (1974)⁴⁴ terhadap para pemotong tebu di sebuah Perkebunan Tebu di Guatemala menunjukkan bahwa kemampuan kerja fisik yang dinyatakan dalam skor naik-turun bangku Harvard bervariasi menurut variasi kadar Hb. Apabila kadar Hb rendah maka skor rendah, dan apabila kadar Hb tinggi maka skor juga tinggi. Skor naik-turun bangku Harvard naik secara nyata sesudah dua bulan mendapat suplementasi besi, tetapi tidak demikian pada kelompok yang mendapat plasebo. Kenaikan skor tersebut maksimum setelah dua bulan intervensi zat besi, tetapi tidak demikian pada kelompok yang mendapat plasebo. Kenaikan skor tersebut maksimum setelah dua bulan intervensi zat besi, dan sesudah itu mendatar walaupun pemberian pil besi diteruskan sampai 6 bulan.

Dari penelitian di atas membuktikan bahwa anemia kurang zat besi menyebabkan kemampuan kerja yang rendah dan produktivitas kerja yang juga rendah. Penelitian tersebut juga mendemonstrasikan bahwa dengan suplementasi besi; anemia dapat disembuhkan, dan kemampuan kerja serta produktivitas kerja dapat ditingkatkan.

2.5. Penilaian Kesegaran Jasmani.

Oksigen yang di bawa oleh hemoglobin merupakan bahan yang mutlak untuk kehidupan seseorang. Pemakaian oksigen normal pada waktu istirahat kira-kira 2,5 ml/kgBB/menit. Pada aktivitas jasmani yang berat pemakaian oksigen dapat

meningkat menjadi lebih dari 50 ml/kgBB/menit. Jadi kira-kira kenaikan sebesar 15 - 20 kali.⁴⁷

Keperluan pemakaian oksigen yang variabel ini dapat dilayani oleh sistim pelayanan oksigen yang terdiri dari sistim statik yaitu darah baik dalam bentuk jumlah Hb, jumlah darah serta jumlah cairan tubuh dan sistim dinamik meliputi paru-paru, jantung dan pembuluh darah.

Sistim pelayanan oksigen baik statik maupun dinamik akan bekerja sama dalam melayani keperluan oksigen oleh tubuh pada setiap keadaan.

Diantara sistim pelayanan oksigen yang paling menggambarkan kesegaran jasmani ialah faal sistim pelayanan kardiovaskuler. Sehingga pengukuran faal sistim kardiovaskuler sering digunakan sebagai petunjuk tingkat kesegaran jasmani.⁴⁸⁻⁵⁰

Kesegaran jasmani sangat berperan dalam segala bidang kehidupan manusia. Untuk mendapatkan kesegaran jasmani yang optimal setiap orang memerlukan aktivitas olahraga secara benar dan teratur. Dengan latihan fisik atau olahraga secara teratur akan terjadi peningkatan fungsi jantung yang ditandai dengan terjadinya penurunan denyut nadi, peningkatan curah jantung dan saturasi oksigen. Latihan fisik yang teratur akan berpengaruh langsung pada sistim kardiovaskuler dan berhubungan langsung dengan adaptasi metabolik dari otot-otot skeletal dan pada akhirnya akan meningkatkan kesegaran jasmani.⁵¹⁻⁵⁴

Dasar pemeriksaan kesegaran jasmani ialah menghitung jumlah kerja selama waktu tertentu atau pemakaian oksigen maksimal tiap kilogram berat badan seseorang dibandingkan dengan frekuensi nadi. Pemakaian oksigen maksimal ini

sesuai dengan kemampuan untuk menikmati stamina sedang, tanpa perasaan penderitaan. Pemakaian oksigen maksimal sesuai dengan kerja jantung dalam pelayanan oksigen yang dapat diikuti dari denyut nadi.⁵⁵

Keadaan kesegaran jasmani secara total sangat sulit untuk diukur dengan pasti. Walaupun pengukuran sewaktu hanya akan mendekati keadaan yang sebenarnya, pengukuran tetap perlu dilakukan.

Beberapa ahli telah mengusulkan berbagai cara penentuan kesegaran jasmani; masing-masing dengan istilah dan pembakuan yang berbeda. Untuk mengetahui secara lengkap kebugaran seseorang akan melibatkan serangkaian pengukuran yang kompleks dengan menggunakan peralatan laboratorium yang canggih, untuk mengetes keseluruhan rentang dari berbagai macam faktor yang berbeda-beda yang membantu kebugaran secara menyeluruh. Pada dasarnya pengamatan ini dapat dilakukan terhadap nadi pulih asal dan nadi aktivitas mantap. Telah dilakukan bermacam-macam penelitian guna mendapatkan cara atau bentuk tes untuk menilai tingkat kesegaran jasmani, antara lain : Harvard Step Test, Indiana Meters Fitness Test, Navy Standard Physical Test, Physical Fitness Index Test, New York State Physical Fitness Test. Tes-tes kesegaran jasmani tersebut dikhususkan untuk mengukur kesegaran jasmani pada orang dewasa, dan tidak sesuai bila digunakan untuk mengukur kesegaran jasmani anak.⁵⁵

Edwin dkk (1999)⁵⁶ telah melakukan modifikasi tes kesegaran jasmani yang sudah ada yaitu Harvard Step Test untuk disesuaikan dengan kondisi anak usia 8 - 12 tahun. Hasil penelitiannya mendapatkan modifikasi tinggi bangku tes Harvard

yang paling sesuai untuk anak kelompok umur tersebut adalah 28 cm dengan frekuensi naik turun bangku 24 kali permenit dan lama latihan 4 menit.

2.6. Prevalensi Anemia pada Anak Sekolah.

Banyak penelitian yang dilakukan terhadap anak sekolah. Tetapi menghasilkan prevalensi anemia (kadar Hb < 12 g/dl) yang berbeda. Prevalensi tertinggi ditemukan oleh Soemantri (1978)²⁵ terhadap 246 anak SD kelas III, IV dan V di Kecamatan Kalibawang Yogyakarta yaitu 83,3 %. Peneliti lain berkisar antara 35 - 45 %.^{38,57} Berdasarkan data SKRT tahun 1995, prevalensi anemia pada anak sekolah 47,2 %.¹

2.7. Suplementasi besi

Seseorang yang menderita anemia, karena kekurangan zat besi atau lainnya, dapat dilihat dari respon terhadap pengobatan atau pemberian preparat besi baik secara oral maupun suntikan.⁵⁸

Apabila orang yang anemia menjadi sembuh karena pemberian pil besi, maka anemia yang diderita adalah anemia kurang besi. Atau apabila terjadi kenaikan kadar Hb sebanyak 1 g/dl atau lebih setelah intervensi dengan pil atau cairan besi, maka yang bersangkutan nyata menderita kurang besi. Apalagi terjadi kenaikan kadar Hb sebanyak 2 g/dl atau lebih, maka dapat dipastikan bahwa yang bersangkutan menderita defisiensi besi. Cara terapeutik ini amat berguna pada penelitian prevalensi untuk menentukan apakah benar bahwa anemia disebabkan

karena kekurangan zat besi. Jadi apabila seseorang anemia, diberi pil besi untuk selama 3-4 minggu, lalu terjadi kenaikan kadar Hb nyata, maka yang bersangkutan benar menderita defisiensi besi.⁵⁹

Secara garis besar ada dua macam intervensi langsung yang dapat dilakukan terhadap anemia kekurangan besi, yaitu : 1) Suplementasi tablet besi pada orang dewasa atau sirup zat besi pada anak-anak; 2) Fortifikasi zat besi pada bahan makanan yang dikonsumsi masyarakat setiap hari.⁶⁰

Apabila prevalensi anemia gizi terjadi luas di masyarakat, maka intervensi yang dilakukan terutama ditujukan pada kelompok yang paling tinggi risiko kekurangan besi. Apabila prevalensi anemia tinggi terutama karena kekurangan besi, satu-satunya jalan untuk mengatasi masalah ini dalam waktu relatif pendek adalah dengan pemberian suplementasi besi. Suplementasi besi adalah satu-satunya pendekatan yang sampai sekarang dianggap paling cocok untuk dapat meningkatkan kadar Hb sampai pada tingkatan tertentu.⁶⁰

Terdapat beberapa macam tablet besi, ada yang mahal dan ada yang murah. Umumnya semua tablet besi dapat diabsorpsi dengan baik. Ferro-sulfat adalah senyawa termurah di antara lainnya, dan dapat diabsorpsi 20% zat besi elemental, sehingga ferro-sulfat direkomendasikan untuk dipergunakan dalam program. Pemberian tablet besi diantara dua waktu makan meninggikan absorpsi zat besi sebanyak 40%. Karena itu lebih dianjurkan untuk meminum tablet besi pada waktu perut kosong; walaupun dosis lebih rendah (untuk mengurangi efek samping), tetapi jumlah zat besi yang diabsorpsi relatif lebih banyak.² Tablet besi lain yang sering

digunakan adalah Fe-fumarat (33% Fe elemental) dan Fe-succinate (12% Fe elemental)³⁰

Pada anak dosis sebesar 3mg/kgBB besi elemental seminggu sekali telah direkomendasikan.⁶¹

Tidak seperti pada dewasa yang biasanya dibagi dalam 3 dosis, pada anak dilaporkan pemberian dosis tunggal memberikan hasil yang baik dengan ketaatan yang tinggi dan juga toleransi yang baik. Pengalaman menunjukkan bahwa pemberian preparat besi (dalam bentuk tablet atau sirup) sampai selama dua bulan efektif meninggikan kadar Hb, dan sesudah itu kadar Hb sedikit naik atau tidak naik lagi. Hal ini tidak berarti bahwa pemberian preparat besi sudah tidak berguna lagi dilanjutkan, melainkan masih baik untuk tetap dilanjutkan karena masih diperlukan untuk meningkatkan cadangan zat besi di dalam tubuh. Pemberian preparat besi dapat dilakukan sampai selama 5 bulan.⁶¹

Angeles-Agdeppa (1997)³⁰ dalam penelitiannya terhadap remaja putri SLTA mendapatkan bahwa pemberian 60 mg besi mingguan selama 3 bulan merupakan dosis yang optimal untuk meningkatkan status zat besi sampai 6 bulan kemudian.

