

**PENGARUH PEMBERIAN L-GLUTAMIN PADA MPASI PEMULIH  
TERHADAP MUTU PROTEIN, PROFIL IMUNITAS SELULER DAN  
PERTUMBUHAN BAYI 6 BULAN YANG MENGALAMI  
BERAT BADAN KURANG**

**OLEH :**

**ENDANG S. SUNARYO**



**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2004**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## ABSTRAK

**ENDANG S. SUNARYO. Pengaruh Pemberian L-Glutamin pada MPASI Pemulih terhadap Mutu Protein, Profil Imunitas Seluler dan Pertumbuhan Bayi 6 Bulan yang Mengalami Berat Badan Kurang. (Dibawah bimbingan RIMBAWAN sebagai Pembimbing Utama, F.G WINARNO, DARWIN KARYADI dan HARDINSYAH sebagai Pembimbing Anggota).**

Gagal tumbuh banyak dijumpai di negara miskin dan berkembang, tidak terkecuali Indonesia. Pemberian Makanan Pendamping Air Susu Ibu (MPASI) dianjurkan untuk memenuhi kebutuhan gizi bayi disamping ASI.

Penelitian ini bertujuan untuk 1). Mengembangkan formula MPASI Pemulih yang memiliki mutu protein dan mutu asam lemak mendekati mutu ASI, 2). Menganalisis mutu dan keamanan MPASI serta 3). Menganalisis dampak pemberian MPASI Pemulih terhadap profil darah, profil imunitas seluler dan pertumbuhan bayi 6 bulan yang mengalami berat badan kurang.

Optimasi sumber protein dan sumber lemak MPASI Pemulih dilakukan dengan metode *Response Surface Methodology* (RSM) untuk mendapatkan mutu protein (skor asam amino) dan mutu asam lemak ( rasio asam lemak) terbaik. Aplikasinya pada MPASI menghasilkan mutu protein dan mutu lemak mendekati mutu ASI. Penambahan L-Glutamin sebanyak 0,3 g/kg BB atau 2,5 g/ 25 g MPASI disebut MPASI Pemulih.

Pengujian mutu biologis MPASI dan MPASI Pemulih dilakukan dengan pengujian PER ( *Protein Efficiency Ratio*) untuk mengetahui dampak pemberian protein MPASI terhadap pertumbuhan anak tikus putih. Hasil mutu biologis PER – MPASI untuk perlakuan MPASI + L-Glutamin (MPG), MPASI kontrol (MPK) dan MPASI tanpa L-Glutamin (MPP) secara berurutan adalah  $3,2 \pm 0,4$  ;  $1,9 \pm 0,2$  dan  $3,4 \pm 0,4$ . Penambahan L-Glutamin dibuktikan dapat mempercepat pulihnya integritas usus halus dari infeksi *E coli*.

Penelitian epidemiologi dilakukan terhadap 143 contoh bayi yang memiliki BB/U kurang yang berasal dari 19 desa dibawah supervisi dokter dari 6 puskesmas dalam wilayah 4 Kecamatan di Kabupaten Bogor. Disain rancangan adalah eksperimental teracak buta ganda. Pemberian MPG dan MPP memperbaiki sel darah putih, sel darah merah dan haemoglobin lebih baik dibandingkan dengan MPK. Pada kelompok MPG, penambahan L-Glutamin menunjukkan indikasi penurunan prevalensi anemia gizi besi 42,8 % lebih baik daripada MPP dan MPK yaitu 14,2% dan 0 % .

Intervensi MPASI selama 3 bulan menunjukkan penambahan L-Glutamin pada MPASI (MPG) bermanfaat memperbaiki profil imunitas seluler khususnya limfosit T, limfosit T *helper* dan limfosit T *supressor* lebih baik dari pada MPP dan MPK. Skor morbiditas pada kelompok MPG ( $239 \pm 302$ ) lebih rendah dibandingkan kelompok MPP ( $314 \pm 357$ ) dan MPK ( $345 \pm 468$ ). Uji regresi logistik menunjukkan bahwa intervensi MPG secara bermakna memiliki peluang untuk memperbaiki kekebalan tubuh 4,3 kali lebih baik daripada MPK. Sedangkan jumlah MPASI, praktek pengasuhan dan pendidikan ibu secara bermakna berpeluang memperbaiki kekebalan tubuh bayi 3,3 kali, 2,2 kali dan 2,3 kali lebih baik. Perbaikan imunitas bayi pada kelompok MPG menurunkan skor morbiditas terhadap penyakit infeksi sehingga gizi lebih bermanfaat untuk pertambahan BB/U dan PB/U.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah ;  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## ABSTRACT

**THE EFFECT OF ENRICHED L-GLUTAMINE COMPLEMENTARY FOOD ON PROTEIN QUALITY, CELLULAIR IMMUNITY PROFILE AND GROWTH OF UNDERWEIGHT 6 MONTH INFANTS**

ENDANG S. SUNARYO

Supervised by RIMBAWAN (Major Advisor), F.G WINARNO, DARWIN KARYADI and HARDINSYAH (Co-Advisors)

The objective of this study is to develop enriched L-Glutamine Complementary Food (CF) which have desired amino acids and fatty acids performance; to conduct its protein bioavailability and safety assessment; and to investigate the effect of the formula on the growth of underweight 6 months infants and their cellular immunities profile.

The enriched L-Glutamine Complementary Food was developed using response surface methodology in order to achieve best performance of amino acids score (methionine and tryptophan) as well as its essential fatty acids. Protein Efficiency Ratio using animal rat experimental was in the range  $3.2 \pm 0.4$  ( $p > 0.05$ ) and  $3.4 \pm 0.4$  ( $p < 0.05$ ). Additional L-Glutamine by 0.3 g/kg body weight or 2.5 gram/25 gram CF could enhance better integrity of jejunum in which improve the lymphoid proliferation, thus provide better protection in term of *E coli* penetration.

The experimental study using double blind randomized trial was conducted in 19 villages supervised by medical doctors of 6 Puskesmas in 4 sub districts of Bogor. Three groups of totally 143 infants of 6 months  $\pm$  1 week were involved in the study, each group were assigned to receive different intervention during 3 months such as MPG (L-Glutamine enriched CF), MPK (Control CF) and MPP (No L-Glutamine enriched CF). The CF was given daily after reconstituted with boiled water, 7 days a week, 2 packs @ 25g CF per day for 12 weeks (3 months duration).

Cellular Immunity Profiles indicated by lymphocytes T, lymphocytes B and natural killer. L-Glutamine enriched CF (MPG) improved lymphocytes T, T helper and T suppressor better compared to MPK and MPP designated by percentage differences of the cellular immunity profiles between beginning and ending of the intervention. Though protein influenced the blood profiles particularly leucocytes, erythrocytes and haemoglobins development, enrichment L-Glutamine in MPG postulated beneficial improving on Iron Deficiency Anaemia reduction 42,8 % better than 14,2 % in case of MPP.

Improvement of the cellular immunity profiles in MPG could reduces morbidity score significantly ( $p < 0.05$ ) by  $239 \pm 302$ ; better than MPP ( $314 \pm 357$ ) and MPK ( $345 \pm 468$ ). The enriched L-Glutamine provided OR 0,23 less in morbidity score or have opportunity 4,3 times better in improving immunity. Besides enrichment L-Glutamine CF, morbidity score negative influenced by care giving behaviour (OR 0,46), mother's education (OR 0,43) and intake of CF (OR 0,30). In term of growth, due to improvement of cellular immunity and reducing morbidity, L-Glutamine has indication provided better performance in incremental percentage both weight/age and length/age compared to standard during growth monitoring.

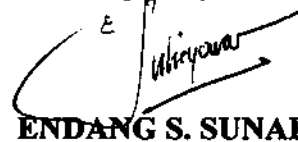
**Key words : L-Glutamine. Complementary Food. Protein Efficiency Ratio. Cellular Immunity. Growth. Infant**

## SURAT PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam disertasi saya yang berjudul : **“PENGARUH PEMBERIAN L-GLUTAMIN PADA MPASI PEMULIH TERHADAP MUTU PROTEIN, PROFIL IMUNITAS SELULER DAN PERTUMBUHAN BAYI 6 BULAN YANG MENGALAMI BERAT BADAN KURANG”** adalah gagasan atau hasil penelitian disertasi saya sendiri dengan bimbingan DR. Drs Rimbawan, Prof. DR. F.G. Winarno, Prof. DR. dr. Darwin Karyadi dan DR. Ir. Hardinsyah MS. Disertasi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar pada program sejenis di Perguruan Tinggi lain. Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan dengan jelas dan dapat diperiksa kebenarannya.

Bogor, 27 Januari 2004

Yang menyatakan



**ENDANG S. SUNARYO**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**PENGARUH PEMBERIAN L-GLUTAMIN PADA MPASI PEMULIH  
TERHADAP MUTU PROTEIN, PROFIL IMUNITAS SELULER DAN  
PERTUMBUHAN BAYI 6 BULAN YANG MENGALAMI  
BERAT BADAN KURANG**

**OLEH :**

**ENDANG S. SUNARYO**

**Disertasi**

**sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Doktor pada  
Program Studi Gizi Keluarga dan Sumberdaya Keluarga**

**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2004**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Disertasi : **PENGARUH PEMBERIAN L-GLUTAMIN PADA MPASI PEMULIH TERHADAP MUTU PROTEIN, PROFIL IMUNITAS SELULER DAN PERTUMBUHAN BAYI 6 BULAN YANG MENGALAMI BERAT BADAN KURANG**

Nama : **Endang S. Sunaryo**  
Nomor Pokok : **P 216 00003**  
Program Studi : **Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga (GMK)**

Menyetujui

**1. Komisi Pembimbing**



**DR. Drs. Rimbawan**  
Ketua



**Prof. DR. FG Winarno**  
Anggota



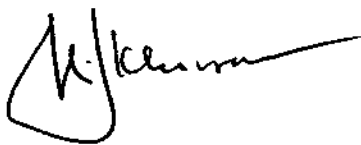
**Prof. DR. dr. Darwin Karjadi**  
Anggota



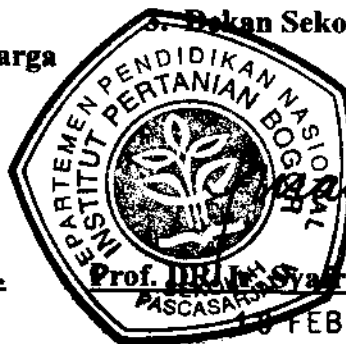
**DR. Ir. Hardinsyah, MS**  
Anggota

Mengetahui :

**2. Ketua Program Studi Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga**



**Prof. DR. Ir. Ali Khomsan MSc.**



**Prof. DR. Ir. Syarifida Manuwoto, MSc.**

Tanggal Lulus : 27 Januari 2004

18 FEB 2004

## RIWAYAT HIDUP

Endang S. Sunaryo dilahirkan di kota Bogor, pada tanggal 30 April 1956 sebagai anak pertama dari 6 bersaudara pasangan Bapak Arief Sunaryo (Alm) dan Ibu R.A. Robiningsih. Pendidikan Sekolah Dasar sampai Sekolah Menengah Atas Regina Pacis diselesaikan di Bogor pada tahun 1974, melanjutkan pelajaran di Jurusan GMSK (dahulu IKK), Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan selesai 1979. Magister Sains diperoleh dari *Central Food Technological Research Institute, University of Mysore – India* pada tahun 1983 dan mendapat *Gold Medal dan Best Performance*.

Pengalaman bekerja dimulai di Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian RI tahun 1980. Menjadi staf peneliti di Pusbangtepa – IPB dan staf pengajar Fakultas Teknologi Pertanian – IPB dari tahun 1980 – 1987. Sejak tahun 1984 sampai 1993 bekerja sebagai *Product Development and Quality Control Manager* di PT. Gizindo Prima Nusantara. Tahun 1994 sampai saat ini bekerja sebagai *New Product and Technology Development Manager*, PT. Indofood Sukses Makmur.

Selama mengikuti program S3, karya ilmiah berjudul MPASI, Teknologi dan Regulasi telah disajikan pada Seminar Nasional Teknologi, Regulasi dan Review Mukhtahir MPASI di Padang pada bulan September 2003. Sebuah karya ilmiah berjudul Kendala dan Peluang MPASI untuk Mengatasi Gagal Tumbuh telah disajikan pada Seminar Nasional MPASI yang diselenggarakan oleh BPOM pada bulan Desember 2003. Karya ilmiah lainnya berjudul *The Effect of Enriched L-Glutamine Complementary Food on Cellular Immunity Profile and Morbidity Score of Underweight 6 months Infants* akan disajikan pada Seminar International Amino Acids yang diselenggarakan oleh Ajinomoto International pada tahun 2004. Karya – karya ilmiah tersebut merupakan bagian dari program S3 penulis. Menikah dengan Nur Mandy Yusuf, SH pada tanggal 11 Juli 1991 dan dikaruniai seorang putri Nur Ratih Kusumaningayu dan seorang putra Nur Rizza Muhammad.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur dan terima kasih penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Berkat karunia, rahmat dan ridhoNya serta nikmat sehat dan kebahagiaan yang tidak terhingga yang telah dilimpahkanNya, penulis dapat menyelesaikan disertasi ini.

Kepada Komisi Pembimbing yang diketuai Bapak DR. Drs. Rimbawan, dengan tulus hati penulis menyampaikan rasa terima kasih yang dalam karena bimbingan dan nasehatnya baik lisan maupun melalui SMS yang telah diberikan selama penulis menyelesaikan tugas belajar dan disertasi ini.

Ucapan yang sama penulis sampaikan pula, khususnya pada Bapak Prof. DR. F.G Winarno, karena beliau sewaktu menjabat Direktur Pusbangtepa IPB, penulis diberi kesempatan melanjutkan studi S2 melalui beasiswa IBRD dan juga diizinkan mengembangkan diri ke perusahaan. Terima kasih pak Win, atas nasehat dan wejangnya semoga Allah memberi gantinya, Amin.

Kepada Bapak Prof. DR. dr. Darwin Karyadi dan Bapak DR. Ir. Hardinsyah MS yang banyak membimbing, memberi pustaka dan dorongan moril yang tidak ternilai selama penyelesaian disertasi ini, penulis mengucapkan terima kasih.

Kepada pimpinan PT. Indofood Sukses Makmur, Ibu Eva R. Hutapea dan Bapak Fransiscus Welirang, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam karena kesempatan, ijin, pengertian dan biaya yang tidak sedikit yang telah memungkinkan penulis mewujudkan impian yang terpendam 20 tahun yang lalu. Semoga Allah membalas budi baik ibu dan bapak.

Kepada Kepala Divisi PT. Gizindo Prima Nusantara, Bapak Andy Setiadi, penulis



mengucapkan terima kasih atas bantuan alat timbangan badan untuk pengukuran antropometri

Pada kesempatan ini penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

Bapak DR. Abas Basuni Jahari yang bersedia membimbing, membantu pelaksanaan penelitian epidemiologi, karena beliau penulis belajar banyak perihal suka duka penelitian di lapangan.

Bapak Drh. Endi Ridwan, MSc, Ibu Ir. Rossi R. Apriantono, Mkes, Bapak Drh Tarmudji, MSc, Bapak Oppie Sajeli yang banyak membantu terlaksananya pengujian dengan hewan percobaan tikus.

Bapak DR Imam Sumarmo MPH, MPS, yang bersama tim Puslitbang Gizi membantu pelaksanaan penelitian epidemiologi; seluruh tim Puslitbang Gizi, Ibu Suhartati SH, Ibu Edwi Saraswati, MPS, Ibu Ir. Sri Prihatini, MKes, Ibu Yunita AMG, Ibu Ir. Erna Luciasari, Ibu Dra. Excalanti, Ibu Yetty Yuniar dan Ibu Rosita, yang dengan tulus membantu penulis menyelesaikan tugas lapangan. Suka duka turun ke desa, menghadapi bayi yang sakit, mengejar target pengukuran antropometri, mengambil darah pagi-pagi sampai mengejar pemantauan morbiditas, *recall* MPASI dan banyak lagi liku-liku penelitian. Terima kasih atas kesabaran dan kerjasama yang baik yang tidak mungkin penulis lupakan. Untuk Bapak Ujang dan Bapak Omay yang bersedia dikejar-kejar data.

Ibu dr. Susie Suwarti, SpA dan tim dokter Puskesmas, dr. Nana dari PKM Keradenan, dr. Muniroh dari PKM Babakan Madang, dr. Rini S dan dr. Viyanti dari PKM Sentul, dr. Gusmedi dan dr. Linda dari PKM Citeureup serta dr. Sri Foniasih Mkes dari PKM Cirimekar yang membantu mendampingi penulis dalam seleksi dan menjaga kesehatan bayi-bayi yang digunakan sebagai contoh.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim enumerator yang kompak, serius dan bekerja keras membantu penulis di garda depan, yang sabar menghadapi responden ibu dan bayinya. Terima kasih yang tulus untuk Siti Masruroh, Reisyeh, Duma, Rosinta, Eddy, Iwan, Vivi, Retno dan Ulya.

Kepada Ibu Ir. Tin Herawati MS dan Ir. Mega yang membantu pengolahan data, teman-teman seangkatan Bapak Ir. Frederik Riuwpasa, MS, Ibu Dra Dewi Y. Mende, MS. dan Ibu Ir. Neti Herawati, MS yang banyak mendorong dan menemani penulis.

Rekan-rekan sekantor, Ibu Ir. Eti Romlah dan Sdr. Endi Suhendi yang membantu penulis dalam pengolahan data dan pengetikan naskah. Terima kasih yang dalam penulis sampaikan.

Tidak lupa, untuk ibunda tercinta Robiningsih dan mama mertua Yonny yang dengan kesederhanaan dan doa yang ikhlas mengiringi penulis menyelesaikan pendidikan tertinggi.