Efek samping pemberian tablet besi ada dua aspek, yaitu :1) Yang berhubungan dengan saluran pencernaan atas seperti muntah, mual dan nyeri perut, 2) Yang berhubungan dengan saluran pencernaan bawah seperti diare dan konstipasi. Adapun efek samping yang dilaporkan adalah : rasa terbakar di ulu hati, konstipasi, diare dan mual serta nyeri perut atas. Konstipasi dan diare timbul karena perubahan flora normal yang terjadi.⁶²

Dalam suatu studi kasus kontrol, Scariati (1997)⁶³ memberikan Fe-sulfat 3 mg/kgBB sekali sehari yang diminum 30 menit sebelum makan pagi pada 278 bayi berumur 1 tahun. Ternyata tidak didapatkan perbedaan yang signifikan pada efek samping yang timbul antara kelompok Fe-sulfat dengan kelompok plasebo. Prevalensi efek samping ini terutama berhubungan dengan saluran pencernaan atas yang erat hubungannya dengan dosis dan adanya faktor-faktor psikologis. Zat besi yang diberikan secara oral ini lebih mudah dibasorpsi pada bulan pertama pengobatan, dan berkurang pada bulan-bulan berikutnya. Dengan demikian bulan pertama pemberian preparat besi adalah yang paling penting dalam menentukan suksesnya pengobatan tersebut, tetapi juga merupakan masa paling banyak terjadi keluhan.

Pada bayi dan anak efek samping sangat rendah dibandingkan dengan orang dewasa. Hal ini barangkali karena anak kurang dapat mengemukakan gejala-gejala seperti pada orang tua atau karena penelitian pada anak BALITA tidak sebanyak penelitian pada orang dewasa. Tetapi jika terjadi konstipasi, diare, mabuk, atau mual yang merupakan gejala umum efek sampingan, maka pemberian preparat besi pada anak hendaknya dihentikan.⁶⁴

Preparat besi untuk anak biasanya diberikan dalam bentuk cairan. Cairan zat besi ini menimbulkan pewarnaan pada gigi. Tetapi bekas ini tidak permanen, dapat hilang kalau gigi digosok. Yang paling diperhatikan adalah kemungkinan kelebihan dosis pada anak. Bahaya toksis dapat atau sering terjadi pada anak umur 1-5 tahun. Karena itu hendaknya hati-hati memberikan preparat besi pada anak.⁶⁴

Respon terhadap terapi zat besi merupakan *the final proof of diagnosis*. Evaluasi respon terhadap terapi zat besi adalah dengan melihat peningkatan retikulosit dan peningkatan hemoglobin atau hematokrit. Terjadi kenaikan retikulosit yang mencapai puncak setinggi 8-10% pada hari ke 5 s/d 10 terapi; sesuai dengan derajat anemia. Diikuti dengan peningkatan hemoglobin (rata-rata 0,25 - 0,4 gm/dl perhari) dan kenaikan hematokrit (rata-rata 1% perhari) selama 7-10 hari pertama. Kemudian hemoglobin meningkat 0,1 gm/dl/hari hingga mencapai 11 gm/dl dalam 3-4 minggu. Sebagai pedoman yang sederhana, pada umumnya kelainan akan terkoreksi setengahnya dalam 2-3 minggu dua per tiganya dalam 1 bulan dan terkoreksi seluruhnya dalam 8 minggu. Pada usia lanjut peningkatan hemoglobin 1 gm/dl membutuhkan waktu 1 bulan; sedang pada usia muda dalam waktu itu dapat dicapai kenaikan hemoglobin 3 gm/dl dan hematokrit 10%.⁶⁵

Adapun respon terhadap terapi zat besi dipengaruhi oleh 1) etiologi dan derajat defisiensi zat besi 2) adanya penyakit penyerta yang lain 3) kemampuan toleransi dan absorpsi zat besi yang diberikan.⁶⁵ Respon yang tidak semestinya menunjukkan kemungkinan salah diagnosis, adanya defisiensi penyerta yang lain (misalnya asam folat, vitamin B12, thyroid), kondisi tertentu yang masih berlanjut (infeksi, perdarahan, malabsorpsi, penyakit hati / ginjal) atau ketidak taatan penderita. Bila setelah melampaui 3-4 minggu tidak ada respon, tidak dianjurkan melanjutkan pengobatan, sedang bila didapatkan respon seperti yang diharapkan, terapi dilanjutkan hingga hemoglobin mencapai harga normal dan ditambahkan lagi

waktu yang lebih lama untuk mengisi depo zat besi (minimal 2 bulan setelah hemoglobin normal).⁶⁶

2.8. Kebutuhan zat besi pada remaja putri.

Jumlah zat besi di dalam tubuh orang dewasa sehat adalah, kurang lebih sebanyak 4 gram. Sebagian besar (2,5 gram) berada di dalam sel-sel darah merah atau hemoglobin. Pada orang yang sehat, sebagian zat besi (1 gram) disimpan dalam jaringan terutama di dalam hati dalam bentuk berikatan dengan protein yang disebut ferritin.¹²

Untuk menjaga tubuh supaya tidak anemia, maka keseimbangan zat besi di dalam tubuh perlu dipertahankan. Keseimbangan disini diartikan bahwa jumlah zat besi yang dikeluarkan dari badan sama dengan jumlah zat besi yang diperoleh tubuh dari makanan.

Sel-sel darah merah berumur 120 hari, jadi sesudah 120 hari sel-sel darah merah mati, dan diganti dengan yang baru. Proses penggantian sel-sel darah merah lama dengan sel-sel darah merah yang baru disebut "turn over". Setiap hari "turn over" zat besi ini berjumlah 35 mg, tetapi tidak semuanya harus didapatkan dari makanan. sebagian besar yaitu sebanyak 34 mg didapat dari penghancuran sel-sel darah merah yang tua, yang kemudian disaring oleh tubuh untuk dapat dipergunakan lagi oleh sumsum tulang untuk pembentukan sel-sel darah merah baru. Hanya 1 mg zat besi dari penghancuran sel darah merah tua yang dikeluarkan

oleh tubuh melalui kulit, saluran pencernaan dan air kencing yang disebut sebagai kehilangan basal.⁵

Pada wanita, zat besi yang dikeluarkan dari badan lebih banyak dari laki-laki. Selain dari kehilangan basal, masih ada kehilangan lewat jalur lain. Setiap bulan wanita dewasa mengalami menstruasi, dan setiap periode menstruasi dikeluarkan zat besi rata-rata sebanyak 28 mg/ periode. Oleh karena menstruasi terjadi satu kali dalam satu bulan, maka rata-rata zat besi yang dikeluarkan adalah 1 mg / hari. Dengan demikian wanita mengeluarkan zat besi dari tubuhnya hampir duakali lebih banyak dari pada laki-laki dewasa.⁵

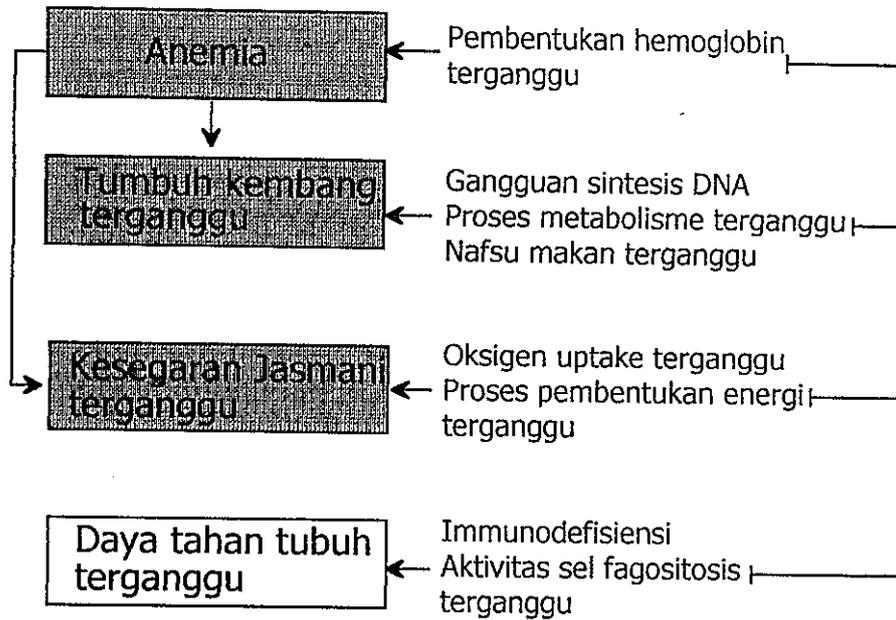
Jadi pada remaja putri terutama yang telah mengalami menstruasi membutuhkan zat besi relatif lebih tinggi, selain itu mereka juga sedang dalam masa tumbuh kembang yang cepat. Remaja putri dengan kekurangan besi akan mempunyai risiko pada masa hamil kelak bila kekurangan besinya berlanjut menjadi AKB. Risiko tersebut antara lain perdarahan setelah melahirkan, prematur, berat badan lahir rendah, sehingga kehamilan dengan AKB akan meningkatkan morbiditas baik pada ibu maupun bayinya.⁶⁷

BAB III

KERANGKA TEORI

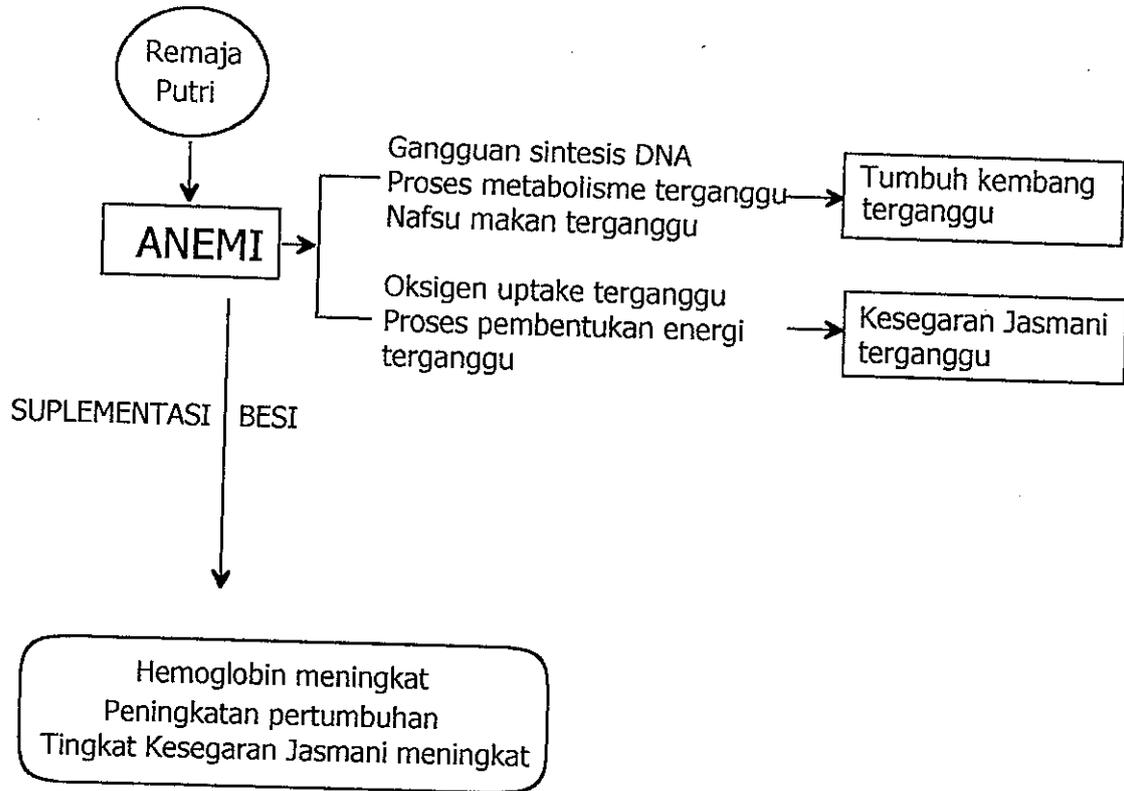


Gangguan fisiologis :



BAB IV

KERANGKA KONSEPTUAL



BAB V

METODE PENELITIAN.

4.1. Ruang Lingkup.

Penelitian ini dilakukan di SLTP 14 Kecamatan Semarang Timur Kodya Semarang selama 6 bulan.

4.2. Rancangan Penelitian.

Penelitian ini merupakan penelitian "Randomized Controled Trial / RCT" atau Penelitian Kendali Acak dengan menggunakan tabel acak. Peneliti, guru, siswi dan petugas yang memeriksa kadar hemoglobin dan indek kesegaran jasmani tidak mengetahui mana kapsul berisi zat besi maupun placebo ("Double-blind"). Sekelompok siswi SMP yang anemia secara acak dibagi menjadi dua group. Grup I diberikan Sulfas Ferosus dengan dosis 3 mg/kgBB seminggu sekali selama 12 minggu dan grup II diberikan plasebo sebagai kontrol. Masing-masing grup ini diukur peningkatan Hb, peningkatan pertumbuhannya dan tingkat kesegaran jasmaninya.

4.3. Populasi penelitian.

Penelitian dilaksanakan di SLTP 14 Kecamatan Semarang Timur Kodya Semarang suatu daerah dengan ketinggian tanah sekitar 50 - 100 m permukaan laut. Pemilihan daerah tersebut dengan asumsi daerah tersebut mempunyai

prevalensi anemia tinggi, objek penelitian ini diarahkan pada anak remaja wanita kelas I, II dan III.

Yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah siswi SLTP 14 yang anemia (Hemoglobin kurang dari 12 gr%). Setelah dilakukan skrining terhadap semua siswi, semua sampel dengan anemia dibagi dalam 2 kelompok secara acak untuk mendapatkan perlakuan.

Semua sampel harus mendapatkan persetujuan dari orang tuanya dengan menandatangani surat persetujuan. Tata cara penelitian ini mengikuti kode etik penelitian sesuai dengan Komite Penelitian pada Manusia Universitas Diponegoro Semarang.

4.4. Jumlah Sampel Penelitian.

Sampel akan dihitung dengan menggunakan formula :⁴

$$n = \frac{2SD^2(Z\beta + Z\alpha)^2}{\Delta^2}$$

dimana :

- n = jumlah sampel tiap group
- SD = Standar deviasi kadar Hb = 1.2 gram/dl
- Δ = selisih kadar Hb yang diharapkan setelah suplementasi Fe = 1 gram/dl
- Z α = 1,96 koresponding terhadap power 95%
- Z β = 1,645 koresponding terhadap 95 % selang kepercayaan

Sehingga didapatkan n = 37, bila diduga drop out 10 % maka n = 41 orang

4.5. Kriteria inklusi dan eksklusi

Kriteria inklusi :

1. Remaja putri Sekolah Menengah Pertama dengan kadar Hb < 12 g/dl
2. Anak tidak minum obat (vitamin atau formula) yang mengandung besi dalam 6 bulan terakhir.
3. Bersedia sebagai peserta penelitian

Kriteria eksklusi :

1. Anak dengan penyakit akut yang memerlukan perawatan RS atau penyakit kronis
2. Anak dengan hepatomegali dan atau splenomegali.
3. Anak dengan penyakit keganasan (tumor metastase, leukemia)
4. Kadar hemoglobin < 8 gr%

4.6. Cara kerja

Anak yang ikut dalam penelitian dilakukan pemeriksaan berat badan, tinggi badan dan kadar hemoglobin serta variabel lain yang di peroleh melalui kuesioner. Anak yang anemia diikutkan dalam penelitian serta dilakukan pengukuran tingkat kesegaran jasmani dengan metode Harvard Step Test yang sudah dimodifikasi.

Suplementasi zat besi yang dipakai dalam penelitian ini diberikan secara oral dengan dosis 3 mg elemental Fe/kgBB dalam bentuk Ferro-Sulfat seminggu sekali

selama 3 bulan. Dengan suplementasi zat besi tersebut diharapkan selain dapat memperbaiki kadar Hb juga dapat mengisi cadangan zat besi dalam tubuhnya.

Tablet besi dipuyerkan dan dimasukkan kedalam kapsul, sedangkan untuk kelompok kontrol / placebo diberikan puyer tepung dan dikemas dalam kapsul dengan ukuran dan warna yang sama dengan kapsul zat besi. Kapsul zat besi dan placebo diberikan oleh guru setelah pada jam istirahat setiap hari Senin, sehingga kepatuhan minum obat dapat diandalkan.

Peneliti, guru dan subjek penelitian tidak mengetahui kapsul mana yang berisi Ferro-Sulfat dan mana yang placebo.

Seluruh sampel tidak mendapatkan vitamin atau formula lain yang mengandung besi selama 3 bulan selain suplementasi besi yang diberikan dan dimonitor kadar Hemoglobin, Berat badan, Tinggi Badan serta Tingkat Kesegaran Jasmani pada akhir penelitian.

Akhir penelitian semua anak baik dari kelompok suplementasi maupun placebo yang masih menderita anemia akan diberikan suplementasi besi seminggu sekali selama 3 bulan.

4.7. Dalam penelitian ini dilakukan pemeriksaan dan pengukuran.

1. Pengukuran Tinggi Badan dan Berat Badan
2. Pemeriksaan Haemoglobin
3. Pengukuran Tingkat Kesegaran Jasmani
4. Penilaian status gizi

4.8. Alat / bahan pemeriksaan dan cara kerja.

4.8.1. Pengukuran tinggi badan.

Alat yang dipakai Microtois. Anak yang diukur lepas sepatu dan angka dibaca sampai milimeter.

4.8.2. Pengukuran Berat Badan

Alat yang dipakai timbangan Soehnle digital yang sudah distandarisasi dapat menimbang anak dengan kapasitas maksimum 130 kilogram dengan tingkat ketelitian 0,1 kilogram. Penimbangan dilakukan dengan lepas sepatu namun masih mengenakan pakaian seragam sekolah seminimal mungkin. Pembacaan Berat Badan dalam kilogram dan ons.

4.8.3. Pemeriksaan Hemoglobin.

Menggunakan metoda pengukuran fotometri. Alat yang dipakai adalah Cyanmethemoglobin- clinitone type 4010 yang distandarisasi, pembacaan dalam gram/dl. Darah yang diambil adalah darah tepi jari ke tiga atau keempat tangan kiri. Darah kapiler yang terkumpul dikirim ke Laboratorium RSUP Dr. Kariadi Semarang.

4.8.4. Pemeriksaan Tingkat Kesegaran Jasmani.

Menentukan tingkat Kesegaran Jasmani pada penelitian ini adalah dengan suatu tes yang dikenal sebagai "Harvard Step Test" yang telah dimodifikasi. Sesuai dengan aslinya metoda pengukuran kesegaran jasmani ini menggunakan bangku

dengan tinggi 20 inchi (52,6 cm) tetapi Edwin dkk (1998)⁵⁶ dengan suatu modifikasi ketinggian bangku 28 cm dapat digunakan untuk mengukur kesegaran jasmani untuk anak usia 12 tahun. Caranya adalah sebelum menjalankan tes semua subjek dilarang untuk melakukan kegiatan sama sekali. Pada saat tes subyek naik turun bangku selama 4 menit terus menerus dengan irama yang teratur atau sampai berhenti karena lelah dengan frekuensi 24 kali setiap menitnya kemudian diukur denyut nadi sebanyak 3 kali, ialah satu, dua dan tiga menit setelah melakukan tes (n1, n2 dan n3). Tiap kali menghitung denyut nadi selama 30 detik. Hasil dari hitungan ini akan diketahui indek kesegaran jasmani dengan rumus :⁵⁵

$$\text{indek kesegaran jasmani} : \frac{\text{waktu naik turun dalam detik}}{2 \times (n1 + n2 + n3)} \times 100$$

Penilaian :

- Kurang dari 55 maka kesegaran jasmani = kurang sekali
- 55 - 64 maka kesegaran jasmani = kurang
- 65 - 79 maka kesegaran jasmani = cukup
- 80 - 89 maka kesegaran jasmani = baik
- 90 atau lebih maka kesegaran jasmani = baik sekali

4.8.5. Status Gizi.

Status gizi diukur dengan menggunakan rumus Z-score, yang disebut juga dengan "Standar deviasi unit". Rumus ini pada umumnya digunakan dalam analisa data hasil survei, dan WHO menghitung Z-score terhadap rujukan NCHS.

Pertumbuhan normal untuk suatu populasi dinyatakan dalam plus dan minus 2SD unit dari median, yang termasuk hampir 98% dari orang-orang yang diukur berasal dari baku populasi. Penilaian status gizi berdasarkan Z-skore dilakukan dengan melihat distribusi normal kurva pertumbuhan seseorang. Nilai ini menunjukkan jarak nilai baku median dalam unit simpang baku dengan asumsi distribusinya normal. Z-score masing-masing individu dihitung dari pengukuran BB atau TB dibandingkan dengan distribusi baku rujukan.

Perhitungannya :^{68,69}

$$ZSci = \frac{(Xi-Mi)}{SBi}$$

Keterangan :

i = macam ukuran antropometri yang dipakai.

ZSci = nilai Z-score untuk nilai antropometri hasil ukur i

Xi = nilai antropometri hasil ukur i

Mi = nilai baku median untuk umur i dari pengukuran i (TBi atau BBi)

SBi = nilai simpang baku pada umur i dari pengukuran i (TBi atau BBi)

Selain itu status gizi diukur dengan menggunakan rumus Quetelet atau Indeks Masa Tubuh (IMT)^{68,69}

$$\text{IMT} = \frac{\text{BB (kg)}}{\text{TB}^2 \text{ (m)}}$$

IMT	< 15	= gizi buruk
	15 - 20	= gizi baik
	>20 - 25	= gizi lebih
	> 25	= obesitas

4.9. Identifikasi variabel.

Variabel pendahulu : jumlah Fe dalam makanan, absorpsi Fe, kebutuhan Fe, kehilangan darah

Variabel pengaruh : kadar hemoglobin

Variabel terpengaruh : status gizi, tingkat kebugaran

4.10. Definisi operasional.

Pertumbuhan.

Besarnya perubahan ukuran fisik seorang anak setelah akhir penelitian dibandingkan dengan hasil pengukuran pada awal penelitian. Dinilai dari berat badan (kilogram) serta tinggi badan (centimeter).

Anemia.