Kepada suami tercinta, Nur Mandy Yusuf, SH dan permata ibu Nur Ratih Kusumaningayu dan Nur Rizza Muhammad dengan penuh kasih sayang, penulis mengucapkan terima kasih atas kesabaran dan pengertian yang tinggi, juga kepada Pak Marjuki yang setia mengantar penulis.

Akhirnya dengan diiringi doa, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dan penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada perbuatan dan kata-kata yang kurang berkenan selama penulis melanjutkan studi, menyelesaikan penelitian dan menulis disertasi. Amin.

Bogor, 27 Januari 2004

**ENDANG S. SUNARYO**

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	i
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>PENDAHULUAN</b> .....	
Latar Belakang .....	1
Tujuan Penelitian .....	6
Manfaat Penelitian .....	7
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	
Tumbuh Kembang Bayi .....	8
Gizi Buruk dan Gagal Tumbuh.....	12
MPASI dan Perannya untuk Tumbuh Kembang.....	15
Persyaratan MPASI.....	16
1. Memenuhi Kecukupan Energi dan Zat Gizi Lainnya.....	17
2. Ketersediaan MPASI Harus Memadai .....	20
3. Perhatian pada Pemberian MPASI yang Benar.....	22
MPASI Pemulih .....	23
Profil Imunitas Seluler .....	25
Peran L-Glutamin.....	28
Metabolisme L-Glutamin.....	30
L-Glutamin dan Fungsi Gastrointestinal.....	32
L-Glutamin dan Fungsi Pemulihan .....	34
<b>KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS</b> .....	
Kerangka Pemikiran.....	37
Hipotesis.....	40
Batasan Operasional.....	40
<b>BAHAN DAN METODE</b> .....	
Disain .....	43
Optimasi Formula MPASI Pemulih.....	44
1. Optimasi Sumber Protein .....	44
2. Optimasi Sumber Lemak .....	45
3. Formulasi MPASI Pemulih.....	46
4. Analisa Bahan Baku dan Produk MPASI Pemulih.....	53
Mutu dan Keamanan L-Glutamin pada MPASI .....	54
Tikus percobaan .....	54
Kandang Tikus Percobaan .....	56
Peralatan Percobaan .....	56
Ransum Tikus Percobaan .....	57

Metode Penelitian .....	59
1. Mutu Biologis Protein MPASI.....	59
2. Dampak MPASI pada Tikus Gizi Kurang dan Tikus Normal .....	61
3. Dampak Integritas Usus Halus terhadap Infeksi <i>E-coli</i> .....	62
Pengaruh Intervensi MPASI Pemulih .....	63
1. Rancangan Penelitian.....	63
2. Cara Pengambilan Contoh .....	64
3. Cara Distribusi dan Pemberian MPASI .....	66
4. Jenis dan Cara pengambilan Data .....	67
5. Pengolahan dan Pengendalian Kualitas Data.....	69
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	
1. Optimasi dan Formulasi MPASI.....	71
1.1. Optimasi Sumber Protein dan Sumber Lemak.....	71
1.2. Formulasi MPASI Pemulih.....	73
2. Uji Mutu Biologis dan Keamanan MPASI .....	79
2.1. Uji Mutu Biologis MPASI .....	79
2.2. Dampak MPASI pada Tikus Gizi Kurang dan Tikus Normal .....	81
2.3. Uji Keamanan MPASI .....	85
3. Karakteristik, Pola Pengasuhan, Riwayat Kesehatan dan Konsumsi Zat Gizi Bayi .....	92
3.1. Karakteristik Sosial Ekonomi Keluarga Contoh.....	92
3.2. Karakteristik Perumahan dan Sanitasi Lingkungan .....	93
3.3. Identitas Bayi .....	94
3.4. Riwayat Kesehatan Bayi Sebelum Intervensi .....	95
3.5. Riwayat Pemberian ASI.....	96
3.6. Praktek Pengasuhan Bayi.....	97
3.7. Konsumsi Zat Gizi Bayi.....	103
3.7.1. Konsumsi Zat Gizi dari MPASI .....	103
3.7.2. Konsumsi Zat Gizi Selain MPASI .....	105
4. Dampak Pemberian MPASI terhadap Profil Darah Bayi .....	106
5. Dampak Pemberian MPASI terhadap Profil Imunitas Bayi .....	109
5.1. Profil Imunitas Bayi .....	109
5.1.1. Limfosit .....	109
5.1.2. Total Limfosit T, T <i>helper</i> dan T <i>supressor</i> .....	111
5.1.3. Total Limfosit B .....	114
5.1.4. <i>Natural Killer</i> .....	115
5.2. Skor Morbiditas.....	115
5.3. Pengaruh L-Glutamin terhadap Morbiditas .....	117
6. Dampak Pemberian MPASI terhadap Pertumbuhan Bayi .....	119
6.1. Tingkat Pertumbuhan Bayi .....	119
6.2. Tingkat Pertumbuhan Bayi ( $Z_{\text{skor}}$ ) 3 Kelompok Perlakuan MPASI .....	122
6.3. Pertumbuhan Bayi dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi .....	125
6.3.1. Pertambahan BB/U Bayi.....	125
6.3.2. Pertambahan PB/U Bayi .....	127

6.3.3. Perkembangan Bayi .....	128
7. Hubungan Gizi MPASI dengan Profil Darah dan Imunitas Bayi.....	129
8. Hubungan Gizi MPASI dengan Pertumbuhan Bayi.....	134
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	
Kesimpulan .....	136
Saran .....	138
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	140
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	150

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Prakiraan kebutuhan protein dan mikronutrien per konsumsi ASI.....	19
2. Mutu protein dan asam lemak ASI dan susu formula.....	25
3. Jenis penelitian, disain dan lokasi penelitian.....	43
4. Rancangan optimasi RSM dengan variasi sumber protein.....	45
5. Rancangan optimasi RSM dengan variasi sumber lemak.....	46
6. Formula MPASI Pemulih per 100 gram produk.....	48
7. Formula akhir MPASI.....	51
8. Analisa bahan baku dan produk MPASI Pemulih.....	53
9. Ransum PER tikus percobaan.....	57
10. Nilai Gizi MPASI per 100 gram.....	58
11. Dampak MPASI pada pertumbuhan tikus.....	61
12. Lokasi penelitian di kabupaten Bogor.....	64
13. Jenis data dan frekuensi pengumpulan data.....	67
14. Hasil optimasi RSM terhadap mutu protein MPASI.....	72
15. Hasil optimasi RSM terhadap mutu lemak MPASI.....	72
16. Hasil penilaian uji kesukaan panelis.....	74
17. Mutu protein MPASI dibandingkan dengan rujukan WHO.....	74
18. Mutu lemak MPASI.....	77
19. Mutu fisik, kimia dan mikrobiologi MPASI.....	78
20. Mutu biologis protein (PER) MPASI.....	80
21. Pertumbuhan tikus menurut perlakuan MPASI.....	82
22. Morfologi organ tikus menurut perlakuan MPASI.....	85
23. Histopatologi tikus menurut perlakuan MPASI.....	89
24. Tebal mukosa, tebal vili, jumlah vili dan kedalaman kriptas usus halus tikus menurut perlakuan MPASI.....	89
25. Jumlah <i>E-coli</i> dan selain <i>E-coli</i> pada feses tikus menurut perlakuan MPASI.....	92
26. Karakteristik sosial ekonomi keluarga contoh sebelum intervensi.....	93
27. Identitas bayi sebelum Intervensi.....	95
28. Praktek pemberian ASI.....	97
29. Sebaran responden berdasarkan praktek pengasuhan bayi.....	100

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

30. Sebaran responden berdasarkan skor pengasuhan bayi .....	102
31. Sebaran responden berdasarkan kategori pengasuhan bayi dan perlakuan MPASI.....	102
32. Konsumsi zat gizi dari MPASI menurut kelompok bayi / perlakuan MPASI .....	103
33. Kecukupan gizi MPASI menurut kelompok bayi / perlakuan.....	104
34. Kecukupan gizi MPASI menurut kelompok perlakuan dibandingkan dengan standar MPASI .....	105
35. Konsumsi zat gizi selain MPASI menurut kelompok perlakuan.....	105
36. Kecukupan gizi selain MPASI menurut kelompok perlakuan .....	106
37. Dampak pemberian MPASI pada profil darah bayi .....	107
38. Analisa korelasi Pearson antara eritrosit dengan profil darah bayi. ....	108
39. Dampak pemberian MPASI pada profil imunitas bayi .....	110
40. Analisa korelasi Pearson pengaruh L-Glutamin terhadap perbaikan profil imunitas bayi .....	112
41. Morbiditas bayi menurut kelompok perlakuan MPASI.....	116
42. Rata-rata lama sakit berdasarkan perlakuan dan jenis penyakit selama pemantauan .....	117
43. Hasil uji regresi logistik terhadap morbiditas bayi .....	119
44. Rata-rata berat badan dan panjang badan bayi menurut perlakuan MPASI dan umur bayi .....	120
45. Rata-rata pertambahan BB/U dan PB/U bayi menurut kelompok perlakuan MPASI dan pemantauan .....	121
46. Rata-rata $Z_{\text{skor}}$ (BB/U, PB/U dan BB/PB) bayi menurut kelompok perlakuan MPASI.....	123
47. Hasil uji regresi logistik terhadap pertambahan berat badan bayi .....	126
48. Hasil uji regresi logistik terhadap pertambahan tinggi badan bayi.....	128
49. Rata-rata umur (bulan) kemampuan motorik bayi menurut kelompok perlakuan MPASI .....	128
50. Kecukupan gizi MPASI dan selain MPASI menurut kelompok bayi / perlakuan MPASI.....	129
51. Hasil uji multivariat intervensi MPASI terhadap profil darah bayi.....	130
52. Hasil uji multivariat intervensi MPASI terhadap profil imunitas bayi.....	130
53. Analisis regresi linier berganda terhadap total limfosit T darah bayi.....	131

**DAFTAR GAMBAR**

No.	Halaman
1. Kurva Zskor (BB/U) yang menunjukkan gagal tumbuh bayi dan balita.....	13
2. Dampak KEP jangka pendek dan jangka panjang.....	14
3. Peran glutamin terhadap fungsi pemulihan .....	30
4. Manfaat serbaguna L-Glutamin.....	32
5. Kerangka pemikiran penggunaan L-Glutamin pada MPASI Pemulih untuk penanggulangan bayi 6 bulan yang mengalami berat badan kurang.....	39
6. Bahan baku MPASI.....	48
7. Diagram alir proses pembuatan MPASI dengan teknologi pengering drum.....	49
8. Teknologi MPASI pengering drum .....	50
9. Proses pembuatan MPASI dengan teknologi biskuit .....	52
10. Persiapan tikus .....	55
11. Pembedahan tikus .....	60
12. Pengukuran panjang badan dan panjang ekor tikus .....	60
13. Skema penelitian dampak MPASI pada tikus gizi kurang dan tikus normal.....	62
14. Wawancara dalam rangka seleksi contoh .....	65
15. Pemeriksaan bayi contoh oleh dokter puskesmas.....	68
16. Pengukuran panjang badan bayi contoh oleh enumerator .....	70
17. Penimbangan berat badan bayi contoh oleh enumerator .....	70
18. Kurva jejaring mutu protein MPASI.....	75
19. Kurva penambahan berat badan tikus pada uji mutu PER .....	81
20. Pertumbuhan dan morfologi tikus menurut perlakuan MPASI . .....	83
21. Histopatologi hati tikus menurut perlakuan MPASI.....	86
22. Histopatologi ginjal tikus menurut perlakuan MPASI.....	87
23. Histopatologi pankreas tikus menurut perlakuan MPASI.....	88
24. Histopatologi organ usus halus tikus menurut perlakuan MPASI .....	90
25. Kurva persentase penambahan BB/U terhadap standar BB/U menurut kelompok bayi/ perlakuan MPASI dan pemantauan.....	121

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





26. Kurva persentase pertambahan PB/U terhadap standar PB/U menurut kelompok bayi/ perlakuan MPASI dan pemantauan.....	122
27. $Z_{skor}$ BB/U menurut kelompok bayi/ perlakuan MPASI dan pemantauan....	124
28. $Z_{skor}$ PB/U menurut kelompok bayi/ perlakuan MPASI dan pemantauan ...	124
29. $Z_{skor}$ BB/PB menurut kelompok bayi/ perlakuan MPASI dan pemantauan..	125

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran Gambar Skema Penelitian dan Penentuan Contoh Penelitian Dampak Intervensi MPASI.....</b>	150
<b>Lampiran 1a. Analisa Asam Amino dengan HPLC .....</b>	151
<b>Lampiran 1b. Analisa Asam Lemak dengan Kromatografi Gas.....</b>	154
<b>Lampiran 1c. Penetapan Kolesterol dalam Makanan Metode Penyabunan Langsung secara Kromatografi Gas.....</b>	157
<b>Lampiran 2a.1. Data Asam Amino Campuran Formula dan Kadar Protein Formula.MPASI.....</b>	161
<b>Lampiran 2a.2. Uji Model Penentuan Rasio Sumber Protein MPASI.....</b>	162
<b>Lampiran 2b.1. Data Asam Lemak Campuran Formula dan Rasio Asam-asam Lemak Esensial Formula .....</b>	163
<b>Lampiran 2b.2. Uji Model Penentuan Rasio Sumber Lemak MPASI .....</b>	164
<b>Lampiran 3. Uji Beda Kadar Metionin, Triptofan dan Protein MPASI .....</b>	165
<b>Lampiran 4. Uji Beda Kadar Asam Lemak dan Kolesterol MPASI .....</b>	165
<b>Lampiran 5. Hasil Uji Statistik Pertumbuhan Tikus .....</b>	166
<b>Lampiran 6. Hasil Uji Statistik Morfologi Organ Tikus .....</b>	168
<b>Lampiran 7. Hasil Uji Statistik Tebal Mukosa, Tebal Vili, Jumlah Vili dan Kedalaman Kripta Usus Halus Tikus .....</b>	171
<b>Lampiran 8. Hasil Uji Statistik Sosial Ekonomi Keluarga .....</b>	172
<b>Lampiran 9. Hasil Uji Statistik Morbiditas Bayi dan Praktek Pengasuhan Bayi</b>	172
<b>Lampiran 10. Hasil Uji Berpasangan (sebelum dan sesudah intervensi) Profil Biokimia Darah Bayi (Paired Sample Test) .....</b>	172
<b>Lampiran 11. Hasil Uji Berpasangan (sebelum dan sesudah intervensi) Profil Imunitas Seluler Bayi (Paired Sample Test) .....</b>	173
<b>Lampiran 12a. Hasil Uji ANOVA Selisih Profil Biokimia Darah Bayi Sebelum dan Sesudah Intervensi .MPASI.....</b>	173

<b>Lampiran 12b. Hasil Uji ANOVA Selisih Profil Imunitas Bayi Sebelum dan Sesudah Intervensi . . . . .</b>	<b>174</b>
<b>Lampiran 13a. Hasil Uji Korelasi Spearman antar Variabel . . . . .</b>	<b>176</b>
<b>Lampiran 13b. Hasil Uji Korelasi Pearson antar Variabel . . . . .</b>	<b>177</b>
<b>Lampiran 14. Hasil Uji Beda Kemampuan Motorik Bayi Berdasarkan Usia . . . . .</b>	<b>178</b>

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Undang-Undang RI nomor 23 tahun 2002 tentang perlindungan anak merupakan salah satu bentuk peduli negara atas hak azasi anak yang diratifikasi dari hasil Konvensi Internasional PBB pada sidang umum bulan November 1989 dan diberlakukan *mandatory* oleh PBB bulan September 1990. Garis Besar UU no. 23/2002 berisi hak anak untuk mendapat perlindungan terhadap kekerasan fisik, diskriminasi, hak untuk mendapat kecukupan gizi dan kesehatan dan hak untuk mendapatkan kemudahan pelayanan kesehatan dan sosial. Orang tua, keluarga, pemerintah dan negara wajib mengusahakan agar bayi yang lahir terhindar dari penyakit yang mengancam kelangsungan hidup dan atau menimbulkan kecacatan.

Tumbuh kembang bayi luar biasa kecepatannya pada awal kehidupannya. Tumbuh yang diartikan pertambahan dalam ukuran tubuh secara keseluruhan berarti pertambahan jumlah dan ukuran sel. Sedangkan kembang dapat diartikan peningkatan fungsi organ tubuh yang ditandai dengan adanya diferensiasi dan pendewasaan sistem organ individu bayi. Setelah kelahiran, bayi melakukan penyesuaian pernafasan dari sistem yang bertumpu sebagian besar pada pernafasan otot-otot perut kepada pernafasan otot-otot dada sehingga lebih dalam menyerap oksigen. Suhu badan bayi beradaptasi secara pasti. Pengendalian suhu tubuh bergantung pada pengembangan kelenjar tiroid.

Gizi kurang yang manifestasinya antara lain Kekurangan Energi Protein (KEP), Kekurangan Vitamin A (KVA), Anemia Gizi Besi (AGB) dan Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI) berdampak pada sistem pertahanan tubuh. Pada

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

bayi, peran usus halus bukan saja sebagai organ pencernaan tempat proses katabolisme dan anabolisme terjadi, tetapi juga harus mampu mempertahankan diri dari paparan antigen sehingga integritas usus sangat penting. Kurang lebih 70% populasi sel imunitas dihasilkan oleh vili atau *Peyer patches*. Oleh sebab itu gangguan integritas usus halus akan mengganggu ketersediaan gizi (Reeds dan Burrin, 2000).

Tumbuh kembang fungsi penginderaan, motorik, kognitif, simbol-simbol, bahasa, emosi dan sosial terjadi dalam waktu relatif singkat yaitu 12 bulan pertama sampai usia 3 tahun. Bayi menghadapi stres yang tinggi sehingga bayi-bayi yang tidak menerima ASI sering menderita sakit. Immunoglobulin A merupakan pelindung spesifik yang diterima bayi dari ibunya melalui ASI mampu melindungi bayi dari protein asing dan kuman (Susanto, 2001). Pada saat bayi lahir, pertahanan bayi relatif pasif atau belum berperan penuh sehingga ASI mutlak diberikan. Apabila MPASI diberikan sebelum 6 bulan, dikhawatirkan paparan protein asing MPASI dan antigen (bakteri, virus, jamur dan mikroba lainnya) mengganggu sistem kekebalannya.