Suatu keadaan hemoglobin kurang dari normal sesuai dengan umur dan jenis kelamin. Pada penelitian ini dikatakan anemia bila kadar hemoglobin < 12 gm/dl.

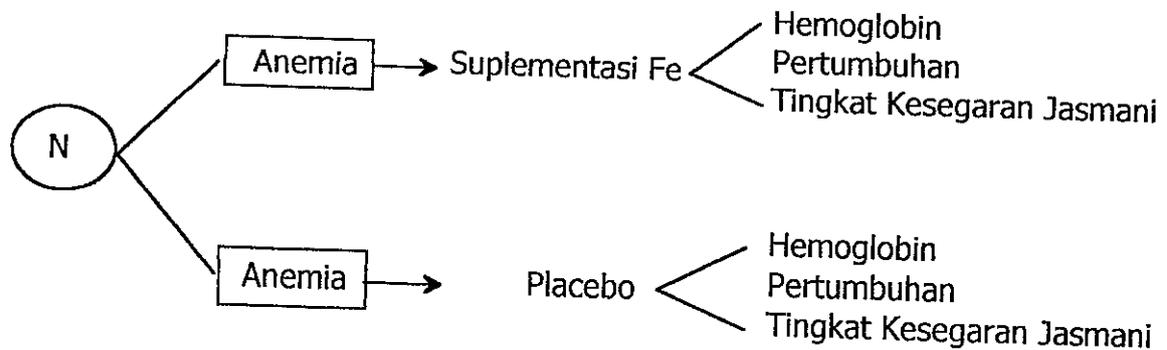
Suplementasi.

Istilah suplementasi digunakan pada pemberian sejumlah nutrient yang diberikan dalam bentuk medisinal, diberikan secara oral seminggu sekali.

Tingkat kesegaran jasmani.

Dasar pemeriksaan kesegaran jasmani ialah menghitung jumlah kerja selama waktu tertentu atau pemakaian oksigen maksimal tiap kilogram berat badan seseorang dibandingkan dengan frekuensi nadi. Pemakaian oksigen maksimal ini sesuai dengan kemampuan untuk menikmati stamina sedang, tanpa perasaan penderitaan. Pemakaian oksigen maksimal sesuai dengan kerja jantung dalam pelayanan oksigen yang dapat diikuti dari denyut nadi.

4.11. Alur Penelitian.



4.12 Pengolahan data dan analisa data

Data yang telah dikumpulkan di lapangan, kemudian diolah dengan mentabulasikan dan seterusnya dipindahkan kedalam tabelaris yang sesuai dengan kebutuhan analisa.

1. Student t test digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara kelompok suplementasi dengan kontrol/placebo dalam hal peningkatan hemoglobin, berat badan, tinggi badan dan indeks kesegaran jasmani.
2. Analisis varian untuk membandingkan diantara 2 kelompok, apakah ada pengaruh terhadap variabel lain akibat peningkatan hemoglobin.
3. Uji Kai kuadrat untuk mengetahui apakah ada perbedaan pada 2 kelompok suplementasi dan kontrol/placebo.

4.13 Jadwal Penelitian

Waktu yang diperlukan dalam penelitian ini adalah selama 6 (enam) bulan, yang terdiri dari 8 tahap, yaitu sebagai berikut :

Kegiatan Penelitian	Bulan ke					
	1	2	3	4	5	6
1. Persiapan	xxxx					
2. Skrining Hb		x				
3. Pre test : Tingkat kesegaran jasmani		x				
Status Gizi		x				
4. Suplementasi besi		xxx	xxxx	xxxx	x	
5. Post test : Hb					xxx	
Tingkat kesegaran jasmani					xxx	
Status Gizi					xxx	
6. Analisa data				xxxx	xxxx	
7. Penulisan Laporan hasil penelitian					xxxx	xxxx
8. Finalisasi dan pembahasan						xxxx

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan di SLTP 14 Kelurahan Palebon, Kecamatan Pedurungan, Kotamadya Semarang yang terletak di pinggiran kota termasuk lingkungan yang kumuh dengan rata-rata status ekonomi menengah. Pemeriksaan kadar hemoglobin dilakukan untuk skrining anemi terhadap 423 siswi, hasilnya didapatkan 219 siswi (52,1%) menderita anemia (kadar hemoglobin < 12 gr/dl) dengan rata-rata hemoglobin $11,14 \pm 0,57$ gr/dl. Prevalensi anemi pada anak SLTP 14 ini lebih tinggi dari angka nasional (42,7%).¹

Pengacakan dilakukan pada seluruh siswi anemi menjadi kelompok suplementasi besi dan placebo/kontrol, kemudian dilakukan pengukuran-pengukuran antropometri berat badan dan tinggi badan, tes kesegaran jasmani dan karakteristik lain melalui kuesioner.

Dari total jumlah sampel 219 anak, pada akhir penelitian didapatkan 21 anak *dropped out* karena beberapa hal : 3 orang sakit dan 12 orang tidak masuk karena izin pada saat pengambilan kadar hemoglobin ulangan dan pengukuran lainnya dan 6 orang menolak untuk melanjutkan penelitian. Sehingga secara keseluruhan 198 siswi ikut dalam penelitian ini dan terbagi menjadi 103 orang dalam kelompok suplementasi besi (S) dan sisanya 95 orang sebagai kelompok placebo/kontrol (P).

A. Karakteristik responden.

Karakteristik sampel pada awal penelitian digambarkan pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik sampel dari subjek pada awal penelitian.

Variabel	Suplementasi n = 103			Placebo / Kontrol n = 95			t	df	nilai p
	Mean \pm SD	Min	Maks	Mean \pm SD	Min	Maks			
BB (kg)	40,75 \pm 7,54	23,2	68,7	41,02 \pm 6,66	28,9	65,4	-0,266	196	0,791
TB (cm)	149,98 \pm 6,94	125,4	167,0	150,3 \pm 5,51	135,1	164,3	-0,363	196	0,717
Nadi istirahat	90,50 \pm 8,16	60	120	90,27 \pm 8,76	64	120	0,192	196	0,848
Nadi latihan	132,72 \pm 9,81	92	168	131,0 \pm 11,95	92	172	1,102	196	0,272
Index Kesegaran Jasmani	62,51 \pm 5,24	46,51	90,91	63,52 \pm 5,90	47,62	90,91	-1,259	196	0,210
z-score B3 // Umur (WAZ)	-1,07 \pm 0,91	-2,96	1,49	-1,13 \pm 0,79	-2,650	2,000	0,495	196	0,621
z-score TB // Umur (HAZ)	-1,32 \pm 0,99	-4,69	1,54	-1,35 \pm 0,72	-2,680	1,030	0,236	196	0,814
Indeks Masa Tubuh	18,09 \pm 3,02	11,72	29,93	18,12 \pm 2,54	14,63	29,46	-0,070	196	0,945
Umur dalam bulan	164,7 \pm 11,53	138	196	168,0 \pm 13,44	139	168	-1,843	196	0,06

Dari tabel 1 terlihat rata-rata berat badan kelompok S lebih rendah dibanding kelompok P (40,75 \pm 7,5 kg dan 41,02 \pm 6,6 kg) tetapi secara statistik perbedaan ini tidak bermakna (nilai $p = 0,79$).

Rata-rata tinggi badan untuk kelompok P lebih tinggi dibanding kelompok S (150,3 \pm 5,5 cm dan 149,97 \pm 6,9 cm) tetapi secara statistik perbedaan ini tidak bermakna.

Umur siswi pada kedua kelompok dari hasil uji statistik tidak ada perbedaan yang bermakna (nilai $p = 0,06$) walaupun umur rata-rata kelompok P lebih tua dibanding kelompok S (168 \pm 13,44 dan 164,73 \pm 11,53 bulan).

Status gizi kedua kelompok menurut standar NCHS BB/U dan TB/U serta indeks masa tubuh (IMT) adalah gizi baik (BB//U $-1,07 \pm 0,9$ dan $-1,13 \pm 0,79$; TB//U $-1,32 \pm 0,99$ dan $-1,35 \pm 0,7$; IMT $18,09 \pm 3,02$ dan $18,12 \pm 2,54$ pada kelompok S dan P berturut-turut).

Status gizi kelompok S baik BB//U maupun TB//U lebih baik dari pada kelompok P, tetapi perbedaan ini tidak bermakna (nilai $p = 0,621$ dan $0,814$).

Demikian juga untuk rata-rata nadi istirahat dan nadi latihan kedua kelompok tidak ada perbedaan (nilai $p = 0,84$ dan $0,27$). Indeks kesegaran jasmani untuk kedua kelompok tidak ada perbedaan yang bermakna dari hasil uji statistik walaupun rata-rata indeks kesegaran jasmani kelompok S lebih rendah dari kelompok P ($62,51 \pm 5,25$ dan $63,53 \pm 5,9$), nilai rata-rata indeks kesegaran jasmani kedua kelompok ini termasuk kurang.

Kemudian dilakukan analisis perbedaan juga pada kelompok P dan S terhadap variabel karakteristik lainnya. Hasilnya diringkaskan pada tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil uji beda antar variabel pada kedua kelompok perlakuan.

Variabel	Suplementasi		Placebo		Jumlah	%	x ²	df	nilai p
	Jml	%	Jml	%					
Sosial Ekonomi :									
Rendah	5	4,9	4	4,2	9	4,5	0,890	2	0,641
Menengah	55	53,4	45	47,4	100	50,5			
Tinggi	43	41,7	46	48,4	95	44,9			
Status menstruasi									
Belum	22	21,4	18	18,9	40	20,2	1,328	2	0,515
Sudah, tdk teratur	29	28,2	34	35,8	63	31,8			
Sudah, teratur	52	50,5	43	45,3	95	48,0			
Pekerjaan Ayah									
PNS	20	19,4	14	14,7	34	17,2	4,227	5	0,517
ABRI	4	3,9	4	4,2	8	4,0			
Swasta	56	54,4	57	60,0	113	57,1			
Tani	1	1,0	0	0,0	1	0,5			
Buruh	21	20,4	16	16,8	37	18,7			
Tdk bekerja	1	1,0	4	4,2	5	2,5			
Pekerjaan Ibu									
PNS	12	11,7	5	5,3	17	8,6	4,193	4	0,380
Swasta	18	17,5	14	14,7	32	16,2			
Tani	1	1,0	0	0,0	1	0,5			
Buruh	8	7,8	9	9,5	17	8,6			
Tdk bekerja	64	62,1	67	70,5	131	66,2			
Pendidikan Ayah									
Tdk sekolah	2	1,9	3	3,2	5	2,5	4,449	4	0,349
SD	35	34,0	20	21,1	55	27,8			
SLTP	17	16,5	21	22,1	38	19,2			
SLTA	37	35,9	38	40,0	75	37,9			
PT	12	11,7	13	13,7	25	12,6			
Pendidikan Ibu									
Tdk sekolah	5	4,9	5	5,3	10	5,1	1,924	4	0,750
SD	43	41,7	33	34,7	76	38,4			
SLTP	19	18,4	19	20,0	38	19,2			
SLTA	25	24,3	30	31,6	55	27,8			
PT	11	10,7	8	8,4	19	9,6			

Status sosial ekonomi (tabel 2) pada kelompok S paling banyak adalah dari golongan menengah (53,4%) sedangkan dari kelompok S dari golongan tinggi (48,4%) tetapi dari hasil uji statistik pada kedua kelompok berdasarkan status sosial

ekonomi tidak bermakna ($\chi^2 = 0,89$; $df = 2$; nilai $p = 0,64$). Status menstruasi pada kelompok S dan kelompok P paling banyak sudah menstruasi secara teratur (50,5 % dan 45,3 %), hasil uji statistik kedua kelompok berdasarkan status menstruasi tidak bermakna ($\chi^2 = 1,33$; $df = 2$; nilai $p = 0,52$).

Pekerjaan ayah pada kedua kelompok paling banyak adalah swasta (kelompok S 54,4 % dan kelompok P 60%) sedangkan pekerjaan ibu pada kedua kelompok paling banyak adalah tidak bekerja (kelompok S 62,1% dan kelompok P 70,5%). Hasil uji statistik pada kedua variabel ini menunjukkan hasil yang tidak bermakna; ($\chi^2 = 4,23$; $df = 5$; nilai $p = 0,52$) dan ($\chi^2 = 4,19$; $df = 4$; nilai $p = 0,38$). Pendidikan ayah pada kedua kelompok paling banyak berpendidikan SLTA (kelompok S 35,9 % dan kelompok P 40%) sedangkan pendidikan ibu yang paling banyak pada kedua kelompok ini adalah berpendidikan Sekolah Dasar (kelompok S 41,7% dan kelompok P 34,7%). Kedua variabel pendidikan ini baik pendidikan ayah maupun pendidikan ibu secara statistik tidak ada perbedaan yang bermakna ($\chi^2 = 4,45$; $df = 4$; nilai $p = 0,35$) dan ($\chi^2 = 1,92$; $df = 4$; nilai $p = 0,75$).

Dari perhitungan statistik diatas dapat dilihat bahwa variabel umur, berat badan, tinggi badan, nadi istirahat dan latihan, indeks kebugaran jasmani, status gizi berdasarkan BB//Umur (WAZ), TB//Umur (HAZ) sesuai kriteria NCHS, Indeks Masa Tubuh (IMT) dan umur pada awal penelitian tidak didapatkan perbedaan bermakna diantara 2 kelompok tersebut. Selain itu variabel pendidikan ayah, pendidikan ibu, pekerjaan ayah, pekerjaan ibu, status reproduksi, status sosial ekonomi tersebut diatas pada kedua kelompok tidak ada perbedaan yang bermakna hal ini

menunjukkan bahwa pembagian untuk 2 kelompok tersebut sebanding atau berasal dari kondisi dan keadaan yang secara statistik dianggap sama, sehingga diharapkan variabel tersebut tidak mempengaruhi hasil penelitian.

B. Analisis perubahan variabel pada dua kelompok setelah intervensi.

Setelah dilakukan intervensi selama 12 minggu terhadap kedua kelompok penelitian didapatkan perubahan dari beberapa variabel penelitian yang hasilnya diringkaskan pada tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Ringkasan hasil uji statistik dengan *t-test* antara dua kelompok penelitian (suplementasi besi dan placebo/kontrol) terhadap variabel penelitian.

Variabel	Suplementasi Mean \pm sd	Placebo Mean \pm sd	nilai t	df	nilai p
Perubahan kadar HB	1,72 \pm 0,66	-0,17 \pm 0,81	18,192	196	0,0001*
Perubahan Berat Badan	1,82 \pm 2,23	2,18 \pm 2,14	-1,172	196	0,243
Perubahan Tinggi Badan	1,89 \pm 1,90	1,74 \pm 1,63	0,623	196	0,534
Perubahan Indeks Kesegaran Jasmani	5,28 \pm 8,70	2,71 \pm 8,46	2,102	196	0,037*
Perubahan BB/U (WAZ)	0,22 \pm 0,28	0,26 \pm 0,27	-0,971	196	0,333
Perubahan TB/U (HAZ)	0,28 \pm 0,28	0,26 \pm 0,24	0,608	196	0,544
Perubahan IMT	0,34 \pm 1,11	0,53 \pm 1,12	-1,166	196	0,245

* bermakna, ($\alpha = 0,05$)

a. Kadar hemoglobin.

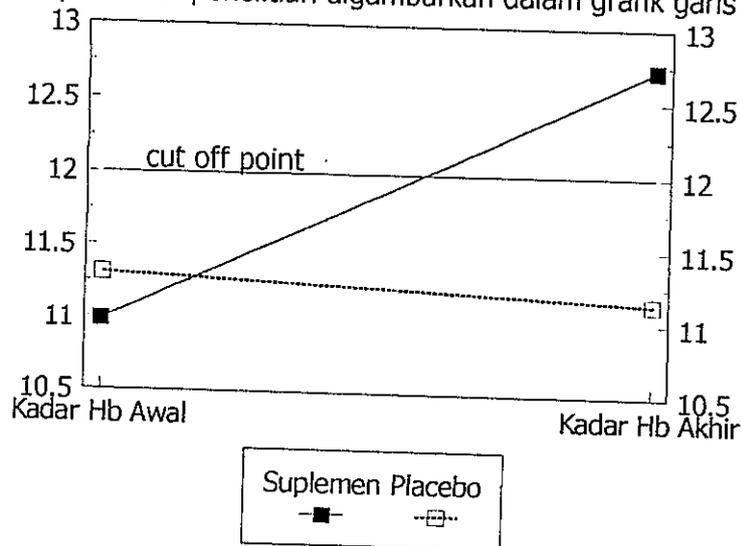
Pada kelompok S, kadar hemoglobin mengalami kenaikan rata-rata sebesar 1,72 \pm 0,66 gr% (tabel 3), sedangkan pada kelompok P rata-rata kadar hemoglobin

malahan mengalami penurunan - 0,17 + 0,8 gr%. Uji statistik dengan menggunakan uji t menunjukkan ada perbedaan yang bermakna (p= 0,001) antara kedua kelompok (tabel 3).

Walaupun suplementasi besi mingguan masih kontroversi ²⁷ hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian-penelitian terdahulu yang membuktikan bahwa suplementasi besi cukup diberikan seminggu sekali pada anak^{17,61,62,70} serta pada remaja wanita ^{26,29,30,66} maupun pada wanita hamil ^{67,71} atau wanita pekerja tidak hamil ^{28,58,72} dapat meningkatkan kadar hemoglobin. Pada penelitian-penelitian tersebut diterangkan bahwa suplementasi besi setiap hari akan mengurangi absorpsi untuk hari-hari berikutnya sesudah absorpsi permulaan, sedangkan suplementasi besi secara intermiten kadar besi yang diabsorpsi akan tetap tinggi. Pada penelitian ini seluruh siswi yang anemi setelah pemberian suplementasi besi kadar hemoglobin seluruhnya mengalami peningkatan. Berarti pada kelompok ini anemia memang disebabkan kekurangan besi, bukan disebabkan oleh sebab yang lain. Hal ini sesuai dengan Oski (1993)⁷³ dengan terapi percobaan pada penderita anemia dengan sulfas ferosus sebanyak 3 mg/kgBB besi elemental, dan bila terjadi peningkatan kadar hemoglobin yang bermakna, maka anemia pada anak tersebut disebabkan oleh anemia kekurangan besi.

Dengan suplementasi besi mingguan didapatkan efek yang menguntungkan antara lain praktis, aman, efektif dan merupakan cara yang murah untuk meningkatkan status zat besi.⁶⁶

Untuk lebih jelasnya perbandingan kadar hemoglobin pada kedua kelompok baik pada awal maupun akhir penelitian digambarkan dalam grafik garis sebagai berikut.



Gambar 1. Perubahan kadar hemoglobin pada 2 kelompok pada awal dan akhir penelitian

Pada gambar 1 terlihat jelas bahwa rata-rata kadar hemoglobin akhir pada kelompok S meningkat jauh melebihi rata-rata kadar hemoglobin awal pada kelompok suplementasi maupun kelompok placebo.

b. Pertumbuhan.

Pada kedua kelompok di akhir penelitian terjadi perubahan berat badan, pada kelompok P rata-rata perubahan berat badan $2,18 \pm 2,139$ kg sedangkan pada kelompok S rata-rata perubahan berat badan $1,82 \pm 2,23$ kg. Walaupun perubahan rata-rata berat badan tersebut lebih banyak pada kelompok P, ternyata dari uji statistik dengan menggunakan uji-t kedua kelompok ini tidak ada perbedaan yang bermakna (nilai $p = 0,24$) antara kedua kelompok.

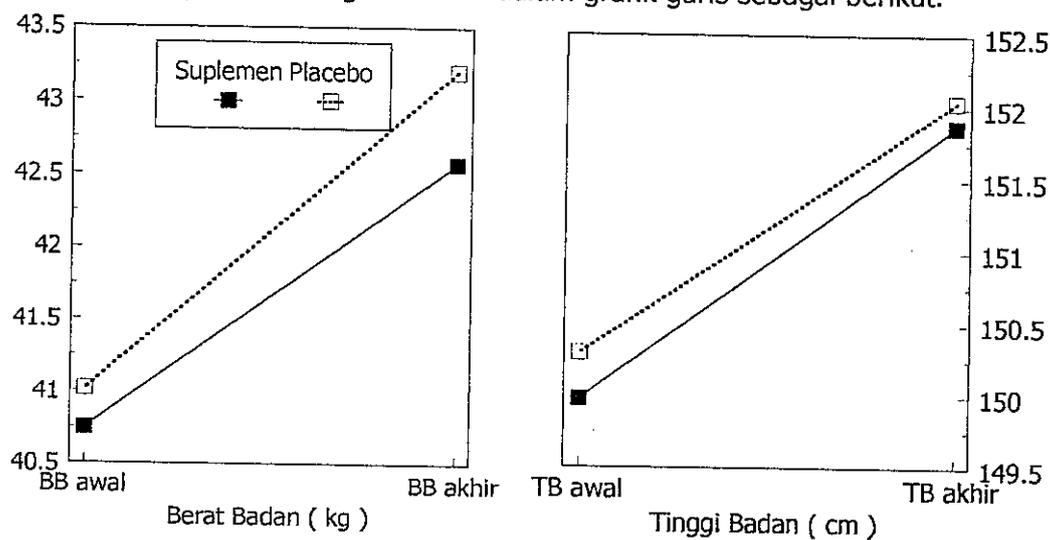
Perubahan z-score untuk berat badan terhadap umur (BB//U) sesuai kriteria NCHS pada kedua kelompok penelitian ini adalah $-0,22 \pm 0,28$ untuk kelompok S dan $-0,26 \pm 0,27$ pada kelompok P, hasil uji statistik dengan menggunakan uji-t tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna (nilai $p = 0,33$). Demikian juga perubahan tinggi badan pada kedua kelompok tidak ada perbedaan yang bermakna (nilai $p = 0,53$) walaupun pada kedua kelompok didapatkan peningkatan rata-rata tinggi badan sebesar $1,89 \pm 1,9$ cm pada kelompok S dan kelompok P sebesar $1,74 \pm 1,63$ cm. Sedangkan perubahan z-score rata-rata tinggi badan terhadap umur pada kelompok S sebesar $-0,28 \pm 0,28$ dan $-0,26 \pm 0,24$ pada kelompok P, perubahan rata-rata pada kedua kelompok tersebut tidak bermakna (nilai $p = 0,544$). Ukuran pertumbuhan lain yaitu indeks masa tubuh (IMT) pada kedua kelompok juga tidak didapatkan perbedaan yang bermakna (nilai $p = 0,25$), kedua kelompok terjadi peningkatan rata-rata IMT sebesar $0,34 \pm 1,1$ pada kelompok S dan $0,53 \pm 1,12$ pada kelompok P (tabel 3). Hasil ini sesuai dengan penelitian Rahman dkk (1999)⁴¹ yang dilakukan di Banglades terhadap 250 anak usia 6-71 bulan yang dibagi dalam dua kelompok yang mendapatkan 125 mg syrup besi dan placebo selama 1 tahun. Pada akhir penelitian tidak ditemukan perbedaan yang bermakna perubahan berat badan maupun tinggi badan pada kedua kelompok atau Pollit (1999)¹¹ pada anak AKB usia prasekolah dan usia sekolah juga tidak didapatkan pengaruh suplementasi besi terhadap pertumbuhan.