Perilaku ibu yang salah dalam memberikan ASI dan MPASI, ditambah sanitasi-higiene lingkungan yang buruk dan minimnya ketersediaan air bersih menyebabkan tingginya morbiditas (angka kesakitan) dan mortalitas (angka kematian) bayi. Pada tahun 2001, angka kematian bayi Indonesia 33 bayi per 1000 kelahiran hidup. Umumnya angka kesakitan yang berdampak pada angka kematian bayi disebabkan oleh ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Atas), diare, demam tinggi, campak dan sebagainya. Pola asuh ditengarai menjadi penyebab penyimpangan perilaku hidup sehat dan pendidikan keluarga. Laporan *WHO Expert Consultation on Complementary Feeding* (2003) mengulas bahwa bayi yang tidak mendapat ASI

cenderung mudah terkena infeksi dan beresiko meninggal pada usia muda lebih tinggi.

Gangguan ketersediaan gizi khususnya pada bayi berdampak gangguan tumbuh kembang. Kejadian Kekurangan Energi-Protein atau KEP yang banyak dialami bayi dan balita, apabila tidak langsung ditangani secara benar maka bayi dan balita akan terjerumus ke manifestasi yang lebih berat yang dikenal sebagai marasmus kwashiorkor. Hasil berbagai penelitian di dunia mengungkapkan bahwa *resiko relative* (RR) angka kematian penderita KEP berat 8,4 kali, KEP sedang 4,6 kali dan KEP ringan 2,4 kali dibandingkan dengan gizi baik (Moeloek, 1999).

Berdasarkan analisis ulang data Susenas 1989-1999 mengenai kecenderungan status gizi balita sebelum dan selama krisis ditemukan bahwa prevalensi gizi buruk (BB/U < -3SD) meningkat dari 6,0 % pada tahun 1989 menjadi 10,4 % pada tahun 1995. Keadaan ini nampaknya tidak banyak berubah di tahun 1998 (9,5 %) dan menurun sedikit yaitu 7,8 % pada tahun 1999 (Jahari dkk, 2000).

Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan kota Bogor, pada tahun 2000 prevalensi gizi buruk ditemukan sebesar 1 % dan meningkat menjadi 1,23 % pada tahun 2001. Sedangkan masalah gizi kurang sebesar 13 % pada tahun 2000 dan menurun menjadi 11,7 % pada tahun 2001. Prevalensi gizi buruk tertinggi terdapat di Kecamatan Bogor Selatan yaitu sebesar 2 %. Berdasarkan *cut off point* di Indonesia maka jumlah tersebut sudah merupakan masalah kesehatan masyarakat yang tergolong berat. Sedangkan berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Kabupaten Bogor tercatat bahwa prevalensi KEP adalah sebesar 14,8 % dengan perincian 13,99 % adalah gizi kurang dan 0,82 % adalah gizi buruk.

Pemberian MPASI Pemulih sangat dianjurkan pada penderita KEP terlebih bayi berusia 6 bulan ke atas dengan harapan MPASI ini mampu memenuhi kebutuhan gizi, mampu memperkecil kehilangan zat gizi, mempercepat keseimbangan nitrogen sehingga mampu meningkatkan sintesa protein untuk tumbuh kembang organ (Ziegler *et al.*, 2000). Formulasi MPASI Pemulih diformulasi khusus untuk mengoreksi terjadinya penyimpangan pertumbuhan linier (*linear growth*) baik berat badan maupun panjang badan terutama sebelum 12 bulan. Dengan demikian disamping persyaratan padat energi, mutu protein harus baik (minimal 70 % skor asam amino kasein). Selain itu MPASI perlu diperkaya dengan vitamin dan mineral. Sedangkan untuk MPASI Pemulih, selain persyaratan MPASI, juga memiliki nilai tambah mampu menjaga integritas usus, mampu memperbaiki sistem imunitas dan dalam waktu relatif singkat ( $\pm$  3 bulan) diharapkan dapat menambah berat badan.

L-Glutamin dikenal sebagai asam amino pembawa nitrogen yang mudah diserap vili mukosa usus dan dikenal sebagai asam amino non esensial atau kondisional yang berfungsi sebagai prekursor sintesa nukleotida, substrat untuk glukoneogenesis dan sangat vital dalam mengatur asam basa ginjal. L-Glutamin penting sebagai sumber energi sel yang membutuhkan ATP (Adenosin Tri Posfat) siap pakai baik untuk keperluan epitel saluran cerna, limfosit, fibroblas dan retikulosit. Umumnya L-Glutamin diberikan dalam bentuk nutrisi enteral atau parenteral pada pasien rawat inap di Rumah Sakit (Duggan C *et al.*, 2002). Dalam kondisi normal, L-Glutamin disukai sel sebagai sumber energi untuk perbanyakan sel seperti enterosit (Windmueller, 1982) dan limfosit (Newsholme, 1985). Bahkan akhir-akhir ini penggunaan L-Glutamin lebih diarahkan untuk suplemen dan

makanan fungsional guna mempertahankan daya tahan tubuh agar tetap fit dan sehat (Goldberg, 1994).

Sebagai zat gizi kondisional, temuan O'Dwyer (1989) membuktikan bahwa L-Glutamin mencegah pengerutan jaringan usus halus pada kondisi tubuh puasa. Himshaw (1990) yang dikutip oleh Duggan *et al.*, (2002), membuktikan L-Glutamin sebagai sumber ATP (Adenosin Tri Posfat) untuk reaksi oksidasi pada sel-sel yang luka dalam proses penyembuhan. Sedangkan Averdy (1992) yang dikutip oleh Duggan *et al.*, (2002), membuktikan L-Glutamin berdampak positif dalam mempertahankan integritas usus halus pasien yang menerima terapi parenteral L-Glutamin. Pada pasien pascaoperasi tulang, terapi L-Glutamin dapat memperbaiki keseimbangan nitrogen, mengurangi resiko infeksi dan mengurangi lama inap rumah sakit. (Ziegler *et al.*, 2000)

Informasi tentang peran L-Glutamin pada bayi dan kanak-kanak sangat terbatas. Lacey (1996) yang dikutip oleh Tubman dan Thomson (2001) melakukan penelitian pada 78 bayi rawat inap, yang akhirnya termonitor hanya 22 bayi yang mendapat perlakuan parenteral L-Glutamin dan 22 bayi kontrol. Walaupun pada bayi dengan berat badan kurang dari 800 g, pemberian parenteral L-Glutamin mampu mempercepat bayi beradaptasi ke makanan enteral ( $p = 0,03$ ), tetapi secara umum tidak ada perbedaan yang nyata terhadap kenaikan berat badan dan lamanya rawat inap. Sedangkan penelitian yang dilakukan Neu (1997) pada 68 bayi rawat inap yang akhirnya termonitor hanya 25 bayi dengan perlakuan parenteral L-Glutamin dan 16 bayi kontrol, tidak dijumpai perbedaan yang nyata terhadap kenaikan berat badan dan lamanya rawat inap, walaupun demikian parenteral L-Glutamin mampu mengurangi resiko sepsis (OR 3,8 lebih baik).



Menarik hasil positif studi aplikasi L-Glutamin dan terbatasnya informasi L-Glutamin pada bayi khususnya pemberian secara oral , mendorong peneliti untuk mengaplikasikannya ke dalam MPASI. Dengan inkorporasi L-Glutamin ke dalam formulasi MPASI diharapkan dapat mengembalikan keseimbangan nitrogen, meningkatkan sintesa protein, memperbaiki imunitas bayi sehingga dalam waktu relatif singkat berat badan dapat kembali membaik.

Penelitian ini bertujuan mencari jawaban atas pertanyaan “Mungkinkah penggunaan L-Glutamin dalam formulasi MPASI Pemulih memberikan pengaruh positif dalam memperbaiki imunitas bayi sehingga mampu memperbaiki laju pertumbuhan bayi 6 bulan yang mengalami berat badan kurang”.

### **Tujuan**

Mengembangkan formula MPASI Pemulih dan menganalisis dampak pemberiannya terhadap perubahan status gizi bayi bermasalah (bayi 6 bulan yang mengalami berat badan kurang).

**Tujuan khusus penelitian ini:**

1. Mengembangkan formula MPASI Pemulih yang memiliki mutu protein dan mutu asam lemak mendekati ASI.
2. Menganalisis mutu dan keamanan MPASI Pemulih.
3. Menganalisis dampak pemberian MPASI Pemulih terhadap profil darah dan profil imunitas seluler bayi 6 bulan yang mengalami berat badan kurang.

4. Menganalisis dampak pemberian MPASI Pemulih terhadap pertumbuhan (laju penambahan BB/U, PB/U dan BB/PB) bayi 6 bulan yang mengalami berat badan kurang.

### **Manfaat**

Hasil penelitian ini diharapkan memberi nilai tambah yang dapat digunakan untuk penanggulangan bayi KEP sehingga dapat mengurangi resiko mortalitas dan morbiditas bayi. Inkorporasi L-Glutamin pada MPASI ditujukan untuk mengisi ceruk pasar tertentu yaitu bayi 6 bulan ke atas yang umumnya beresiko tinggi mengalami penyimpangan pertumbuhan linier, karena sering sakit dan infeksi. Saat ini secara komersial, MPASI Pemulih menggunakan L-Glutamin belum tersedia.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Tumbuh Kembang Bayi

Pertumbuhan dapat diartikan penambahan jumlah dan ukuran sel. Sedangkan perkembangan dapat diartikan peningkatan fungsi organ tubuh yang ditandai dengan adanya diferensiasi dan pendewasaan sistem organ individu. Sesungguhnya pertumbuhan sudah dimulai sejak janin berada dalam kandungan ibunya dan proses ini berlanjut terus setelah bayi dilahirkan. Pada waktu lahir, bayi mempunyai berat badan sekitar 3 kg dan panjang badan sekitar 50 cm. Pada hari pertama berat badan menurun karena penyesuaian sebagai akibat kehilangan cairan dan beberapa katabolisme jaringan, selanjutnya beradaptasi kembali ke berat semula dan terus meningkat beratnya sesuai dengan usianya. Pertambahan berat badan akan diikuti dengan pertambahan panjang badan, demikian juga organ tubuh lainnya. Kecepatan pertambahan berat badan maupun panjang badan tidak sama, pada triwulan pertama lebih cepat dari pada triwulan kedua (20-25g/hari), demikian pula kedua lebih cepat dari pada triwulan ketiga (15g/hari). Demikian pula kecepatan pertambahan panjang badan. Sejalan dengan proses pertumbuhan, bayi mengalami proses perkembangan organ-organ tubuh sehingga dapat berfungsi dengan sempurna (Glass, 2002).

Sejak lahir, bayi neonatal menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya. Penyesuaian pertama adalah pernafasan, awalnya sebagian besar pernafasan bayi bergantung pada otot-otot perut sehingga pernafasan dangkal dan agak cepat. Setelah bayi duduk, otot-otot dada mulai membantu pernafasan sehingga pernafasan menjadi lebih dalam dan lebih lambat. Antara usia 3 sampai 7 tahun,

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

pola pernafasan dewasa terbentuk. Makin kecil badan, makin besar permukaan yang dimiliki berdasarkan perbandingan dengan berat badannya. Karena permukaan yang lebih besar berarti lebih banyak panas yang hilang, bayi mengalami kehilangan panas lebih banyak dari pada orang dewasa. Suhu badan bayi belum teratur dengan baik sampai anak berusia 2 tahun walaupun setiap anak memiliki pola tersendiri. Pengendalian suhu tubuh dihubungkan dengan kelenjar tiroid. Apabila bayi menderita KEP, dapat dipastikan terjadi gangguan sekresi kelenjar tiroid sehingga tumbuh kembang fisik cenderung pendek.

Menurut Panggabean (1991), tumbuh kembang otak terdiri dari hiperplasia (perbanyakkan) dan hipertropi (pembesaran ukuran sel) yang diteruskan dengan proses maturasi sel otak yang berlangsung pesat pada 24 bulan awal kehidupan setelah bayi dilahirkan. Susunan syaraf pusat terutama otak, memegang peranan dalam perkembangan anak. Otak bayi lahir dengan bentuk lengkap, akan tetapi sel syaraf masih memerlukan proses maturasi. Berat otak bayi yang baru lahir sekitar 25 % berat otak dewasa. Ketika usianya 2 tahun, berat otak mencapai 90 % berat otak dewasa. Otak memerlukan proses maturasi guna jalinan koneksi antar sel atau terjadinya koordinasi antar sel dalam transfer neurotransmitter pada sinaps sel otak.

Maturasi sel otak meliputi pertumbuhan dan perpindahan sel syaraf yang terdiri dari badan sel, akson dan dendrit. Selama maturasi, perkembangan susunan syaraf pusat bayi meliputi jumlah dan kualitas hubungan akson dan dendrit. Mieliniasi yaitu perkembangan selaput syaraf menyertai kompleksitas hubungan antar syaraf dan perkembangan otak. Tumbuh kembang otak dapat dilihat dari membesarnya lingkaran kepala dari  $34 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$  pada saat bayi lahir menjadi  $48 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$  pada saat berusia 18 bulan (Panggabean, 1991).

Perkembangan fungsi penginderaan dan motorik terjadi secara bersamaan. Kemampuan otak untuk persepsi dan interpretasi rangsang indera terjadi secara bertahap. Melalui tahapan ini terjadi akumulasi belajar yang baik. Apabila pengalaman belajar yang dilalui menyenangkan, maka rasa ingin tahu bayi terhadap pengalaman eksplorasi gerak, mendorong bayi untuk belajar sehingga terjadi perkembangan intelegensi bayi. Perkembangan motorik terjadi sangat pesat pada usia 1 tahun pertama terutama pada proses belajar untuk koordinasi dan kendali gerakan badan. Koordinasi kepala, mata dan tangan berkembang pada usia 2 sampai 6 bulan. Pada usia 6 sampai 12 bulan, bayi belajar duduk, berputar, berdiri, merangkak dan akhirnya berjalan. Perasaan aman memberi landasan perkembangan pribadi selanjutnya. Bayi belajar mengenal keluarga dan lingkungannya termasuk simbol-simbol dan suara (Panggabean, 1991).

Perkembangan saluran cerna termasuk penambahan ukuran, kapasitas dan fungsi organ pencernaan yang meliputi lambung, pankreas, hati, empedu, usus besar dan usus halus. Seiring dengan usianya, terjadi maturasi fungsi organ dan sekresi enzim pencernaan yang mampu menguraikan pati, protein dan lemak menjadi unit-unit kecil zat gizi seperti gula tunggal atau glukosa, asam amino dan asam lemak. Selanjutnya zat gizi ini siap disintesa untuk keperluan tumbuh kembang. Tumbuh kembang saluran cerna diikuti pula oleh tumbuh kembang gigi geligi.

Pada saat lahir, gigi susu dan gigi seri sudah ada di gusi, tetapi keluarnya gigi susu biasa terjadi pada bulan ke enam atau ke tujuh. Gigi seri muka tumbuh disusul dengan gigi seri belakang. Gigi bawah tumbuh di gusi lebih dahulu sebelum gigi atas. Pada usia 12-16 bulan, geraham pertama disusul gigi taring pada usia 16-20 bulan. Geraham kedua tumbuh pada usia 20-30 bulan. Oleh sebab itu secara



bertahap, bayi mampu menerima MPASI beragam bentuk dan teksturnya sehingga pada akhirnya mampu menerima makanan keluarga. Tumbuh kembang organ berdampak pada sistem imunitas atau kekebalan dan produktivitas kerja di usia produktif. Hal ini terkait erat dengan metabolisme tubuh yang sangat dipengaruhi keseimbangan hormon dan enzim (Glass, 2002).

Pada saat bayi dilahirkan pertahanan bayi bersifat pasif, atau perkembangannya masih belum sempurna. Pemberian MPASI berarti memberi peluang protein asing atau antigen untuk masuk, sehingga memerlukan pertahanan yang aktif. ASI mampu memberikan rangsangan yang diperlukan bagi perkembangan mekanisme yang aktif. Proses pertahanan non imunologis seperti keasaman lambung, sekresi usus, peristaltik, cairan dalam membran, berperan secara independen untuk memberikan proteksi bagi permukaan usus. Pada masa neonatal asam lambung menurun dan permeabilitas usus meningkat, sehingga dua pertahanan tubuh ini lemah, memudahkan kuman menempel dan berkembang biak di dinding usus. Cepatnya pergerakan usus karena peristaltik lambung yang meningkat justru menguntungkan, karena kuman menjadi sulit menempel di dinding usus (Susanto, 2001).

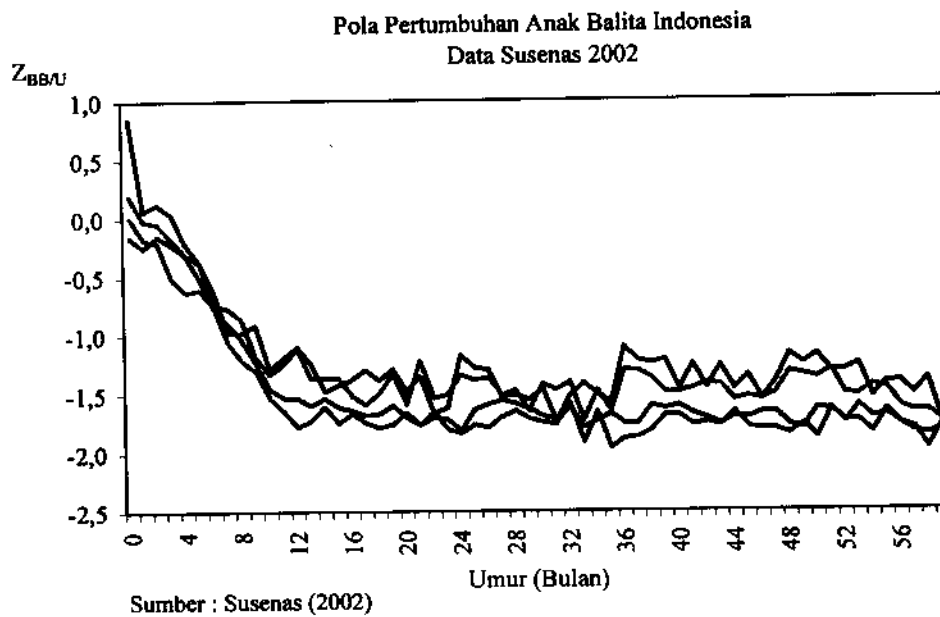
Imunoglobulin A merupakan imunoglobulin yang paling dominan dalam ASI yang dapat dipindahkan dari tubuh ibu ke bayi, sehingga memungkinkan kekebalan spesifik ibu diterima bayi. Sistem pertahanan ini tidak akan berkembang secara optimal jika bayi pada usia dini mendapat makanan dengan protein asing atau terkontaminasi kuman. Oleh karena itu ASI eksklusif 6 bulan sangat dianjurkan, agar usus bayi yang kekebalannya belum sempurna tidak terkontaminasi protein asing dan mikroba patogen (Susanto, 2001).

## Gizi Buruk dan Gagal Tumbuh

Status gizi bayi dan balita di Indonesia sangat kompleks, analisis data Susenas menunjukkan prevalensi Kekurangan Energi Protein atau KEP pada bayi dan balita cenderung tinggi yaitu di atas 20 %. Krisis moneter yang terjadi sejak 1998 sampai 2002 makin memperparah kondisi ini. Untuk Kabupaten Bogor, pada tahun 2001, prevalensi gizi buruk yang diukur berdasarkan parameter Berat Badan / Umur < -3SD dari median baku WHO-NCHS sekitar 0,82% dan gizi kurang atau BB/U -3SD sampai dengan -2SD dari median baku WHO-NCHS sekitar 13,99%. Tampaknya gizi buruk belum sepenuhnya dapat dieradikasi walaupun upaya program pemberian MPASI yang dipelopori Unicef dan berlanjut dengan dana APBN memberi manfaat positif menekan laju gagal tumbuh (Moeloeck, 1999).

Menurut Pelletier *et al.*, (1993) yang dikutip oleh Martorell (1995), gizi kurang berdampak nyata pada kematian balita. Estimasi mereka, lebih dari 50 % kematian balita disebabkan oleh gizi kurang sedang sampai buruk. Gizi kurang terjadi karena tubuh kekurangan satu atau beberapa jenis zat gizi yang diperlukan. Defisiensi zat gizi terutama energi dan protein akan memberikan gangguan psikologik dan sosial, serta secara klinis menyebabkan kelambatan pertumbuhan. Sedangkan gangguan penyerapan makanan dapat disebabkan oleh kerusakan permukaan epitel mukosa usus (*brush border*) sehingga timbul kekurangan enzim laktase, gangguan fermentasi karbohidrat, dekonjugasi garam empedu dan terjadinya perubahan struktur mukosa usus berupa pemendekan jonjot usus (*vili intestinalis*) dan pendangkalan kriptas yang berakibat berkurangnya mukosa usus (Apriantono, 2000). Dari kurva  $Z_{skor}$  (BB/U) bayi sampai 24 bulan, rata-rata

nasional menunjukkan gambaran yang menyedihkan, gizi kurang berdampak gagal tumbuh dengan prevalensi 7 sampai 30 % (Gambar 1).



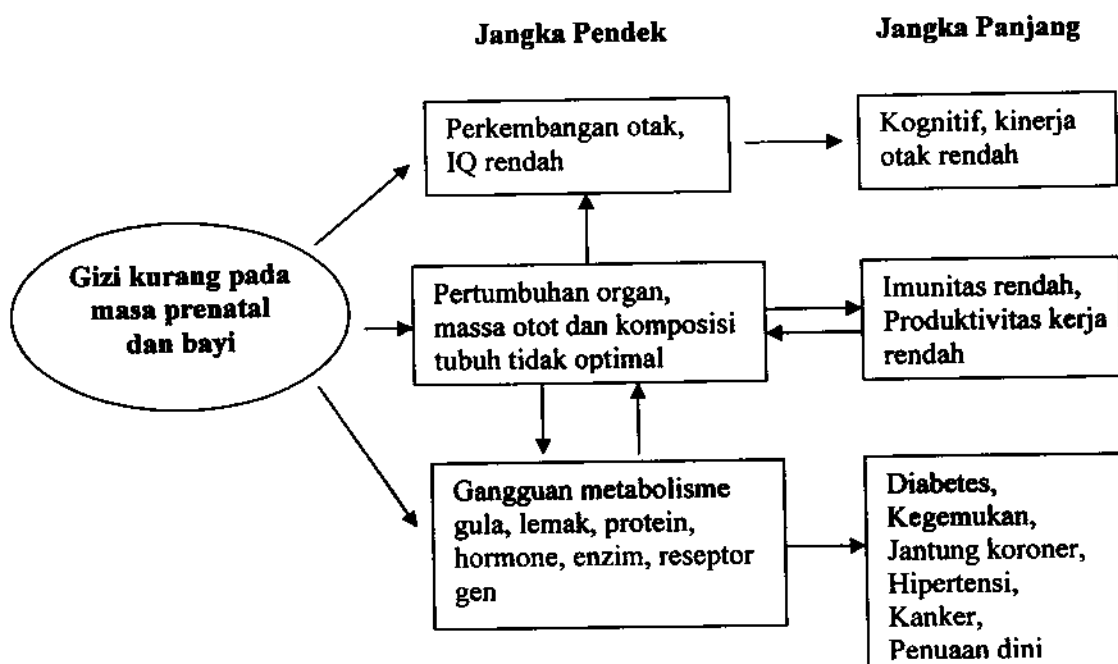
**Gambar 1. Kurva Zskor BB/U yang menunjukkan gagal tumbuh bayi sampai anak balita**

### Gagal Tumbuh

Gagal tumbuh atau *growth faltering* banyak dijumpai di negara miskin dan berkembang. Tolok ukur yang dipakai adalah KEP buruk yang dicerminkan dengan tingginya prevalensi pendek-kurus atau persentase BB/PB lebih dari 10 %. Gagal tumbuh yang terjadi pada bayi umumnya memiliki persamaan pola yaitu dimulai pada usia 3 bulan atau selepas ASI eksklusif. Apabila tidak ditangani dengan serius maka penyimpangan BB/U semakin jauh atau bayi menderita KEP buruk. Menurut profesor David Barker yang terkenal dengan hipotesis Barker, implikasi KEP tidak saja berdampak pada kecerdasan, tetapi juga dapat menyebabkan gangguan



metabolisme gula, lemak, protein bahkan gangguan sistem endokrin yang bersifat kronis jangka panjang (Gambar 2).



Sumber: Global nutrition challenges: a life-cycle approach, Food and Nutrition Bulletin, Vol. 21(3) supp. 2000. UNU

**Gambar 2. Dampak KEP jangka pendek dan jangka panjang**

KEP yang terjadi pada bayi dan balita berdampak ganda, tidak saja kehilangan IQ atau kecerdasan tetapi juga berdampak pada perkembangan mental (Scrimshaw, 1997). Pada jangka pendek, KEP menyebabkan berkurangnya IQ poin 5-50 yang mengganggu proses belajar mengajar karena fungsi kognitif dan kinerja otak tidak optimal (Grantham – Mc Gregor, 1991; Scrimshaw, 1997). Selain itu implikasi KEP jangka pendek akan berdampak pada pertumbuhan massa otot dan komposisi tubuh yang menyimpang dari normal karena umumnya pendek dan kurus. Menurut Lutter dan Dewey (2003), gagal tumbuh yang dicerminkan dengan rendahnya BB/U yang terjadi pada bayi akan berdampak pada panjang badannya

sehingga akumulasinya dikemudian hari pendek dan kurus. Anak-anak yang mampu bertahan hidup, pada usia dewasa rentan terhadap penyakit non infeksi dan umumnya kinerja produktivitas fisik rendah. KEP buruk pada usia kanak-kanak akan mengganggu tumbuh kembang sistem endokrin dan menyebabkan gangguan pada sistem program kerja hormon dan enzim, khususnya metabolisme gula, lemak dan protein. Pada usia dewasa, peluang terjadinya kegemukan akibat deposit lemak berlebih sangat tinggi sehingga akhirnya memicu penyakit non infeksi seperti diabetes tipe 2 (*non insulin dependant diabetes mellitus*), hipertensi, jantung koroner, kanker dan penuaan dini (Ravelli *et al.*, 1998 ; Lean *et al.*, 1998).

### MPASI dan Perannya untuk Tumbuh Kembang

Laju pertumbuhan anak adalah fungsi biologis dari usia sehingga kegagalan tumbuh kembang masa bayi sampai 24 bulan tidak akan pernah mengejar laju tumbuh kembang selanjutnya. Dengan demikian, kapasitas tumbuh kembang bayi dibatasi oleh waktu, jika terjadi kehilangan sejumlah zat gizi yang dibutuhkan untuk tumbuh kembang yang mengakibatkannya gizi buruk maka dapat dipastikan terjadinya hambatan tumbuh kembang selanjutnya misal tinggi badan menjadi lebih pendek (Martorell, 1995 ; Lutter dan Dewey, 2003).

Pemberian MPASI dan pengaruhnya terhadap tumbuh kembang otak dan fungsi kognitif diyakini berdampak positif. Hasil studi yang dilakukan Pollitt *et al.*, (1993) di Guatemala yaitu pemberian makanan kaya energi 682 KJ dan 11,5g protein selama prenatal dan 24 bulan posnatal menunjukkan skor uji pengetahuan, numerikal, membaca dan kemampuan bahasa lebih tinggi dibandingkan mereka yang menerima 246 KJ.



Studi serupa juga pernah dilakukan Waber *et al.*, (1981) dengan pemberian makanan bergizi (minyak, susu dan roti) pada ibu hamil ( $n = 433$ ) yang diteruskan sampai anak berusia 3 tahun, menunjukkan hasil yang positif terhadap tumbuh kembang anak dilihat dari perkembangan psikomotorik.

Studi yang dilakukan Pollitt *et al.*, (1986) yaitu pada 334 anak berumur 6-60 bulan yang berpartisipasi dalam penelitian suplemen makanan 300-400 Kal per hari selama 90 hari; kemudian penelitian diulang kembali 8 tahun sesudahnya pada tahun 1994. Pollitt menemukan bahwa 232 anak (125 anak yang mendapat suplemen dan 106 kontrol) dari 334 anak yang diuji kognitif menunjukkan hasil yang bermakna. Selain itu suplementasi berpengaruh nyata terhadap penambahan berat badan dan perkembangan motorik (Pollitt *et al.*, 1997). Pemberian MPASI sangat bermakna bila diberikan sebelum 2 tahun. Grantham - Mc Gregor dan Buchanan (1982) pada studi kasus di Jamaica yaitu program rehabilitasi bayi 8 bulan yang menderita kwashiorkor, membuktikan intervensi MPASI yang diikuti dengan stimulasi mampu memperbaiki IQ (*Intelligence Qoution*) lebih baik dibandingkan mereka yang menerima intervensi MPASI saja.

### Persyaratan MPASI

Makanan Pendamping Air Susu Ibu atau MPASI adalah makanan selain ASI yang ditujukan untuk bayi 6 bulan keatas guna memenuhi kecukupan gizinya (WHO, 1998). Mengacu pada kesepakatan hasil konsultasi global para pakar MPASI di Jenewa (2001) atau *WHO Expert Consultation on Complementary Feeding*, beberapa persyaratan MPASI antara lain:



## 1. Memenuhi Kecukupan Energi dan Zat Gizi lainnya.

Dengan asumsi ASI tetap diberikan sebanyak 764 g/hari (rata-rata konsumsi ASI) yang menyumbang sekitar 565 Kal/hari jika kepadatan energinya 0,74 Kal/g dan kapasitas lambung bayi 30 g/kg berat badan rujukan WHO maka dianjurkan pemberian MPASI 200 Kal/hari untuk bayi 6-8 bulan, 300 Kal/hari untuk bayi 9-11 bulan dan 550 Kal/hari untuk 12-24 bulan. Fortifikasi MPASI dengan mikronutrien vitamin dan mineral disarankan sesuai dengan kondisi masalah gizi masing-masing negara.

Kecukupan gizi bayi yang merupakan resultante pemberian ASI dan MPASI yang benar akan membawa hasil optimal. Oleh sebab itu agar asupan ASI tidak terganggu, MPASI disarankan memiliki kepadatan energi tinggi minimal 0,8 Kal/g dan frekuensi pemberiannya 2-3 kali/hari untuk bayi 6-8 bulan, 3-4 kali/hari untuk bayi 9-11 bulan dan 3-4 kali/hari untuk 12-24 bulan. Pemberian MPASI dianjurkan ketika usia bayi 6 bulan dan ASI tetap diberikan sampai 24 bulan.

Lemak dalam MPASI menyumbangkan energi, asam lemak esensial dan vitamin larut lemak, selain itu lemak juga mempengaruhi palatabilitas sehingga potensial sebagai sumber padat energi. Mengingat kapasitas lambung bayi kecil, kepadatan energi dalam MPASI dapat tercapai dengan menambahkan lemak atau minyak sehingga dengan volume terbatas, kebutuhan energi dapat terpenuhi. Untuk mencegah resiko kegemukan di usia remaja dan dewasa, Torun *et al.*, (1996) menyimpulkan bahwa jumlah lemak sebagai penyumbang energi dibatasi 30 sampai 35 % dengan catatan komposisi asam lemaknya seimbang.

Asam lemak tidak jenuh ganda omega-3 sumber DHA dan omega-6 sumber asam arahidonat merupakan asam lemak esensial prekursor untuk sel-sel imunitas

prostaglandin, tromboksan, leukotrien dan imunoglobulin lainnya serta prekursor tumbuh kembang retina dan sistem syaraf pusat, otak beserta sel syaraf (WHO, 1998).

Lemak juga merupakan sumber vitamin larut lemak sehingga jumlahnya perlu dipertimbangkan. Penelitian Uauy *et al.*, (2000) menunjukkan jika jumlah lemak lebih kecil dari 22 % total energi maka terdapat kecenderungan defisiensi vitamin larut lemak yang juga berfungsi sebagai antioksidan. Menurut Codex Stan 74-1981 (Revisi 1985, 1987, 1989, 1991), jumlah lemak berkisar antara 20 sampai 40 % total energi dengan jumlah omega-6 asam linoleat minimal 300mg / 100 Kal atau 1,4g / 100 g MPASI.

### 1.1. Protein

Protein digunakan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan sel tubuh. Untuk memenuhi kebutuhan protein bayi usia muda sebaiknya disediakan protein yang bermutu tinggi. Pertumbuhan berlangsung secara bertahap, dan yang paling terlihat jelas adalah ukuran badan. Dari lahir hingga dewasa, berat badan meningkat 20 kali dan tinggi 3 sampai 3,5 kali. Laju pertumbuhan mengalami penurunan dengan melajunya umur. Karena itu kebutuhan gizi untuk pertumbuhan berkurang dengan bertambahnya usia, sedang gizi untuk pemeliharaan sel meningkat dengan meningkatnya proporsi ukuran badan.

Bayi membutuhkan protein 2 sampai 4 g/kg berat badan pada awalnya. Pemberian diatas kisaran ini dapat membuat beban ginjal bertambah berat, sedangkan pemberian dibawah 2 g/kg berat badan dapat berdampak gizi kurang atau KEP. Secara umum kebutuhan protein untuk bayi Indonesia berkisar antara 12



sampai 15 g/hari. Kebutuhan protein MPASI bervariasi tergantung dari mutu protein. Susunan asam amino esensial MPASI akan mempengaruhi mutu protein MPASI yang akhirnya menentukan tumbuh kembang bayi. Menurut Codex Stan 74-1981 (Revisi 1985, 1987, 1989, 1991) jumlah protein minimal 15 % dengan mutu protein minimal 70 % nilai kasein.

## 1.2. Mikronutrien

Apabila kondisi ibu sehat dan memiliki cadangan lemak untuk produksi ASI memadai, ibu akan menghasilkan ASI dalam jumlah dan mutu yang mampu memuaskan kebutuhan bayi. Apabila kondisi ibu anemia dan KEP maka dapat dipastikan cadangan mikronutrien bayi tidak memadai sehingga asupan MPASI yang difortifikasi mampu menjembatani kebutuhan mikronutrien. Yang perlu diperhatikan adalah ketersediaan biologis mikronutrien karena ketersediaan dan penyerapan zat gizi mikro ini lebih berarti untuk metabolisme tubuh.