Tetapi penelitian lain mendapatkan hasil yang berbeda, penelitian yang dilakukan oleh Idjradinata (1993)⁷⁴ (1994)⁷⁵, Aukett (1986)¹⁸, Chwang dkk (1988)²⁰,

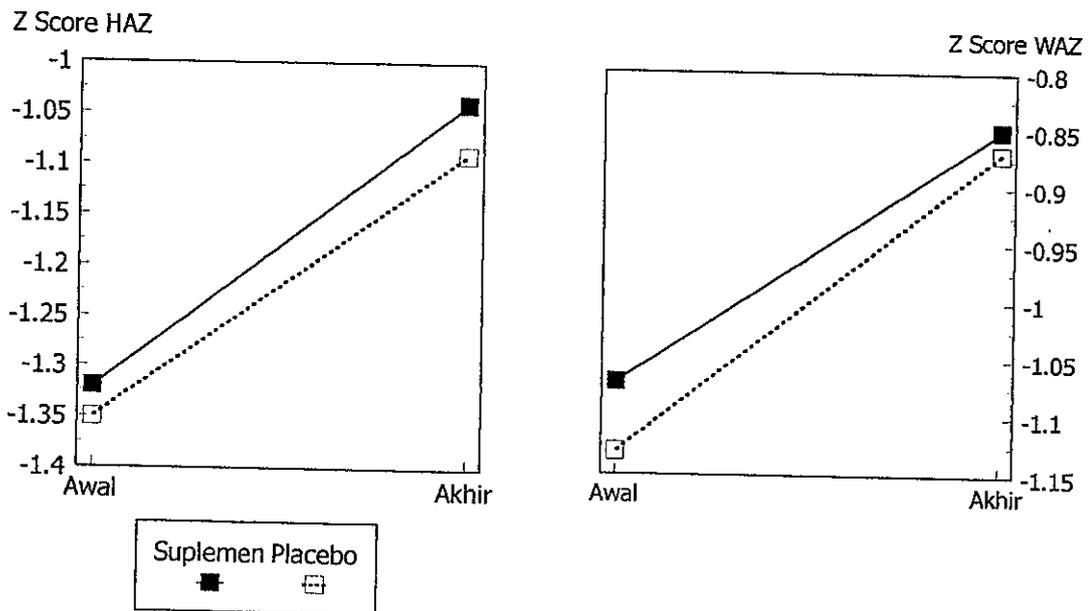
Lozoff (1982)⁷⁶(1996)⁷⁷ (2000)⁸ dan Lawless dkk (1994)⁴⁹, menunjukkan peningkatan pertumbuhan pada subjek penelitiannya setelah suplementasi besi.

Penelitian Soemantri dkk (1997)¹⁷ yang dilakukan pada 97 anak SD dengan kadar Hb < 12 g/dl, dibagi menjadi 2 kelompok yang diberikan suplementasi besi harian serta mingguan selama 12 minggu, pada akhir penelitian menemukan peningkatan kadar hemoglobin dan peningkatan pertumbuhan BB/U dan TB/U. Penelitian lain di Kenya oleh Latham dkk (1990)²² terhadap 55 anak SD yang dibagi dalam 2 kelompok suplementasi besi dan placebo selama 32 minggu pada akhir penelitian didapatkan peningkatan yang bermakna pada kelompok suplementasi besi dibanding kelompok placebo pada berat badan, BB/TB, lingkaran lengan atas dan ketebalan lipatan kulit.

Untuk lebih jelasnya perbandingan perubahan berat badan dan BB/U maupun perubahan tinggi badan dan TB/U pada kedua kelompok baik pada awal maupun akhir penelitian digambarkan dalam grafik garis sebagai berikut.



Gambar 2. Perubahan berat badan dan tinggi badan pada ke 2 kelompok.



Gambar 3. Perubahan HAZ dan WAZ pada ke 2 kelompok.

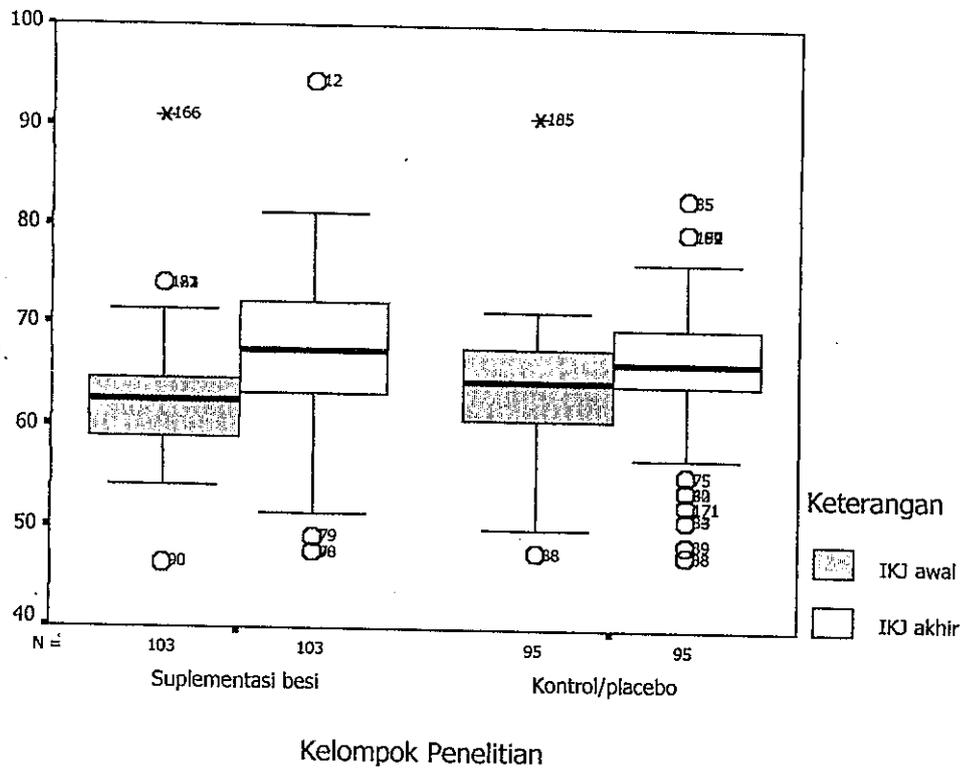
Pada gambar 2 dan 3 tampak bahwa pada kedua kelompok didapatkan kenaikan rata-rata baik Berat Badan, BB/U maupun Tinggi Badan dan TB/U

c. Indek Kesegaran Jasmani.

Pada akhir penelitian pada kelompok S, mengalami kenaikan rata-rata indek kesegaran jasmaninya sebesar $5,28 \pm 8,70$, sedangkan pada kelompok P kenaikan rata-rata indek kesegaran jasmani sebesar $2,71 \pm 8,46$. Uji statistik dengan menggunakan uji t menunjukkan ada perbedaan yang bermakna (nilai $p = 0,037$) antara kedua kelompok. Hasil ini sesuai dengan penelitian Hinton dkk (2000)⁶ yang dilakukan terhadap 44 wanita deplesi besi tanpa anemi yang dibagi dalam 2 kelompok yaitu yang mendapat suplementasi besi selama 6 minggu dan kelompok placebo, selama penelitian mereka berlatih 15 kilometer sepeda ergometer selama

30 menit tiap hari, 5 hari perminggu hingga mencapai 75-80 % denyut nadi maksimum. Pada akhir penelitian terjadi peningkatan waktu tempuh 15 km dan ratio pertukaran respirasi secara bermakna dibanding kelompok placebo. Hal tersebut membuktikan bahwa keadaan deplesi besi tanpa anemi dapat menyebabkan terganggunya adaptasi latihan aerobik. Hubungan anemia dengan produktivitas kerja telah dibuktikan oleh Karyadi D (1985)³⁴ dengan pemberian tablet besi terhadap penyadap karet. Hasilnya menunjukkan bahwa pemberian tablet besi meningkatkan produktivitas. Salah satu fungsi zat besi adalah membawa O₂ ke jaringan. Di dalam jaringan O₂ dipakai untuk proses pembakaran zat gizi menjadi tenaga. Bila zat besi tidak cukup tersedia maka secara tak langsung tenagapun akan berkurang.

Untuk lebih jelasnya perbandingan perubahan indek kesegaran jasmani pada kedua kelompok baik pada awal maupun akhir penelitian digambarkan dalam boxplot sebagai berikut.



Gambar 4. Perubahan indeks kesegaran jasmani pada ke 2 kelompok sebelum dan sesudah penelitian

Pada gambar 4 tampak perubahan rata-rata indeks kesegaran jasmani pada kelompok suplementasi lebih banyak dibanding kelompok placebo.

Tabel 4. Hasil uji korelasi antara variabel penelitian terhadap peningkatan hemoglobin pada kelompok suplementasi besi.