Tabel 1. Prakiraan kebutuhan protein dan mikronutrien per konsumsi ASI

Zat Gizi	6-8 bulan			9-11 bulan			12-23 bulan		
	Asupan ASI			Asupan ASI			Asupan ASI		
	Rendah	Rata-rata	Tinggi	Rendah	Rata-rata	Tinggi	Rendah	Rata-rata	Tinggi
Protein (g/h)	5,2	2	0	6,7	3,1	0	9,1	5	1,2
Vitamin A ( $\mu\text{gRE/h}$ )	164	13	0	214	42	0	313	126	0
Folat ( $\mu\text{g/h}$ )	0	0	0	9	0	0	35	3	0
Niasin (mg/h)	3	3	3	5	4	4	8	7	7
Asam Pantotenat (mg/h)	1,0	0,5	0	1,2	0,6	0	1,4	0,7	0
Riboflavin (mg/h)	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,5	0,4	0,3
Tiamin (mg/h)	0,1	0,1	0	0,2	0,2	0,1	0,5	0,4	0,3
Vitamin B6 (mg/h)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vitamin B12 ( $\mu\text{g/h}$ )	0	0	0	0,1	0	0	0,3	0	0
Vitamin C (mg/h)	10	0	0	14	0	0	23	8	0

Zat Gizi	6-8 bulan			9-11 bulan			12-23 bulan		
	Asupan ASI			Asupan ASI			Asupan ASI		
	Rendah	Rata-rata	Tinggi	Rendah	Rata-rata	Tinggi	Rendah	Rata-rata	Tinggi
Vitamin D ( $\mu\text{g/h}$ )	6,8	6,6	6,5	6,9	6,7	6,5	7	6,7	6,4
Vitamin K ( $\mu\text{g/h}$ )	9,2	9	8	9,4	9	8	9,6	9	8
Kalsium (mg/h)	421	336	252	449	353	256	301	196	92
Klorida (mg/h)	344	217	90	386	241	97	727	569	412
Tembaga (mg/h)	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,3	0,2
Fluor ( $\mu\text{g/h}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yodium ( $\mu\text{g/h}$ )	19	0	0	30	0	0	51	10	0
Besi (mg/h): Rendah	20,9	20,8	20,7	20,9	20,8	20,71	11,9	11,8	11,7
Rata-rata	10,9	10,8	10,7	10,9	10,8	10,7	5,9	5,8	5,7
Tinggi	6,9	6,8	6,7	6,9	6,8	6,7	3,9	3,8	3,7
Magnesium (mg/h)	62	51	41	70	58	46	79	66	53
Mangan ( $\mu\text{g/h}$ )	14	12	10	14	12	10	15	13	10
Fosfor (mg/h)	348	306	263	362	314	266	246	193	141
Kalium (mg/h)	505	346	188	557	377	196	708	512	315
Selenium ( $\mu\text{g/h}$ )	3	0	0	5	0	0	11	4	0
Natrium (mg/h)	253	199	144	301	239	177	469	401	334
Seng (mg/h)	4,6	4,2	3,8	4,7	4,3	3,8	6,3	5,8	5,4

Sumber : WHO (1998). Complementary feeding of young children in developing countries: A review of current scientific knowledge

## 2. Ketersediaan MPASI Harus Memadai.

Kecukupan gizi MPASI hanya dapat terpenuhi jika akses ibu untuk mendapatkan MPASI tersedia. Oleh sebab itu kemampuan ekonomi keluarga dan harga jual harus dipertimbangkan. Pemilihan teknologi pengolahan yang tepat berperan penting dalam mendukung ketersediaan MPASI yang terjangkau harganya.

Salah satu prasyarat pemberian MPASI adalah makanan tersebut aman dikonsumsi bayi, bebas dari kontaminan yang membahayakan kesehatan seperti mikroba patogen, racun pestisida, benda asing, logam berat dan alergen (penyebab alergi). Cara pembuatannya mengacu pada kaedah sanitasi dan higiene sehingga

produk bersih aman dan bermutu baik. Di Indonesia, “Halal” juga merupakan pertimbangan tersendiri karena makanan yang “halal dan toyib” akan memberi dukungan moral dalam perkembangan jiwa di kemudian hari.

Dalam pembuatan MPASI skala komersial, teknologi proses harus mengacu pada persyaratan cara berproduksi yang baik (*Good Manufacturing Practice*) dimana di dalamnya terkandung kaedah *Hazard Analysis Critical Control Point* untuk jaminan mutu produk yang baik. Menurut Sunaryo (2003), teknologi pembuatan MPASI akan sangat berkait pada aspek keamanan pangan diantaranya:

- 1) Mampu mengolah dengan tingkat kehilangan zat gizi seminimal mungkin.
- 2) Mampu mengurangi kekambaan produk sehingga ekonomis dalam kemasan dan padat gizi dalam komposisi.
- 3) Mampu menghilangkan faktor anti gizi yang menghalangi efektifitas penyerapan zat gizi seperti anti tripsin, haemaglutinin, saponin, faktor flatulens (rafinosa, stahiosa).
- 4) Mampu meningkatkan ketersediaan mineral seperti Fe, Cu dan mineral minor lainnya.
- 5) Mampu memperbaiki penerimaan produk seperti matangnya pati, terbentuknya rasa dan aroma yang khas (reaksi Maillard atau pencoklatan akibat gula bereaksi dengan asam amino selama pemasakan) dan hilangnya kesan mentah.
- 6) Mampu mengawetkan makanan sehingga mutunya tetap baik. Jika MPASI akan diperjualbelikan, maka kemasan dan pemberian label harus sesuai dengan peraturan pelabelan yang berlaku yang dikeluarkan BPOM.



### 3. Perhatian Pada Pemberian MPASI Yang Benar

Pemberian MPASI yang benar merupakan kunci keberhasilan tumbuh kembang bayi. Perilaku ibu dalam pengasuhan khususnya pada saat pemberian ASI dan MPASI sangat berpengaruh. Masa 6 sampai 24 bulan merupakan masa kritis tumbuh kembang fungsi penginderaan, motorik, sensorik, sosial dan kognitif, oleh sebab itu mereka harus mendapat ASI dan MPASI secara responsif. Kesepakatan hasil konsultasi global pakar MPASI di Jenewa atau *WHO Expert Consultation on Complementary Feeding* pada tahun 2001 menggariskan petunjuk pemberian MPASI sebagai berikut:

- 1) Memberikan ASI eksklusif 6 bulan dan memperkenalkan MPASI ketika usia bayi 6 bulan keatas.
- 2) Tetap memberikan ASI sampai 24 bulan atau lebih.
- 3) Memberikan MPASI secara responsif.

Keberhasilan pemberian MPASI tergantung perilaku ibu dalam:

- a) Memberi MPASI secara responsif artinya setiap saat bayi lapar, porsi kecil dan sering;
  - b) Pemberian harus sabar, perlahan-lahan dengan kasih sayang;
  - c) Pemberian beragam untuk mencegah kebosanan antara lain ragam bentuk, rasa, tekstur dan cara pemberiannya;
  - d) Menciptakan suasana yang menyenangkan sehingga membangkitkan selera makan;
  - e) Memberikan makan dengan kasih sayang, perhatian penuh dan gugah keinginan anak untuk mencoba segala makanan yang tepat.
- 4) Menjaga sanitasi dan higiene dalam penyiapan dan penyajian MPASI. Jika MPASI tersedia bukan dalam 1 kali penyajian, perhatikan cara

penyimpanannya. Cuci tangan dan kebersihan alat-alat makan senantiasa diprioritaskan.

- 5) Memberikan MPASI sesuai umur dan frekuensi/hari.
- 6) Melatih pemberian MPASI aneka bentuk, tekstur dan rasa sesuai perkembangan sistem pencernaannya, dimulai dengan tekstur yang lembut, meningkat agak kasar dan akhirnya kasar sesuai makanan dewasa. Perhatikan nilai gizinya agar kecukupan gizi terpenuhi.
- 7) Perhatikan frekuensi pemberian dan kepadatan energi MPASI. Sesuai umur, frekuensi pemberian MPASI disesuaikan jenis dan kepadatan energi MPASI. Snack bergizi dapat diberikan.
- 8) MPASI dianjurkan yang bergizi tinggi, menyehatkan dan aneka ragam. Ragam makanan seperti sereal, kacang-kacangan, daging, ayam, ikan, telur, susu, buah dan sayur kaya vitamin A, B dan C sangat dianjurkan.
- 9) Fortifikasi atau suplemen vitamin dan mineral dianjurkan khususnya pada MPASI buatan pabrik. Pemberian vitamin dan mineral mengacu pada peraturan Angka Kebutuhan Gizi masing-masing negara.
- 10) Pemberian MPASI tetap diberikan sekalipun dalam keadaan bayi sakit.

### **MPASI Pemulih**

MPASI Pemulih diformulasikan khusus untuk mengoreksi terjadinya penyimpangan pertumbuhan dan perkembangan pada bayi. Formulasinya diupayakan untuk mengantisipasi terjadinya intoleransi terhadap penyerapan protein, karbohidrat dan inefisiensi kerja enzim. Oleh sebab itu formulasinya harus



mampu mensuplai energi, protein dan mikronutrien yang ditujukan untuk memacu pertumbuhan jaringan tubuh dalam waktu yang relatif singkat.

Analogi mutu ASI yang ideal dapat dilakukan untuk meningkatkan daya cerna dan absorpsi zat gizi. Dengan demikian karbohidrat sederhana seperti dekstrin dan hasil hidrolisanya yang diimbangi dengan sumber energi lainnya terutama lemak dan minyak mampu mensuplai kebutuhan padat energi. Bagi bayi kepadatan energi merupakan faktor dominan yang menentukan frekuensi dan volume MPASI yang diberikan. Lemak dan minyak disamping jenisnya dan jumlahnya, juga perlu dipertimbangkan komposisi asam lemak esensial. Dibandingkan susu formula, ASI mengandung komposisi kolesterol, rasio asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh ganda lebih tinggi (Tabel 2). Selain itu komposisi ASI untuk asam lemak tidak jenuh ganda esensial omega-3 terutama DHA (*Docosa Hexaenoic Acid*) dan AA (*Arachidonic Acid*) dijumpai dalam jumlah yang nyata. Zat gizi tersebut dibutuhkan untuk mielinisasi dan tumbuh kembang sistem saraf pusat (Bitman J, 1983).

Sebagai sumber protein bermutu tinggi diupayakan untuk menggunakan gabungan protein hewani dan nabati antara lain *whey* protein dan kacang hijau. Yang diharapkan dari asupan protein adalah yang mampu memberikan keseimbangan nitrogen positif sehingga absorpsi asam amino mampu memacu sintesa protein (Sauberlich, 1999).

Tabel 2. Mutu protein dan asam lemak ASI dan susu formula

Komposisi	ASI	SF <sup>1)</sup>
<b>Mutu Protein <sup>2)</sup></b> (mg asil amino/g protein)		
Treonin	322	355
Valin	391	389
Metionin	102	153
Isoleusin	372	360
Leusin	671	688
Tirosin	287	295
Penilalanin	275	278
Lisin	466	572
Histidin	169	159
Arginin	255	209
Triptophan	143	120
<b>Mutu Asam Lemak <sup>3)</sup> (% b/b)</b>		
14 : 0	7,2 ± 0.3	3.2
16 : 0	23,1 ± 0.6	27.2
18 : 0	7,4 ± 0.2	5.3
18 : 1	43,8 ± 1.8	41.1
18 : 2n - 6	14,2 ± 0.5	22.3
20 : 2n - 6	0,4 ± 0.0	-
20 : 3n - 6	0,3 ± 0.0	-
20 : 4n - 6	0,5 ± 0.0	-
22 : 4n - 6	0,1 ± 0.0	-
22 : 5n - 6	0,1 ± 0.0	-
18 : 3n - 3	1,9 ± 0.1	2.2
20 : 5n - 3	0,1 ± 0.0	-
22 : 5n - 3	0,2 ± 0.0	-
22 : 6n - 3	0,3 ± 0.0	-

Keterangan : 1) Susu Formula terdiri dari 25% skim milk, 38% whey protein, 25% kaseinat, 12%  $\alpha$ -laktalbumin whey protein (Jost *et al.*, 1999).

2) Jost *et al.*, (1999).

3) Bitman *et al.*, (1983).

### Profil Imunitas Seluler

Sistem imunitas seluler termasuk sistem imunitas spesifik yang memiliki kemampuan untuk mengenal mikroorganisme atau antigen yang muncul dalam

tubuh. Protein asing seperti mikroorganisme atau antigen yang menginfeksi tubuh segera dikenal oleh sistem imunitas spesifik sehingga terjadi sensitasi sel-sel imun tersebut. Sel-sel imunitas tersebar di seluruh tubuh dan ditemukan di dalam darah, limpa, timus, kelenjar limfe, saluran nafas, saluran cerna dan saluran kemih. Apabila sel-sel imunitas spesifik berpapasan kembali dengan protein asing yang sama, maka sistem ini dapat bekerja tanpa bantuan sistem imunitas non spesifik untuk menghancurkan protein asing yang berbahaya bagi kesehatan tubuh (Baratawidjaja, 2000).

### 1. Limfosit B

Yang berperan dalam sistem imunitas spesifik humoral adalah limfosit B atau sel B. Sel B berasal dari sel multipoten atau sel bakal. Apabila sel B dirangsang oleh protein asing maka sel B akan berproliferasi dan berkembang menjadi sel plasma yang dapat membentuk antibodi. Fungsi utama antibodi ini adalah pertahanan terhadap infeksi ekstraseluler virus, bakteri dan menetralkan toksinnya.

### 2. Limfosit T

Yang berperan dalam sistem imunitas spesifik seluler adalah limfosit T atau sel T. Sel T berasal dari sel multipoten atau sel bakal yang berproliferasi dan berdiferensiasi di dalam kelenjar timus berdasarkan perintah timosin. Sel T terdiri atas beberapa sel subset dengan fungsi yang berbeda antara lain T *helper*, T *suppressor*, T sitotoksik dan T memori. Fungsi utama sel T adalah pertahanan

tubuh terhadap infeksi bakteri yang hidup intraseluler seperti virus, jamur, parasit dan peradangan.

### 3. Limfoid

Sel-sel imunitas yang ditemukan dalam jaringan dan organ disebut sistem limfoid yang terdiri dari limfosit, sel epitel dan stroma. Organ limfoid primer diperlukan untuk pematangan sel T dan B, diferensiasi dan proliferasi sehingga menjadi limfosit yang dapat mengenal antigen. Sedangkan organ limfoid sekunder yang terdiri dari limpa, kelenjar limfe dan jaringan mukosa berfungsi melindungi tubuh dari invasi patogen dengan mengaktifkan sensor sel T.

### 4. Arus limfosit

Limfosit berdiferensiasi dan menjadi matang di organ limfoid primer untuk kemudian masuk dalam sirkulasi darah. Sel B diproduksi dan menjadi matang dalam sumsum tulang sebelum akhirnya masuk ke kelenjar limfe dan darah. Prekursor sel T dari sumsum tulang, bermigrasi ke dalam timus dan matang sebelum memasuki pembuluh darah. Sirkulasi limfosit berlangsung terus menerus sehingga waspada terhadap infeksi alamiah.

Limfosit dikenal sebagai kunci pengontrol sistem imunitas. Kemampuan limfosit untuk mengenali antigen disebabkan adanya reseptor pada permukaan sel yang disebut TCR. Sel B mengenal antigen melalui TCR yang berupa imunoglobulin pada permukaan sel B. TCR sel T ditemukan pada sel T yang matang yang mampu mengenali peptida antigen yang berhubungan dengan molekul MHC (*Major Histocompatibility Complex*) sel tubuh kita. Dengan kemampuan

mengenali, mengingat dan mengopi antigen, limfosit mampu membuat antibodi untuk menghancurkan antigen.

### **Peran L-Glutamin**

Penemuan peran L-Glutamin untuk pertumbuhan optimal sel sudah dilaporkan pertama kali sejak 1950 oleh Harry Eagle. Menurut Eagle, L-Glutamin disukai guna proliferasi atau perbanyakkan sel imunitas. L-Glutamin sejak lama dikenal sebagai asam amino kondisional karena ketersediaannya dalam tubuh yang dapat disintesa dari beragam sumber asam amino. Hampir semua sel tubuh manusia mempunyai glutamin sintetase yang mampu mengubah glutamat menjadi glutamin dalam kondisi tubuh memerlukan L-Glutamin dalam jumlah luar biasa besarnya. Kondisi darurat yang dimaksud apabila tubuh mengalami inflamasi hebat seperti kecelakaan yang berdampak pendarahan hebat, luka bakar (Gore dan Jahoor, 1994), infeksi hebat (Shabert dan Wilmore, 1996) dan pasca operasi (Reeds dan Burrin, 2000). Pasokan eksternal glutamin dalam bentuk nutrisi parenteral dan enteral sangat membantu meningkatnya plasma glutamin darah (Wilmore dan Rombeau, 2001).

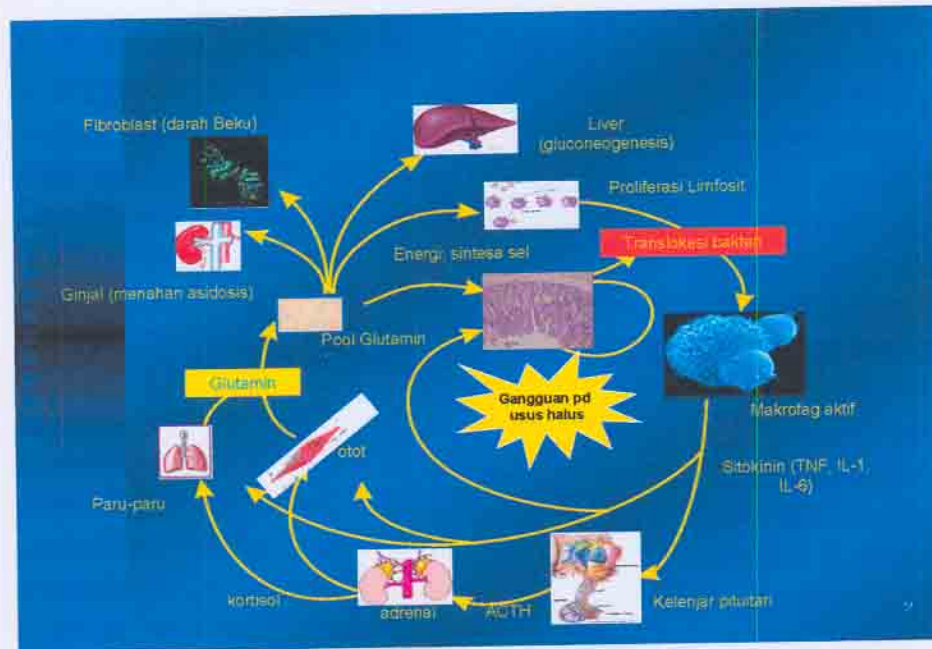
Menurut postulasi Souba *et al.*, (1985) yang dikutip oleh Neu (1997) L-Glutamin disintesa dan dipakai oleh organ hati, juga disimpan sebagian besar oleh tulang dan otot yang sewaktu-waktu dibutuhkan dapat langsung dikeluarkan dan diedarkan oleh pembuluh darah. Dalam kondisi puasa atau stres, cadangan glutamin pada tulang dan otot menipis sehingga sintesa glutamin dirangsang oleh hormon glukokortikoid. Oleh sebab itu konsentrasi plasma glutamin intraseluler sering dipakai sebagai biomarker infeksi atau inflamasi hebat yang berakibat

menipisnya cadangan glutamin (Jepson *et al.*, 1988 ; Wilmore dan Rombeau, 2001). Oleh sebab itu pasokan nutrisi L-Glutamin dibutuhkan untuk menanggulangi secara cepat keseimbangan glutamin intraseluler (Blomqvist *et al.*, 1995).

Pada keadaan katabolik, elaborasi hormon antara lain glukokortikoid merangsang glutamin sintetase untuk mensintesa glutamin dari berbagai sumber misal 40 % cadangan dari asam amino sedangkan 45 % dari jaringan protein (Perriello *et al.*, 1995). Sisanya dari konversi glukosa dan glutamat. Glutamin diedarkan keseluruh tubuh melalui pembuluh darah dan diatur keseimbangannya oleh beragam faktor metabolisme yang selanjutnya mengatur laju keluar masuk glutamin ke dalam sel (Fisher *et al.*, 1995). Dalam kondisi darurat, konsumsi glutamin oleh hati, mukosa usus, ginjal dan sel-sel imunitas sangat tinggi dan saling berkompetisi. Jika cadangan glutamin tipis, maka kompetisi tidak sehat terjadi dan dampaknya pada proteksi sel, perbanyakkan sel dan fungsinya.

Glutamin dipakai oleh ginjal untuk membantu homeostasis asam basa dan mengatur keseimbangan amida dengan mengikat hidrogen kedalam  $\text{NH}_3$  sehingga terbentuk  $\text{NH}_4$  yang kemudian dibuang sebagai urin, sedangkan gugus bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) dikembalikan ke pembuluh darah (Pitts *et al.*, 1972). Jaringan imunitas seperti enterosit, limfosit dan makrofag menggunakan glutamin sebagai sumber energi siap pakai. Glutamin menyumbang ATP (Adenosin Tri Posfat) melalui jalur siklus TCA (*Tricarboxylic Acid*) juga berperan sebagai donor nitrogen dalam sintesa asam amino hati dan sintesa glutation (Welbourne *et al.*, 1993; Wilmore dan Rombeau, 2001).





Source : Souba WW. L-L-Glutamine Physiology, Biochemistry, and Nutrition in Critical Illness. Austin, TX: R. G. Landes Co. ; 1992 yang dikutip oleh Neu J. et al., (1997)

**Gambar 3. Peran L-Glutamin terhadap fungsi pemulihan**

### Metabolisme L-Glutamin

L-Glutamin dikenal sebagai asam amino serbaguna (Gambar 4), melalui jalur glutamat, glutamin dikonversikan menjadi  $\alpha$ -ketoglutarat yang selanjutnya diubah menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  untuk menghasilkan ATP melalui siklus TCA. Pada gambar tersebut, glutamin diubah menjadi beberapa produk metabolik yang penting antara lain inhibitor neurotransmitter, enzim penghancur peroxida, asam amino, glikoprotein, nukleotida, DNA dan jaringan ikat (Neu, 2001). Proses deamidasi glutamin melalui glutaminase menghasilkan glutamat, prekursor GABA ( *$\gamma$ -Amino Butyric Acid*) atau inhibitor neurotransmitter. Prolin yang dihasilkan dari siklisasi glutamat menghasilkan kolagen dan jaringan ikat. Proses transaminasi dan deamidasi glutamin berperan utama dalam transfer amonia antar dan inter sel. Glutamin lebih disukai sebagai wahana pembawa nitrogen untuk aktivitas

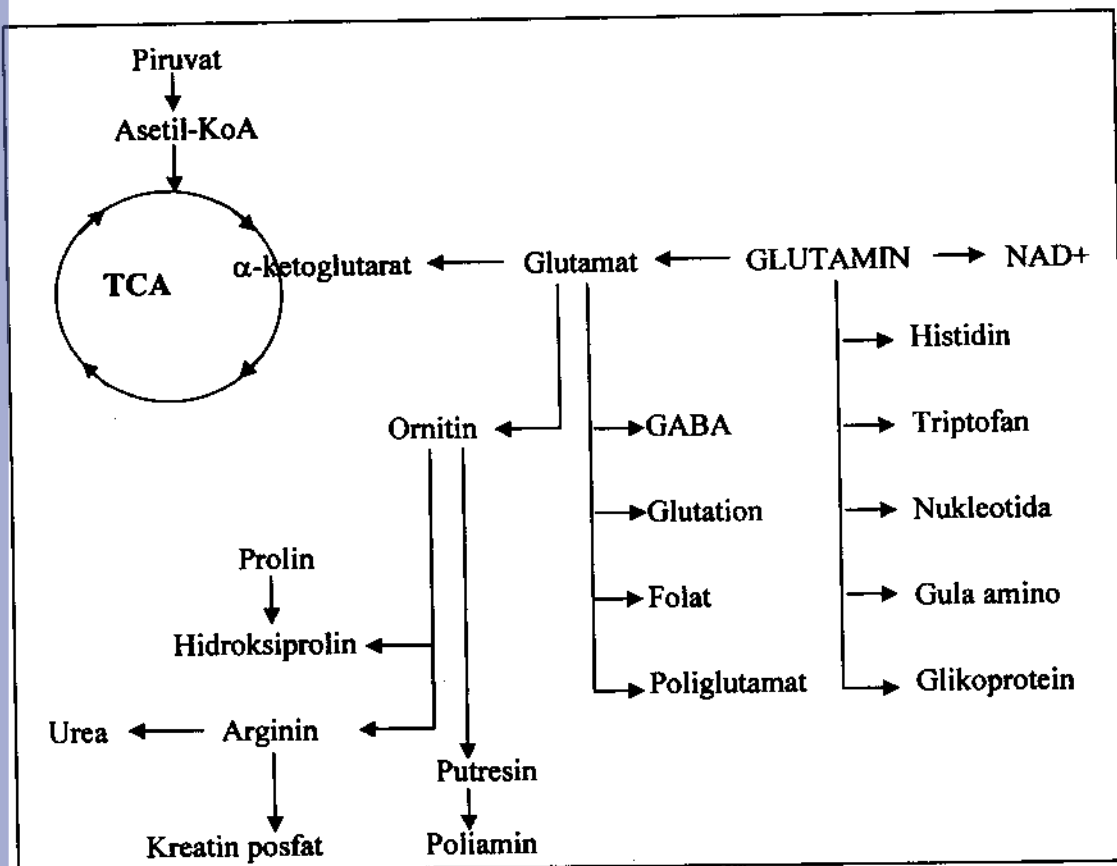
fisikokimia dan penghasil energi ATP antar organ dan antar seluler. Dalam kondisi oksigen terbatas L-Glutamin berperan sebagai sumber karbon dan penghasil ATP sehingga dapat dikatakan sebagai kontributor homeostasis glukosa (Young dan Ajami, 2001; Neu, 2001).

Transfer amida nitrogen dari glutamin melalui reaksi amidotransferase berperan dalam biosintesa purin dan pirimidin, prekursor sintesa DNA dan RNA. Amida yang dihasilkan dan glutamin penting untuk produksi heksoamin yang berperan untuk menjaga integritas dan fungsi mukosa usus. Antioksidan glutation yang berperan melindungi sel dari radikal bebas peroksida dapat dihasilkan dari jalur glutamat, sistein dan glisin. Glutamat juga menghasilkan poliglutamat, asam folat yang berperan sebagai kofaktor beberapa enzim.

Wilmore dan Rombeau (2001) menyimpulkan bahwa fungsi biologis L-Glutamin sebagai berikut :

- 1) Sebagai substrat sintesa protein.
- 2) Substansi proses anabolik atau faktor kompeten pembentukan otot dan pemulihan jaringan usus halus (intestin).
- 3) Mengatur keseimbangan asam basa dalam reaksi amoniogenesis dalam ginjal.
- 4) Sebagai substrat ureagenesis dalam hati.
- 5) Sebagai substrat glukoneogenesis dalam hati dan ginjal.
- 6) Sebagai bahan bakar enterosit intestinal.
- 7) Sebagai bahan bakar dan prekursor asam nukleat, penting untuk memperkuat produksi sitotoksik dalam sel-sel imunitas.
- 8) Sebagai pengikat amonia.
- 9) Sebagai substrat sintesis sitrulin dan arginin.
- 10) Sebagai donor nitrogen untuk pembuatan nukleotida, asam amino dan koenzim.

- 11) Sebagai pembawa nitrogen terutama dalam paru-paru.
- 12) Sebagai prekursor GABA (*γ-Amino Butyric Acid*).
- 13) Sebagai pemasok energi siap pakai pada sistem saraf pusat.
- 14) Sebagai substrat yang disukai dalam produksi glutathion (komponen yang berperan dalam sistem imunitas, antioksidan dan penetral racun).
- 15) Pengatur signal osmotik dalam metabolisme atau regulasi sintesa protein.
- 16) Menstimulasi sintesa glikogen.



Sumber : Neu (2001)

**Gambar 4. Manfaat serbaguna L-Glutamin**

### L-Glutamin dan Fungsi Gastrointestinal

Gastrointestinal berperan utama dalam menjaga fungsi pemeliharaan kesehatan tubuh manusia karena gastrointestinal khususnya usus halus merupakan pertahanan utama terjadinya translokasi flora usus dan racun-racun yang

dihasilkannya. Percobaan pada hewan percobaan tikus menunjukkan beragam stres seperti puasa, infeksi dan perdarahan berdampak meningkatnya translokasi bakteri dari usus (Deitch *et al.*, 1990; Wilmore dan Rombeau, 2001). Integritas permeabilitas usus dan alterasi fungsi sel imunitas berperan penting dalam menjaga kekebalan tubuh terhadap penyakit dan trauma atau stres (Wilmore dan Shabert, 1998). Ketika tubuh mengalami hipoperfusi, hipoksia, gizi kurang dan perdarahan menyebabkan permeabilitas usus terbuka dan peluang translokasi bakteri beserta racun-racun endotoksin memasuki peredaran darah dan sel (Deitch *et al.*, 1990).

L-Glutamin merangsang pertumbuhan mukosa, vili dan kriptas usus halus, dalam kondisi darurat, menyediakan energi siap pakai untuk enterosit, kolonosit dan proliferasi sel limfoid setelah aktivasi signal sel imunitas (Windmueller, 1982). Mukosa usus mendapatkan asupan gizi 45 % dari lumen berupa asam amino glutamin, glutamat dan aspartat, sedangkan sisanya berasal dari asupan vaskular (Roediger, 1986 yang dikutip oleh Firmansyah, 1992). Sebaliknya mukosa kolon mendapatkan asupan gizi sebagian besar (70%) dari lumen terutama asam lemak rantai pendek yang difermentasi oleh flora usus (Firmansyah, 1992). Pemberian Glutamin secara enteral dianjurkan untuk bayi yang tidak mengalami gangguan pencernaan karena glutamin dapat diserap mukosa usus halus. Parenteral nutrisi yang diberikan jangka panjang ternyata dapat menyebabkan atropi usus karena ketidakseimbangan asupan gizi lumen yang berdampak pada mukosa kolon yang tidak mendapat asupan lemak rantai pendek yang cukup yang hanya dapat disuplai melalui makanan enteral bergizi lengkap (Hagemann dan Stragand, 1977; Firmansyah, 1992)

Yacobs *et al.*, 1988 membuktikan L-Glutamin merangsang faktor tumbuh enterosit sintesa DNA dan menstimulasi aktifitas ornitin dekarboksilase yang

mengatur laju biosintesa poliamin, faktor kritis dalam pengaturan generasi dan pemeliharaan sel-sel usus. Hasilnya L-Glutamin dapat mencegah pengerutan usus dengan menyuburkan pertumbuhan vili usus (Van der Hulst *et al.*, 1997).

### L-Glutamin dan Fungsi Pemulihan

Parry Billings *et al.*, (1990) membuktikan secara in-vitro glutamin berperan dalam proliferasi limfosit. Pada manusia, pemberian glutamin dapat meningkatkan fungsi netrofil pada pasien luka bakar (Ogle *et al.*, 1994), sedangkan Juretic *et al.*, (1994) membuktikan glutamin mendukung peran perbanyakan limfokinin sel pembuluh.

Akhir-akhir ini perkembangan makanan fungsional juga mengizinkan asam amino tertentu yang dapat dibuktikan manfaatnya bagi kesehatan untuk ditambahkan ke dalam makanan olahan. L-Glutamin dapat ditambahkan ke dalam produk makanan olahan untuk tujuan meningkatkan kekebalan tubuh karena terbukti mampu mempertahankan integritas usus halus. Diet rendah L-Glutamin dapat menyebabkan perubahan degeneratif mukosa usus halus sehingga absorpsi zat gizi terganggu (Goldberg, 1994).

Manfaat L-Glutamin sebagai nutrisi untuk mengatasi stres dan penyakit telah dibuktikan oleh beberapa penelitian. L-Glutamin sebagai nutrisi diberikan dalam bentuk suplementasi enteral maupun parenteral serta telah dipublikasikan (Ziegler *et al.*, 2000; Wilmore dan Rombeau, 2001). Suplementasi L-Glutamin baik enteral maupun parenteral berdampak positif memulihkan kerusakan organ pasca operasi sehingga mengurangi durasi inap pasien Rumah Sakit.

Manfaat L-Glutamin dalam pemulihan sel akibat stres pasca infeksi dan pasca operasi membuka peluang penggunaan L-Glutamin untuk memulihkan

dampak KEP. Akibat KEP, terjadi pemborosan cadangan energi yang tersimpan dalam jaringan lemak bawah kulit dan otot sehingga manifestasinya berat badan anak berkurang. Tendensi pengurangan berat badan anak khususnya balita tinggi sebagai akibat penyakit dan infeksi.

Dalam kondisi sehat atau normal, sangat sedikit transfer L-Glutamin dari diet ke pembuluh darah. L-Glutamin dari diet digunakan langsung oleh epitel usus sebagai energi. Menurut Newsholme (2001), paru-paru akan memproduksi L-Glutamin jika kondisi akut, sedangkan otak akan memproduksi L-Glutamin untuk diubah menjadi glutamat sebagai energi penggerak neurotransmitter jika diperlukan. Dalam otot sekitar tulang, L-Glutamin diproduksi dan disimpan hampir 90% dari total cadangan L-Glutamin serta dikeluarkan jika tubuh mengalami stres (Wilmore dan Shabert, 1998 yang dikutip oleh Newsholme, 2001). Produksi dan pengeluaran glutamin diatur oleh hormon glukokortikoid yang selanjutnya mempengaruhi aktivitas glutamin sintase. Hasilnya regulasi produksi dan penggunaan untuk aktivitas sel-sel imunitas antara lain proliferasi sel produksi sitokin, produksi nitrit oksida, produksi superoksida dan aktivitas fagositosis (Newsholme, 2001). Meningkatnya produksi glutamin berkorelasi dengan meningkatnya aktifitas sel imunitas, berarti terjadi penetrasi bakteri patogen yang berlanjut dengan inflamasi sel.

Disisi lain, suplementasi L-Glutamin pada bayi prematur menunjukkan terjadinya keseimbangan nitrogen yang positif sehingga mampu memacu sintesa protein untuk pertumbuhan sel dan memperkuat sel imunitas terhadap kontaminasi patogen (Neu, 2001). L-Glutamin dalam epitel usus halus (intestin) diserap intraseluler dan digunakan untuk sintesa DNA dan RNA sel baru sehingga

proliferasi sel untuk pemulihan akibat infeksi berjalan mulus (Gate *et al.*, 1999 yang dikutip oleh Lobley *et al.*, 2001).

Penggunaan L-Glutamin secara parenteral pada bayi prematur dilakukan oleh Lacey *et al.*, (1996) menyimpulkan bahwa L-Glutamin aman digunakan untuk bayi, mengurangi durasi rawat inap dan mempercepat pemulihan (penggunaan ventilator lebih singkat waktunya). Penggunaan L-Glutamin dalam bentuk enteral pada bayi BBLR atau berat badan lahir rendah, menurut Neu *et al.*, (1997) menyimpulkan bahwa L-Glutamin mengurangi resiko sepsis, meningkatkan ketahanan tubuh terhadap resiko kontaminasi enteral dan mengurangi durasi rawat inap rumah sakit .

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

### Kerangka Pemikiran

Status gizi dan kesehatan bayi akan mempengaruhi kualitas gizi dan kesehatan di masa yang akan datang. Mengacu pada konsep pendekatan Unicef (1998), kualitas gizi dan kesehatan anak dimanifestasikan dengan tingginya prevalensi kesakitan (morbiditas) dan kematian (mortalitas) bayi dan balita. Tingginya angka kesakitan dan kematian dipicu oleh tingginya prevalensi infeksi dan penyakit seperti ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Atas) dan diare, terjadinya gangguan pencernaan dan kekurangan asupan gizi terutama energi, protein, vitamin A, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, Folat, C dan mineral Fe, Zn dan Iodium yang dianggap sebagai penyebab utama (HKI, 2000).