Variabel	n	r	nilai p
Berat Badan akhir	103	0,028	0,775
Perubahan Berat Badan	103	0,063	0,530
Tinggi badan akhir	103	-0,010	0,918
Perubahan Tinggi Badan	103	-0,044	0,656
Indek Kesegaran Jasmani akhir	103	0,042	0,670
Perubahan Indek Kesegaran Jasmani	103	0,242	0,014 *
WAZ akhir	103	0,071	0,477
Perubahan WAZ (BB//U (NCHS))	103	-0,054	0,590
HAZ akhir	103	0,034	0,735
Perubahan HAZ (TB/U (NCHS))	103	0,043	0,667
IMT akhir	103	0,035	0,726
Perubahan IMT	103	0,084	0,400

* bermakna ($\alpha = 0,05$)

Dengan menggunakan uji statistik korelasi dua variabel terhadap pengaruh perubahan kadar hemoglobin untuk kelompok S ternyata didapatkan perbedaan yang bermakna antara perubahan kadar hemoglobin terhadap perubahan indeks kesegaran jasmani walaupun pengaruh ini sangat kecil ($r = 0,242$; nilai $p = 0,014$), sedangkan untuk variabel lain tidak didapatkan perbedaan yang bermakna (nilai $p > 0,05$).

Hal ini dapat diterangkan oleh penelitian Short dan Sedlock (1997)⁴⁸ bahwa pembentukan energi aerob dibutuhkan sejumlah oksigen yang cukup besar untuk melayani kebutuhan pembentukan energi. Haemoglobin berfungsi sebagai

pengangkut oksigen ke jaringan-jaringan, sehingga dengan peningkatan kadar hemoglobin maka pelayanan keperluan oksigen untuk pembentukan energi lebih besar.

Pada akhir penelitian tidak didapatkan keluhan subjek penelitian akibat intervensi. Hal ini sesuai dengan penelitian Tee (1999)⁶⁶ bahwa suplemetasi besi mingguan sangat praktis, aman, efektif dan murah.

Tabel 5. Iktisar hasil pengukuran variabel pada awal dan akhir penelitian pada kedua kelompok

Variabel	Suplementasi Besi n = 103			Kontrol / placebo n = 95		
	Mean \pm SD	Min	Maks	Mean \pm SD	Min	Maks
Berat Badan awal	40,75 \pm 7,54	23,2	68,7	41,02 \pm 6,66	28,9	65,4
Berat Badan akhir	42,57 \pm 7,36	25,5	66,7	43,20 \pm 6,98	28,6	69,3
Perubahan Berat Badan	1,82 \pm 2,23			2,18 \pm 2,14		
Tinggi Badan awal	149,98 \pm 6,94	125,4	167,0	150,30 \pm 5,51	135,1	164,3
Tinggi Badan akhir	151,87 \pm 6,45	126,7	167,9	152,04 \pm 4,81	140,5	165,0
Perubahan Tinggi Badan	1,89 \pm 1,90			1,74 \pm 1,63		
Indek Kesegaran Jasmani awal	62,51 \pm 5,25	46,51	90,91	63,52 \pm 5,90	47,62	90,91
Indek Kesegaran Jasmani akhir	67,81 \pm 7,62	47,62	94,49	66,24 \pm 6,94	47,43	82,76
Perubahan indeks kesegaran jasmani	5,28 \pm 8,70			2,71 \pm 8,46		
Kadar hemoglobin awal	10,99 \pm 0,53	10,00	11,98	11,31 \pm 0,56	9,58	11,99
Kadar hemoglobin akhir	12,72 \pm 0,78	11,10	14,90	11,14 \pm 0,93	6,60	12,70
Perubahan kadar hemoglobin	1,72 \pm 0,66			-0,17 \pm 0,81		
BB/U awal (WAZ)	-1,07 \pm 0,91	-2,96	1,49	-1,131 \pm 0,79	-2,65	2,00
BB/U akhir (WAZ)	-0,85 \pm 0,67	-2,63	1,66	-0,87 \pm 0,79	-2,31	2,34
Perubahan WAZ	0,22 \pm 0,28			0,26 \pm 0,27		
TB/U awal (HAZ)	-1,32 \pm 0,99	-4,69	1,54	-1,35 \pm 0,72	-2,68	1,03
TB/U akhir (HAZ)	-1,04 \pm 0,98	-4,50	1,67	-1,09 \pm 0,67	-2,37	1,23
Perubahan HAZ	0,28 \pm 0,28			0,26 \pm 0,24		
IMT awal	18,09 \pm 3,02	11,72	29,93	18,12 \pm 2,54	14,63	29,46
IMT akhir	18,43 \pm 2,83	13,19	29,43	18,64 \pm 2,58	14,49	29,33
Perubahan IMT	0,34 \pm 1,11			0,53 \pm 1,12		

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

- 6.1.1. Prevalensi anemi pada siswi SLTP 14 Semarang tinggi.
- 6.1.2. Suplementasi besi mingguan selama 12 minggu pada siswi SLTP 14 Semarang meningkatkan kadar hemoglobin secara bermakna serta tidak ditemukan efek samping.
- 6.1.3. Suplementasi besi mingguan selama 12 minggu pada siswi SLTP 14 Semarang meningkatkan indek kesegaran jasmani secara bermakna.
- 6.1.4. Tidak didapatkan perbedaan peningkatan pertumbuhan pada kelompok suplementasi besi dibanding kelompok placebo setelah suplementasi besi.

Penelitian ini masih perlu dikaji dengan penelitian yang lebih komprehensif antara lain dengan diperiksanya status dan cadangan zat besi disamping itu perlu ditambahkan kelompok non-anemi yang diperlakukan sama sebagai kelompok suplementasi besi dan placebo. Hal lain perlu ditambahkan pemeriksaan indek kesegaran jasmani dengan cara uji latih paru jantung dengan pengukuran ambilan oksigen maksimal (VO_{2max}), pengeluaran karbon dioksida (VCO_2) dan ventilasi semenit (VE) menggunakan jentera lari maupun sepeda ergometer.

6.2. Saran

- 6.2.1 Perlu penelitian lebih lanjut dengan memakai kontrol anak yang non-anemi untuk melihat pengaruh terhadap pertumbuhan dan indek kesegaran jasmani setelah suplementasi besi.
- 6.2.2. Perlu penelitian lebih lanjut dengan instrumen maupun metodologi yang lebih baik sehingga didapatkan hasil yang lebih akurat.
- 6.2.3. Perlu pengawasan lebih lama khususnya terhadap kelompok placebo, apakah penurunan kadar kemoglobin akan bertambah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jalal F, Atmojo SM. Peranan fortifikasi dalam penanggulangan masalah kekurangan zat gizi mikro. Dalam Winarno FG, Tsauri S, Soekirman, Sastrapradja DS, Soegiarto A, Wirakartakusumah MA. et al. Prosiding Widyakarya Nasional pangan dan gizi VI. Jakarta, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 1998.
2. Agusman IS. Deteksi dan intervensi dini penyimpangan tumbuh kembang akibat defisiensi zat gizi. Disampaikan dalam Pendidikan Kedokteran Berkelanjutan Ilmu Kesehatan Anak XXXVII. Jakarta, 21-23 November 1996.
3. Iriani D. Anemia Defisiensi Besi. Dalam: Sastroasmoro S, Noerhamzah W; (penyunting). Buku kumpulan Sajian Kasus Pediatri. Jakarta. Bagian Ilmu Kesehatan Anak FKUI-RSCM, 1996;268-77.
4. The HKI/GOI. High prevalence of anemia among young children in urban and rural areas. Indonesia crisis bulletin Yr2 Iss 1 (January 2000).
5. Husaini MA. Study nutritional anemia an assessment of information compilation for supporting and formulating national policy and programme. Laporan hasil penelitian, 1988/1989. Jakarta.
6. Hinton PS, Giordano C, Brownlie T, Haas JD. Iron supplementation improves endurance after training iron-depleted, non anemic women. *J Appl Physiol* 2000;88:1103-11
7. Li R, Chen X, Yan H, Duerenberg P, Garby L, Hautvast J. Functional consequences of iron supplementation in iron deficient female cotton mill workers in Beijing, China. *Am J Clin Nutr* 1994;59:908-13.
8. Lozoff B, Jimenez E, Hagen J, Mollen E, Wolf AW. Poorer behavior and developmental outcome more than 10 years after treatment for iron deficiency in infancy. *Pediatrics* 2000;105(4) Available from URL:[http:// www.pediatrics.org/cgi/content /full/105/4/e51](http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/105/4/e51).
9. Bruner AB, Joffe A, Duggan AK, Casella JF, Brandt J. Randomised study of cognitive effects of iron supplementation in non-anaemic iron-deficient adolescent girls. *Lancet* 1996;348:992-6.
10. Hurtado EK, Claussen AH, Scott KG. Early childhood anemia and mild or moderate mental retardation. *Am J Clin Nutr* 1999;69:115-9.
11. Pollitt E. Early iron deficiency anaemia and later mental retardation. *Am J Clin Nutr* 1999;69:4-5.
12. Oski FA. The nonhematologic manifestations of iron deficiency. *Am J Dis Chil* 1979;133:315-22

13. Walter T. Early and long-term effect of iron deficiency anemia on child development. In: Fomon SJ, Zlotkin S. eds. *Nutritional Anemia*. Nestle Nutrition Workshop Series. New York. Nestec Ltd., Vevey/Raven Press. Ltd. 1992.p.81-92.
14. Kuvibidila S, Baliga SB, Suskind RM. Consequences of iron deficiency on infection and immunity. In Lebenthal E. ed. *Textbook of Gastroenterology and Nutrition in Infancy*. New York, Raven Press Ltd. 1989.
15. Mukarawa H, Bland CE, Willis WT, Dallman PR. Iron deficiency and neutrophil function: Different rates of correction of the depression in oxidative burst and myeloperoxidase activity after iron treatment. *Blood* 1987;69:1464-68.
16. Strauss RG. Iron deficiency, infection, and immune function: a reassessment. *Am J Clin Nutr* 1978;31:660-6.
17. Soemantri AG, Hapsari DE, Susanto JC. dkk. Daily and weekly iron supplementation and physical growth of school age Indonesian children. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 1997;28 Suppl 2:69-74.
18. Aukett MA, Parks JA, Scott PH, Wharton BA. Treatment with iron increases weight gain and psychomotor development. *Arc J Dis Child*.1986;61:849-57
19. Adish AA, Esrey SA, Gyorkos TW, Jean-Baptiste J, Rojhani A. Effect of consumption of food cooked in iron pots on iron status and growth of young children: a randomised trial. *Lancet* 1999;353:712-6.
20. Chwang L, Soemantri AG, Pollit E. Iron supplementation and physical growth of rural Indonesia children. *Am J Clin Nutr* 1988;47:496-501
21. Hautvast JLA, Tolboom JJM, Kafwembe EM, Musonda RM, Mwanakasale V, van Staveren AW, et al. Severe linear growth retardation in rural Zambian children: the influence of biological variables. *Am J Clin Nutr* 2000;71:550-9.
22. Latham MC, Stephenson LS, Kinoti SN, Zaman MS, Jurz KM. Improvements in growth following supplementation in young Kenyan school children. *Nutrition* 1990;6:159-65.
23. Lawless JW, Latham MC, Stephenson LS, Kinoti SN, Pertet AM. Iron supplementation improves appetite and growth in anemic Kenyan Primary School children. *J Nutr* 1994;124:645-54.
24. Kanani SJ, Poojara R. Supplementation with iron and folic acid enhances growth in adolescent Indian girls. *J Nutr* 2000;130:4525-55.
25. Soemantri AG. Hubungan anemia kekurangan zat besi dengan konsentrasi dan prestasi belajar. Tesis Doktor. FK Undip, Semarang, 1978