Sedangkan ketahanan pangan, akses perawatan dan pengasuhan anak, kesehatan lingkungan, akses terhadap pengadaan air bersih dan pelayanan kesehatan dianggap sebagai penyebab tidak langsung. Kesemuanya berakar dari ketidakmampuan wanita akibat kemiskinan, ketidaktahuan dan pendidikan yang rendah. Krisis yang melanda Indonesia sejak 1997 berdampak meningkatnya jumlah keluarga miskin dari 11 % menjadi 19 % atau ekuivalen dengan tambahan 20 juta pengangguran. Menurunnya kemampuan beli berdampak pada meningkatnya persentase pengeluaran rumah tangga untuk makanan (HKI, 2000).

Program Intervensi Gizi salah satunya dengan pemberian MPASI Pemulih dimaksudkan agar bayi-bayi yang menunjukkan tendensi penurunan berat badan segera ditangani dengan serius khususnya untuk mensuplai kebutuhan gizinya sehingga dalam waktu singkat, berat badannya dapat segera dikoreksi dari

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



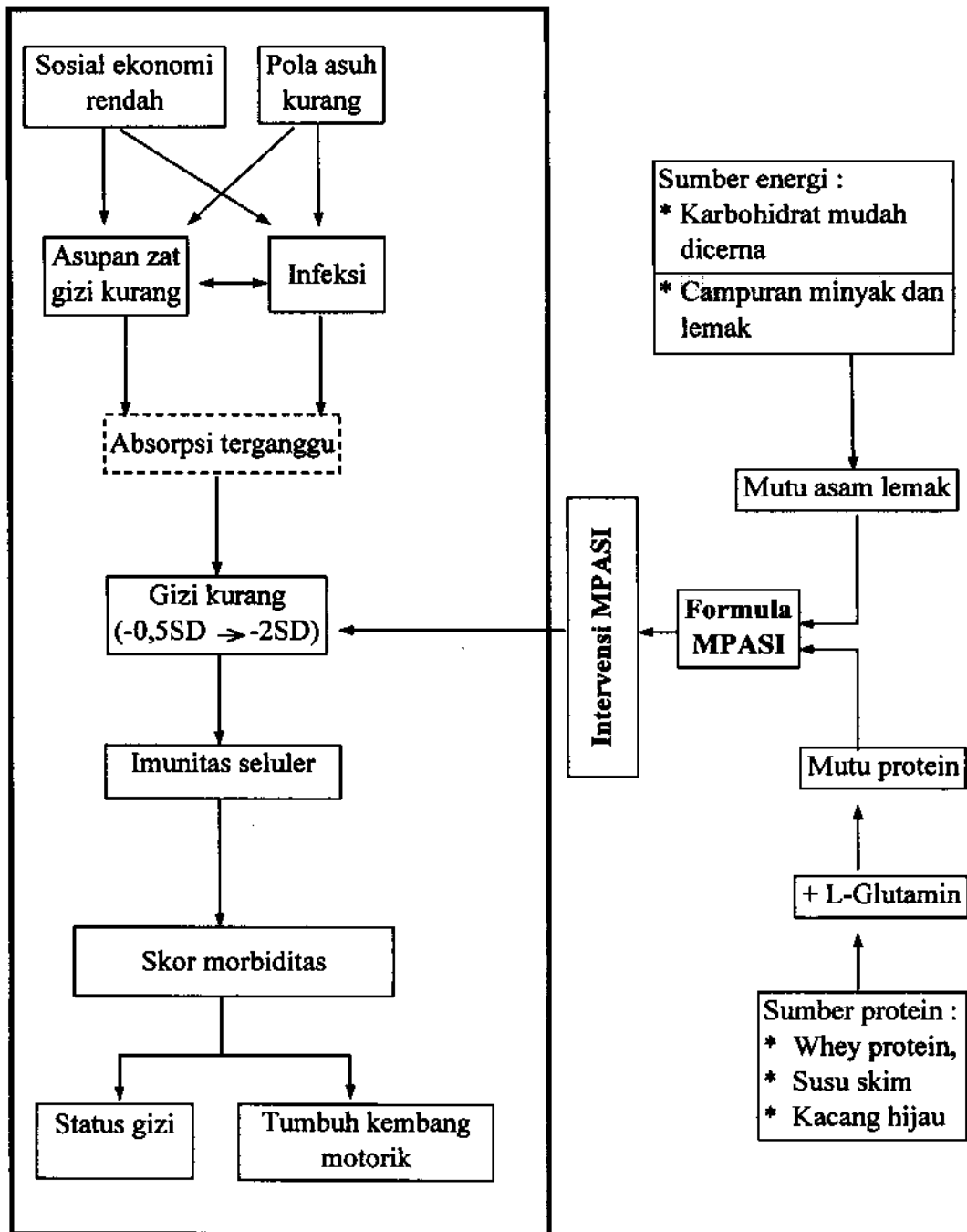
penyimpangan. MPASI Pemulih diformulasikan khusus, minimal mengacu pada regulasi *Codex Alimentarius Commission* yang telah diadopsi oleh SNI 01-3842-1995 yang berlaku saat ini. Mengingat pada penderita KEP, terjadi gangguan pencernaan, ketidakseimbangan elektrolit dan gangguan fungsi endokrin menyebabkan proses katabolisme melebihi anabolisme yang selanjutnya berdampak pada kerusakan morfologi usus (Mahmud, 1987).

Formulasi MPASI Pemulih mensyaratkan padat gizi antara lain kaya energi, protein dan mikronutrien disamping juga mudah dicerna dan diabsorpsi mukosa usus sehingga pemilihan bahan baku dan proses khusus menjadi pertimbangan. Sebagai sumber energi digunakan sumber karbohidrat kompleks yang mudah dicerna dan sumber minyak atau lemak yang mutu asam lemaknya mendekati mutu ASI. Sebagai sumber protein digunakan campuran protein nabati dan hewani agar mutu asam aminonya mendekati ASI.

Penambahan L-Glutamin kedalam formulasi MPASI terbaik diharapkan memberi manfaat lebih yaitu memperbaiki daya tahan tubuh bayi. Dengan demikian memperkecil gap terjadinya gangguan absorpsi mukosa usus, memperbaiki integritas usus sehingga mampu memperbaiki imunitas bayi yang dibuktikan dengan menurunnya skor morbiditas.

Menurunnya skor morbiditas akan berdampak pada perubahan ke arah positif perbaikan kurva peningkatan BB/U, PB/U selama pemantauan intervensi MPASI dan perkembangan fungsi motorik.





**Gambar 5. Kerangka pemikiran penggunaan L-Glutamin pada MPASI Pemulih untuk penanggulangan bayi 6 bulan yang mengalami berat badan kurang**

## Hipotesis

1. Pemberian L-Glutamin pada MPASI Pemulih dapat memperbaiki profil imunitas seluler bayi 6 bulan yang mengalami berat badan kurang lebih baik dari pada MPASI kontrol.
2. Pemberian L-Glutamin pada MPASI Pemulih dapat memperbaiki pertumbuhan bayi 6 bulan yang mengalami berat badan kurang lebih baik dari pada MPASI kontrol.

## Batasan Operasional

1. MPASI; Mengacu pada terminologi *Codex Alimentarius Foods for Special Dietary Uses (including Foods for Infants and Children)*, yang dimaksud dengan MPASI adalah makanan yang diberikan pada bayi sampai dengan 12 bulan sebagai tambahan atau makanan padat pertama guna mencukupi kebutuhan gizi bayi, di samping Air Susu Ibu. Seperti anjuran *World Health Assembly Resolution WHA 54.2 (2001)* ASI eksklusif dianjurkan sampai 6 bulan, kecuali ada provisi regulasi pemerintah.
2. MPASI Pemulih; MPASI yang diformulasikan khusus dari bahan baku yang mudah dicerna dan diabsorpsi usus serta mampu mensuplai kebutuhan gizi yang lebih besar dari MPASI biasa. Untuk memberikan manfaat percepatan pemulihan sel diberikan perlakuan suplementasi L-Glutamin.
3. Mutu MPASI senilai ASI; yang dimaksudkan adalah mutu protein yang dicerminkan skor protein terutama asam amino metionin dan triptofan ; mutu biologis PER (*Protein Efficiency Ratio*) serta mutu lemak yang dicerminkan oleh rasio asam-asam lemak dan rasio omega-3 berbanding omega-6.

4. Keamanan MPASI; yang dimaksudkan adalah tidak berdampak negatif yang dicerminkan oleh tidak adanya penyimpangan hasil pemeriksaan histopatologi khususnya pada organ pankreas, hati, usus halus dan ginjal hewan tikus percobaan.
5. MPASI Kontrol ; MPASI bermerek yang diproduksi, dijual dan dikonsumsi oleh bayi 4 bulan keatas.
6. Bayi; Anak berusia 6 sampai 12 bulan, mendapatkan ASI dan atau disertai makanan lainnya.
7. Bayi dengan berat badan kurang; Bayi berusia 6 bulan  $\pm$  1 minggu yang mengalami berat badan kurang yaitu BB/U -0,5SD sampai BB/U -2SD dari median baku WHO-NCHS. Bayi tersebut, dilahirkan dengan berat badan normal, tidak mengalami kelainan genetik yang mungkin menghambat pertumbuhan, tidak mengalami penyakit komplikasi atau kejadian rudapaksa yang mungkin mengacaukan hasil penelitian.
8. Status Gizi: Status Gizi yang dimaksudkan adalah status antropometri (BB/U, PB/U, BB/PB) yang diukur setiap bulan dimulai pada awal intervensi (bayi umur 6 bulan) dan berakhir pada saat 3 bulan kemudian (bayi umur 9 bulan).
9. Kesehatan bayi; Kondisi kesehatan bayi selama intervensi diamati secara seksama, dibawah pengontrolan dokter anak dengan pemeriksaan secara teratur minimal 1 bulan sekali, diberikan imunisasi secara tepat waktu. Untuk memantau tumbuh kembang dilakukan pemantauan dengan *milestone* tumbuh kembang pada awal dan akhir intervensi.
10. Profil imunitas seluler: yang dimaksudkan adalah parameter imunitas yang diwakili oleh jumlah sel imunitas (limfosit T, limfosit B dan *natural killer*) yang diambil dari plasma darah bayi. Pengukuran dilakukan pada sub sampel 15 bayi setiap kelompok perlakuan MPASI pada awal intervensi (bayi umur 6 bulan) dan berakhir pada 3 bulan kemudian (bayi umur 9 bulan).



11. Morbiditas : angka kesakitan yang menunjukkan rasio penderita sakit dan yang sehat dalam suatu populasi. Skor morbiditas dihitung berdasarkan portofolio perkalian skor penyakit dengan lama penyakit yang diderita bayi (Firli, 2000 yang dikutip oleh Herawati, 2003)

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



## BAHAN DAN METODE

### Disain

Penelitian ini dilakukan dalam 3 tahap (Tabel 3) yang terdiri dari optimasi formula MPASI untuk mendapatkan mutu terbaik, pengujian mutu protein dan keamanan L-Glutamin menggunakan percobaan hewan dengan tikus mencit dan penelitian intervensi MPASI pada bayi sehat berumur 6 bulan yang berat badan/umur  $-0,5SD$  sampai  $-2SD$  median baku WHO-NCHS.

Tabel 3. Jenis penelitian, disain dan lokasi penelitian

Jenis Penelitian	Disain	Lokasi Penelitian	Waktu
1. Formulasi MPASI Pemulih	<ol style="list-style-type: none"> <li>Optimasi formula dengan metode RSM</li> <li>Formulasi MPASI Pemulih</li> </ol>	Laboratorium dan Pilot Plant PT.ISM	Agustus s/d November 2002
2. Penelitian Mutu & Keamanan L-Glutamin pada MPASI Pemulih	<p>Model hewan percobaan tikus;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Uji mutu protein (metode PER)</li> <li>Uji dampak MPASI pada pertumbuhan anak tikus normal dan gizi kurang</li> </ol>	Laboratorium Hewan Percobaan P3 Gizi Makanan, Departemen Kesehatan RI, Bogor dan Badan Penelitian Veteriner, Departemen Pertanian, Bogor	Desember 2002 s/d September 2003
3. Penelitian Epidemiologi	<p>Model eksperimental buta ganda pada bayi ;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Persiapan, seleksi responden</li> <li>Intervensi &amp; Monitoring dampak MPASI pada 3 kelompok bayi/ perlakuan MPASI</li> <li>Pengolahan data dan laporan</li> </ol>	Kabupaten Bogor (19 desa dalam wilayah 6 puskesmas)	<p>Januari s/d Mei 2003</p> <p>Maret s/d Agustus 2003</p> <p>Agustus s/d Oktober 2003</p>

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
- Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## Optimasi Formula MPASI Pemulih

Optimasi yang dimaksudkan adalah optimasi sumber protein dan sumber asam lemak yang akan digunakan dalam formulasi MPASI. Optimasi adalah mencari titik optimal rasio campuran sumber protein yaitu konsentrat protein *whey*, tepung susu skim dan tepung kacang hijau sehingga mutu protein yaitu skor asam amino yang paling defisit (triptofan dan metionin) mendekati profil ASI. Selain optimasi sumber protein, juga dilakukan optimasi sumber asam lemak yaitu lemak susu, minyak sawit dan minyak kedelai sehingga rasio asam-asam lemaknya mendekati ASI. Hasil pengolahan data optimasi menunjukkan rasio terbaik apabila *desirability* menunjukkan nilai di atas 0,7 sampai mendekati 1.

Optimasi menggunakan perangkat lunak pengembangan produk yang dikenal dengan nama RSM (*Response Surface Methodology*) yaitu alat optimasi yang memungkinkan untuk memperoleh penjelasan menyeluruh dimulai dari disain penelitian, analisis data dan optimasi. RSM merupakan teknik yang kompleks sehingga memerlukan bantuan komputer dalam pengerjaannya. Disain penelitian ditentukan dengan penetapan faktor yaitu perlakuan dan respon yaitu parameter ukur yang tepat. Analisis data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Design Expert 5 Version 5.05* dari *Stat Ease Corporation Minneapolis, USA*. Untuk menentukan perbedaan antara perlakuan digunakan analisis statistik uji ANOVA.

### 1. Optimasi Sumber Protein

Penggunaan RSM terhadap sumber protein menggunakan 3 faktor yaitu konsentrat protein *whey* (WPC), tepung susu skim (SMP) dan tepung kacang hijau,

seperti yang tercantum pada Tabel 4. Sebagai respon atau parameter uji adalah kandungan protein dan asam amino yang paling defisit yaitu metionin dan triptofan.

Penentuan optimasi dimulai dengan merancang desain penelitian menggunakan 3 faktor sumber protein dengan menetapkan kadar minimal (10%) dan maksimal (80%) dalam formula sesuai model D Optimal beserta responnya yaitu kadar protein, metionin dan triptofan. Setelah respon diisi dengan data analisa, kemudian diolah datanya mengikuti kaidah yang berlaku yaitu penetapan *constrain* atau limit pembatas, dalam hal ini kadar metionin dan triptofan ditetapkan maksimal.

Table 4. Rancangan optimasi RSM dengan variasi sumber protein

No	Faktor		
	Konsentrat protein whey	Tepung susu skim	Tepung kacang hijau
1	21,67	21,67	56,67
2	80,00	10,00	10,00
3	10,00	80,00	10,00
4	80,00	10,00	10,00
5	45,00	10,00	45,00
6	10,00	80,00	10,00
7	33,33	33,33	33,33
8	10,00	10,00	80,00
9	45,00	45,00	10,00
10	21,67	56,67	21,67
11	10,00	45,00	45,00
12	45,00	10,00	45,00
13	56,67	21,67	21,67
14	10,00	10,00	80,00

## 2. Optimasi Sumber Lemak

Adapun penggunaan RSM terhadap sumber lemak menggunakan 3 faktor yaitu lemak susu (AMF), minyak sawit (SWT) dan minyak kedelai (KDL) seperti yang tercantum pada Tabel 5. Sebagai respon atau parameter uji adalah kandungan



asam lemak dalam hal ini adalah rasio asam lemak jenuh (SFA) dengan asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA), rasio SFA dengan asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA) serta rasio omega-3 dengan omega-6.

Penggunaan optimasi dimulai dengan merancang suatu desain penelitian menggunakan 3 faktor sumber lemak dengan menetapkan kadar minimal (10%) dan maksimal (80%) dalam formula sesuai model D Optimal beserta responnya yaitu SFA/MUFA, SFA/PUFA dan  $\omega$ -3/ $\omega$ -6. Setelah respon diisi dengan data analisa, kemudian diolah datanya mengikuti kaidah yang berlaku yaitu penetapan *constrain* atau limit pembatas, dalam hal ini SFA/MUFA ditetapkan 0,8 ;SFA/PUFA ditetapkan 2,0 dan  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 ditetapkan 0,14.

Tabel 5. Rancangan optimasi RSM dengan variasi sumber lemak

No	Faktor		
	Lemak susu	Minyak sawit	Minyak kedelai
1	33,33	33,33	33,33
2	45,00	10,00	45,00
3	10,00	80,00	10,00
4	10,00	10,00	80,00
5	56,67	21,67	21,67
6	21,67	21,67	56,67
7	10,00	45,00	45,00
8	80,00	10,00	10,00
9	45,00	10,00	45,00
10	45,00	45,00	10,00
11	10,00	80,00	10,00
12	80,00	10,00	10,00
13	21,67	56,67	21,67
14	10,00	10,00	80,00

### 3. Formulasi MPASI Pemulih

Setelah didapatkan hasil optimal dari masing-masing campuran bahan baku sumber protein yaitu konsentrat protein *whey*, tepung susu skim dan tepung kacang

hijau serta sumber lemak yaitu lemak susu, minyak sawit dan minyak kedelai, kemudian dilakukan formulasi MPASI. Formulasi MPASI Pemulih dibuat dengan acuan SNI Makanan Bayi dan *Codex Stan 74-1991 tentang Processed Based Cereal*.