26. Thu BD, Schultink W, Dillon D, Gross R, Leswara ND, Khoi HH. Effect of daily and weekly micronutrient supplementation on micronutrient deficiencies and growth in young Vietnamese children. *Am J Clin Nutr* 1999;69:80-6.
27. Beard JL. Weekly iron intervention: the case for intermittent iron supplementation. *Am J Clin Nutr* 1998;68:209-12.
28. Cook JD, Reddy MB. Efficacy of weekly compared with daily iron supplementation. *Am J Clin Nutr* 1995;62:117-20.
29. Zavaleta N, Respicio G, Garcia T. Efficacy and acceptability of two iron supplementation schedules in adolescent school girls in Lima, Peru. *J Nutr* 2000;130(2s Suppl) :462s-464s.
30. Angeles-Agdepa I, Schultink W, Sastroamidjojo S, Gross R, Karyadi D. Weekly micronutrient supplementation to build iron stores in female Indonesian adolescent. *Am J Clin Nutr* 1997;66:177-83.
31. Frewin R, Henson A, Provan D. ABC of clinical haematology: Iron deficiency anaemia. *Brit Med J* 1997;314:360.
32. Husaini MA, Karyadi D, Gunadi H. Evaluation of nutritional anaemia intervention among anaemia female workers on tea plantation. In Halberg L, Scrimshaw NS eds, *Iron deficiency and work performance. The Nutritional foundation, Washington DC, 1983:73-8*
33. Suhardjo. Pengaruh intervensi besi terhadap produktivitas kerja pemetik teh. Tesis Doktor. Fakultas Pasca Sarjana, IPB, Bogor, 1986.
34. Karyadi D. Pengaruh perbaikan kesehatan terhadap produktivitas kerja. *Gizi Indonesia* 1985;X:1-13
35. Soemantri AG, Pollit E, Kim I. Iron deficiency anemia and educational achievement. *Am J Clin Nutr* 1985;42:1221-8.
36. Dallman PR. Changing iron needs from birth through adolescence. In: Fomon SJ, Zlotkin S. eds. *Nutritional Anemia. Nestle Nutrition Workshop Series. New York. Nestec Ltd., Vevey/Raven Press. Ltd. 1992.p.29-38.*
37. Cook JD, Skikne BS, Baynes RD. Screening strategies for nutritional iron deficiency. In: Fomon SJ, Zlotkin S. eds. *Nutritional Anemia. Nestle Nutrition Workshop Series. New York. Nestec Ltd., Vevey/Raven Press. Ltd. 1992;159-68.*
38. MacPhail P, Bothwell H. The prevalence and causes of nutritional iron deficiency anemia. In: Fomon SJ, Zlotkin S. eds. *Nutritional Anemia. Nestle Nutrition Workshop Series. New York. Nestec Ltd., Vevey/Raven Press. Ltd. 1992:1-12.*
39. Kodyat BA. Masalah gizi masyarakat dan program penanggulangannya. Dalam : Samsudin, Nasa SR, Sjarif DR. eds. *Naskah lengkap Pendidikan Kedokteran Berkelanjutan Ilmu Kesehatan Anak XXXV : Masalah Gizi Ganda dan Tumbuh Kembang Anak, Jakarta, Binarupa Aksara, 1995.*

40. Pollit E, Soemantri AG, Yunis F, Scrimshaw NS. Cognitive effect of iron deficiency anemia. *Lancet* 1985;1:158-65.
41. Rahman MM, Akramuzzaman SM, Mitra AK, Fuchs GJ, Mahalanabis D. Long-term supplementation with iron does not enhance growth in malnourished Bangladeshi children. *J Nutr* 1999;129:1319-22.
42. Husaini MA, Karyadi D. Iron deficiency, physical activity and work performance. *Gizi Indonesia* 1985;X:129-39
43. Karyadi D. Hubungan ketahanan fisik dengan keadaan gizi dan Anemia gizi besi. Tesis Doktor. Universitas Indonesia, Jakarta, 1974.
44. Viteri FE, Torun E. Anaemia and physical work capacity. *Clin Haematol* 1974;3:609-29
45. Basta SS, Soekirman Karyadi D, Scrimshaw S. Iron deficiency anemia and the productivity of adult males in Indonesia. *Am J Clin Nutr* 1979;32:916-25.
46. Gardner GW, Edgerton VR, Senewiratne B, Barnard RJ, Ohira Y. Physical work capacity and metabolic stress in subjects with iron deficiency anemia. *Am J Clin Nutr* 1977;30:910-7
47. Goran MI, Gower BA, Nagy TR, Johnson RK. Developmental changes in energy expenditure and physical activity in children: evidence for a decline in physical activity in girls before puberty. *Pediatrics* 1998;101:887-91.
48. Short KR, Sedlock DA. Excess postexercise oxygen consumption and recovery rate in trained and untrained subjects. *J Appl Physiol* 1997;83:153-9.
49. Koskolou MD, Roach RC, Calbet JAL, Radeigan G, Saltin B. Cardiovascular responses to dynamic exercise with acute anemia in humans. *Am J Physiol* 1997;273: H1787-93.
50. Moon JK, Butte NF. Combined heart rate and activity improve estimates of oxygen consumption and carbon dioxide production rates. *J Appl Physiol* 1996;81: 1754-61.
51. Rowland T, Goff D, DeLuca P, Popowski B. Cardiac effect of a competitive road race in trained child runners. Available from URL:<http://pediatrics.org/cgi/content/full/100/3/e2>.
52. Nevill AM, Holder RL, Baxter-Jones A, Round JM, Jones DA. Modeling developmental changes in strength and aerobic power in children. *J Appl Physiol* 1998;84:963-70.
53. Richardson RS, Tagore K, Haseler LJ, Jordan M, Wagner PD. Increased $\text{Vo}_{2\text{max}}$ with right shifted Hb-O₂ dissociation curve at a constant O₂ delivery in dog muscle in situ. *J Appl Physiol* 1998;84:995-1002.
54. Fagenbaum AD, Wescott WL, Loud RL, Long C. The effect of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics* 1999;104. Available from URL:<http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/104/1/e5>.

55. Astrand P, Rodahl K. Textbook of work physiology, physiological bases of exercise. 3th edition. New York, McGraw-Hill Book Company, 1986
56. Edwin, Mardyanto Y, Purwoko Y, Pudjonarko D. Modifikasi "Harvard Step Test" siswa sekolah dasar (usia 8-12 tahun). Media Medika Indonesiana 1999;34:41-4.
57. Scrimshaw NS. Frequency, cause, and significance of iron deficiency for the children of central Asia. International Child Health: A digest of current information. International Pediatric Association publication in collaboration with UNICEF and WHO. 1998;IX:47-60.
58. Gross R, Schultink W, Juliawati. Treatment of anaemia with weekly iron supplementation. (Letter). The Lancet 1994;344:821.
59. Lund EK, Wharf SG, Fairweather-Tait SJ, Johnson IT. Oral ferrous sulfate supplement increase the free radical-generating capacity of feces from healthy volunteers. Am J Clin Nutr 1999; 69:250-5.
60. Picciano MF. Iron and folate supplementation: an effective intervention in adolescent females.(editorial). Am J Clin Nutr 1999;69:1069-70.
61. Palupi L, Schultink W, Achadi E, Gross R. Effective community intervention to improve hemoglobin status in preschoolers receiving once-weekly iron supplementation. Am J Clin Nutr 1997;65:1057-61.
62. Schultink W, Gross R, Gliwitzki M, Karyadi D, Matulessi P. Effect of daily vs twice weekly iron supplementation in Indonesian preschool children with low iron status. Am J Clin Nutr 1995; 61:111-5.
63. Scariati PD, Grummer-Strawn LM, Fein SB, Yip R. Risk of diarrhea related to iron content of infant formula: lack of evidence to support the use of low-iron formula as a supplement for breastfed infants. Pediatrics 1997;99 Available from URL:<http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/99/3/e2>.
64. Carnielli VP, Riolo RD, Montini G. Iron supplementation enhances response to high doses of recombinant human erythropoietin in preterm infants. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 1998;79:F44-F48.
65. Dallman PR, Reeves JD, Driggers DA, Lo EYT. Diagnosis of iron deficiency: the limitation of laboratory test in predicting response to iron treatment in 1-year-old infants. J Pediatr 1981;98:376-81.
66. Tee ES, Kandiah M, Awin N, Chong SM, Satgunasingam N, Kamarudin. et al. School - administered weekly iron-folate supplements improve haemoglobin and ferritin concentrations in Malaysian adolescent girls. Am J Clin Nutr 1999;69:1249-56.
67. Schultink W, van der Ree M, Matulessi P, Gross R. Low compliance with an iron supplementation program: a study among pregnant women in Jakarta, Indonesia. Am J Clin Nutr 1993;57:135-9.
68. Fidanza F. Nutritional status assessment. London, Chapman & Hall, 1991

69. Gibson RS. Principles of nutritional assessment. New York, Oxford University Press. 1990
70. Angeles IT, Schultink WJ, Matulesi P, Gross R, Sastroamidjojo S. Decrease rate of stunting among anemic Indonesian preschool children through iron supplementation. *Am J Clin Nutr* 1993;58:339-42.
71. Riawan E, Schultink W, Dillon D, Gross R. Effect of weekly iron supplementation on pregnant Indonesian women are similar to those of daily supplementation. *Am J Clin Nutr* 1996;63: 884-90.
72. Viteri FE, Ali F, Tujague J. Long-term weekly iron supplementation improves and sustains non pregnant women's iron status as well or better than currently recommended short-term daily supplementation. *J Nutr* 1999;129:2013-20.
73. Oski FA. Iron deficiency in infancy and childhood. *N Engl J Med* 1993;329:190-3.
74. Idjradinata P. Akselerasi pertumbuhan dan pulihnya perkembangan bayi anemia kekurangan zat besi dengan suplementasi besi. Disertasi. Bandung:Universitas Pajajaran,1993
75. Idjradinata P, Watkin WE, Pollit E. Adverse effect of iron supplementation on weight gain of iron replete young children. *Lancet* 1994;343:1252-4.
76. Lozoff B, Brittenham, Viteri FE, Wolf AW, Urrutia JJ. Developmental deficits in iron-deficient infant:effects of age and severity of iron lack. *J Pediatr* 1982;101:948-52.
77. Lozoff B, Wolf AW, Jimenez E. Iron-deficiency anemia and infant developmen: Effect of extended oral iron therapy. *J Pediatr* 1996;129:382-9.