Untuk memenuhi persyaratan MPASI yaitu gizi seimbang, padat energi dan mudah dicerna, maka dalam pembuatan produk MPASI Pemulih ini dilakukan dengan dua macam teknologi yaitu teknologi pengering drum (*drum drier*) dan teknologi pembuatan biskuit dengan rasio 70 : 30.

Untuk melengkapi formulasi ditambahkan bahan lainnya seperti tepung beras, tepung jagung, terigu dan gula sesuai dengan kaidah formulasi MPASI. Dari optimasi sumber protein dan sumber lemak disusun 4 formula yang memiliki persyaratan seperti yang telah ditentukan dalam Tabel 6.

Teknologi pengering drum banyak digunakan oleh industri MPASI, salah satu karakteristiknya adalah mampu menghasilkan tekstur bubur yang lembut serta rasa bubur yang matang karena terbentuk reaksi *Maillard* yang memberi cita rasa karamel. Sebelum dikeringkan dengan pengering drum, formula adonan bubur dimasak terlebih dahulu melalui *jet cooker* yang mampu memberi efek ekstruksi sehingga pati matang, kemudian bubur yang masih setengah matang dikeringkan melalui dua rol yang berputar berlawanan arah dalam tekanan tinggi sehingga adonan yang terbentuk adalah lempengan tipis bubur kering yang dihasilkan dalam waktu yang singkat kurang dari 1 menit (Gambar 8). Hasil akhir dihaluskan menjadi tepung MPASI hasil pengering drum.

Tabel 6. Formula MPASI Pemulih per 100 gram produk

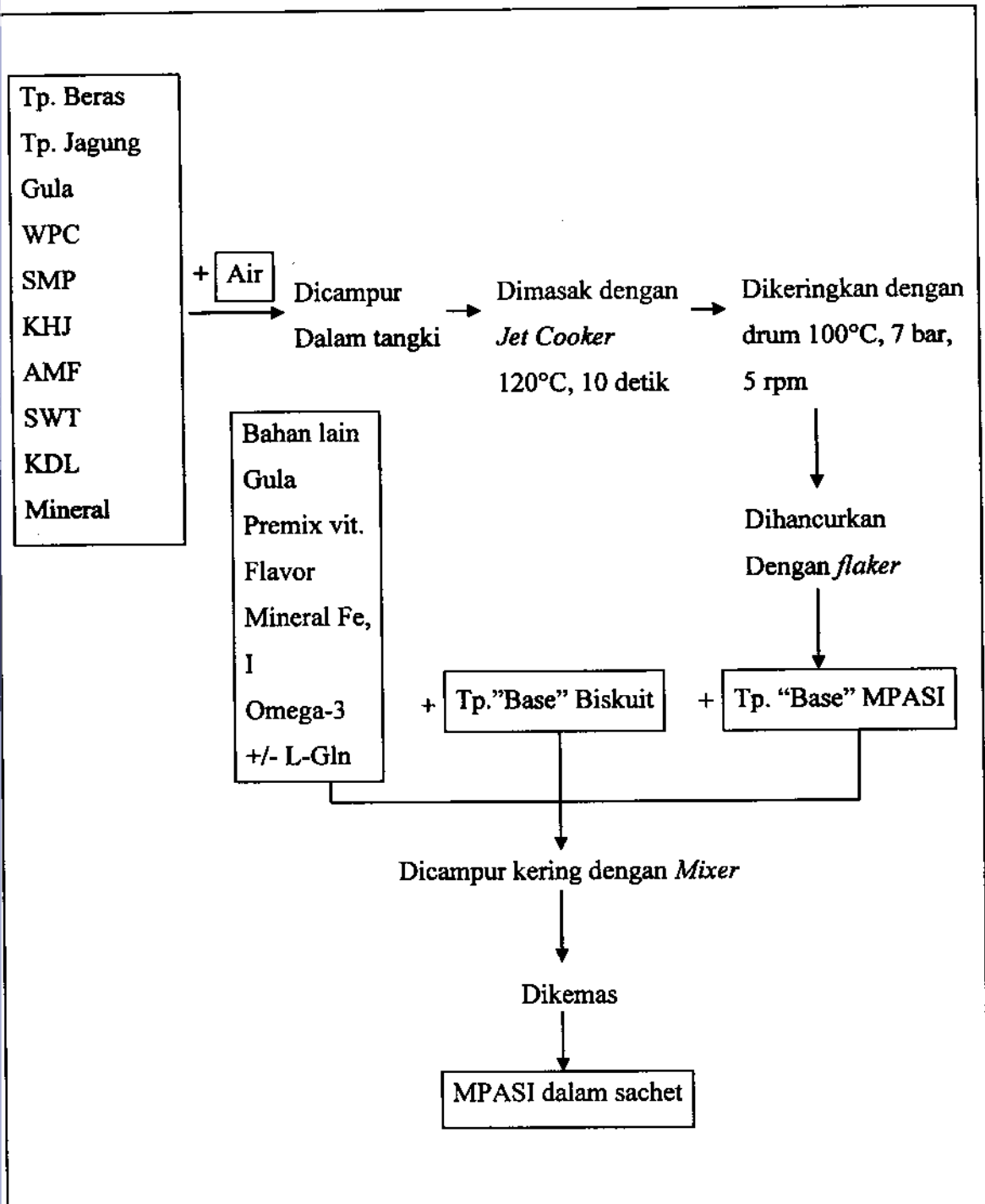
	F1	F2	F3	F4
Bahan 1	21,93	21,93	21,69	21,69
Bahan 2	38,70	38,70	38,70	38,70
WPC	14,80	14,80	14,64	14,64
SMP	4,10	4,10	4,10	4,10
KHJ	5,64	5,64	6,04	6,04
AMF	4,18	5,20	4,18	5,20
SWT	3,10	3,12	3,10	3,12
KDL	3,12	2,08	3,12	2,08
Premiks V/M	1,72	1,72	1,72	1,72
Air	2,72	2,72	2,72	2,72
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

## Keterangan:

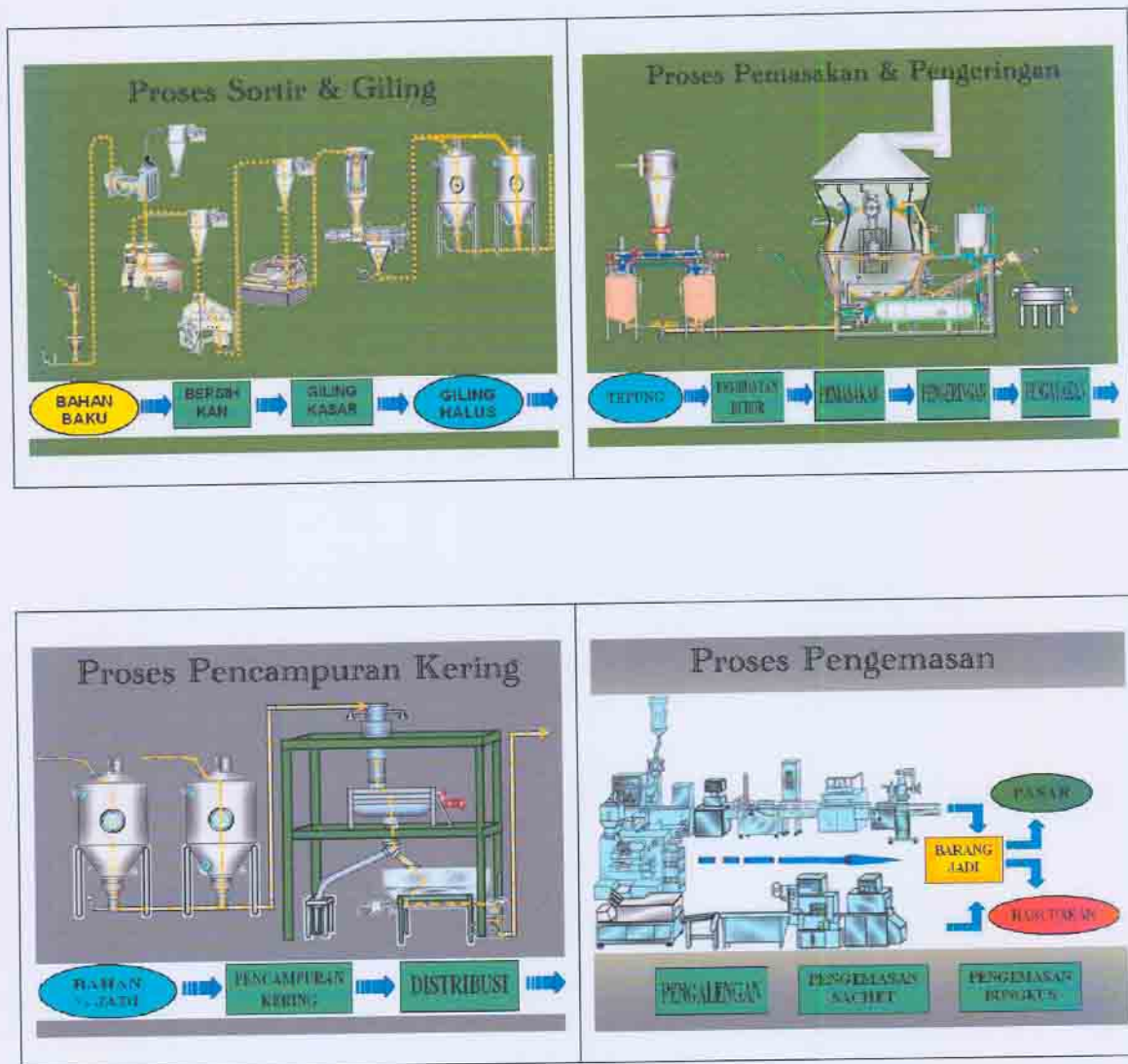
- 1) Bahan 1 adalah bahan lain dalam formula biskuit seperti terigu, gula, emulsifier, pengembang dan garam.
- 2) Bahan 2 adalah bahan lain dalam formula dasar MPASI seperti tepung beras, tepung jagung, gula, garam dan antioksidan.
- 3) Premiks V/M adalah campuran vitamin dan mineral seperti  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{KIO}_3$  dan premiks vitamin lengkap.
- 4) Sumber Protein: WPC (konsentrat protein *whey*), SMP (tepung susu skim) dan KHJ (tepung kacang hijau).
- 5) Sumber Lemak: AMF (lemak susu), SWT (minyak sawit) dan KDL (minyak kedelai).



Gambar 6. Bahan baku MPASI



**Gambar 7. Diagram alir proses pembuatan MPASI dengan teknologi pengering drum**



Gambar 8. Teknologi MPASI pengering drum

Teknologi pembuatan MPASI berbentuk biskuit digunakan untuk membuat biskuit dengan kadar lemak tinggi sehingga mampu memenuhi persyaratan MPASI yaitu kepadatan energi tinggi. Adonan biskuit dicampur agar homogen, kemudian dicetak dengan cetakan berputar dan dikeringkan dengan oven yang dilengkapi ban berjalan. Pemanggangan dilakukan dengan suhu berbeda (Gambar 9). Biskuit dihaluskan menjadi tepung MPASI biskuit. Formulasi akhir MPASI (Tabel 7) berbentuk bubur sereal instan diperoleh dengan mencampur 70 % tepung MPASI hasil pengering drum dan 30 % tepung MPASI biskuit yang selanjutnya difortifikasi dengan vitamin dan mineral sesuai dengan CAC/GL 08-1991 agar mampu mencukupi 2/3 AKG (Angka Kecukupan Gizi) per porsi sajian.

Tabel 7. Formula akhir MPASI

No	Bahan Baku	Per 100 gram produk
1	Base DD	67,84
2	Base Biskuit	29,07
3	Gula Halus	1,9
4	Premiks Vitamin	0,33
5	Vitamin C	0,085
6	Flavor 1	0,05
7	Flavor 2	0,05
8	Ferronyl	0,02
9	KIO3	0,0004
10	Dry $\omega$ -3	0,65
	Total	100,00

@Hak cipta milik IPB University

Terigu  
Gula  
Emulsifier  
Pengembang  
Mineral  
WPC  
SMP  
KHJ  
AMF  
SWT

Air



Adonan biskuit



Pembentukan  
biskuit



Pemanggangan  
biskuit



Pendinginan  
biskuit

Penghancuran  
biskuit

Tepung  
MPASI

Gambar 9. Proses pembuatan MPASI dengan teknologi biskuit

#### 4. Analisa Bahan Baku dan Produk MP-ASI Pemulih

Analisa bahan baku dilakukan terhadap sumber protein yaitu konsentrat protein *whey*, tepung susu skim dan tepung kacang hijau. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui kadar protein dan asam amino. Analisa sumber lemak yaitu lemak susu, minyak sawit dan minyak kedelai. Analisa dilakukan untuk mengetahui kadar asam lemak jenuh (SFA), asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) dan asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA) serta kadar kolesterol.

Analisa produk MPASI Pemulih dilakukan terhadap sifat fisik yang meliputi warna, viskositas dan densitas kamba. Sedangkan sifat kimia yang dianalisa meliputi kadar protein, kadar lemak, karbohidrat, air, abu dan serat, analisa organoleptik dan analisa mikrobiologi dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisa bahan baku dan produk MPASI Pemulih

Jenis Analisa	Metoda	Alat	Laboratorium
1. Asam Amino	Hidrolisis & pewarnaan	HPLC	Laboratorium Kimia Terpadu - IPB
2. Asam Lemak	Ekstraksi & esterifikasi	HPLC	
3. Kolesterol	Ekstraksi & esterifikasi	GC	
4. Proksimat:			Laboratorium CR&D - PT Indofood dan Laboratorium PT. Gizindo Prima Nusantara
4.1. Kadar air	Penguapan (AOAC)	Oven	
4.2. Kadar protein	Hidrolisis (AOAC)	Mikrokjeldahl	
4.3. Kadar lemak	Ekstraksi (AOAC)	Sohlet	
4.4. Kadar serat	Enzimatis (TDF)	Alat Assay	
4.5. Kadar abu	Pengabuan (AOAC)	Tanur	
4.6. Kadar karbohidrat	Hidrolisis & pewarnaan (AOAC)	Spektrofotometer	
5. Warna	Pengukuran kroma (L, a, b)	Kromameter	
6. Viskositas	Reologi	Rheovisko	
7. Densitas kamba	Pengukuran Berat / Volume	Densitometer	
8. Mikrobiologi	Media tuang	Alat Assay	



Jenis Analisa	Metoda	Alat	Laboratorium
9. Morfologi Tikus	Pengukuran dan Penimbangan Pembedahan, Pembuatan preparat, Pembacaan organ	<i>Vernier-Caliper</i> Alat timbang digital Pisau - gunting, Alat pewarnaan Preparat, mikroskop	Laboratorium tikus Puslitbang Gizi, Departemen Kesehatan RI Laboratorium Badan Penelitian Veteriner, Departemen Pertanian
10. Histopatologi Tikus			
11. Profil Darah Bayi	Homogenisasi darah & pewarnaan	<i>Sysmex</i>	Laboratorium Makmal Terpadu FKUI
12. Profil Imunitas Seluler Bayi	Homogenisasi plasma & pewarnaan	<i>Flow Cytometer</i>	

### Mutu dan Keamanan L-Glutamin pada MPASI

Uji mutu biologis MPASI Pemulih menggunakan pendekatan *Protein Efficiency Ratio* atau PER pada hewan percobaan tikus untuk mengetahui efisiensi protein untuk pertumbuhan. MPASI Pemulih diharapkan memiliki mutu protein lebih baik dari pada MPASI kontrol sehingga efektif dalam mempercepat kenaikan berat badan. Untuk mengetahui efek keamanan L-Glutamin terhadap kesehatan dilakukan pengamatan histopatologi terhadap organ-organ tubuh tikus (hati, ginjal, pankreas dan usus halus) setelah pengamatan PER selesai.

#### Tikus Percobaan

Diperlukan 50 ekor tikus putih jantan strain Wistar atau 10 ekor tikus/ perlakuan yang dilahirkan dari induk- induk normal ( $F_0$ ) yang diberi ransum standar (Kirinke, 2000). Setelah beranak, induk tikus dan anaknya dipelihara di dalam kandang pemeliharaan, yaitu 1 induk tikus untuk 8 anak tikus, dan disusui sampai berusia  $\pm$  21 hari kemudian disapih. Anak tikus jantan dipisahkan dari yang betina.

Untuk induksi gizi kurang pada percobaan dampak MPASI pada tikus gizi kurang dan tikus normal, diperlukan 48 tikus jantan strain Wistar atau 8 ekor tikus/ perlakuan terdiri dari 24 tikus jantan yang dilahirkan dari induk tikus normal dan 24 tikus jantan yang dilahirkan dari induk tikus gizi kurang. Menurut Kirinke (2000), untuk penelitian sub akut seperti dampak MPASI pada pertumbuhan tikus, diperlukan minimal 5 ekor tikus/ kelompok perlakuan. Induksi gizi kurang dilakukan dengan memberi ransum 50 % asupan normal terhitung gestasi sampai anak tikus lepas laktasi.

Berat tikus berumur  $\pm 21$  hari berkisar antara  $54,1 \pm 2,1$  sampai  $54,3 \pm 1,1$  gram untuk tikus normal dan  $35,3 \pm 1,1$  sampai  $35,4 \pm 1,2$  gram untuk tikus gizi kurang.



**Gambar 10. Persiapan tikus**

## Kandang Tikus Percobaan

Kandang tikus percobaan dibuat dari kawat yang dianjurkan dengan ukuran panjang, lebar dan tinggi berturut-turut 40, 25 dan 25 cm. Kandang-kandang tikus dibuat seragam dan dilengkapi dengan alas tatal serutan kayu, tempat makan porselin dan tempat minum yang mudah dijangkau tikus, mudah dicuci dan dibersihkan. Pengelompokan kandang dibuat dengan disusun berjajar pada rak-rak besi di dalam bangsal percobaan laboratorium tikus Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi Makanan, Departemen Kesehatan RI, Bogor. Suhu ruangan dijaga sedemikian rupa berkisar antara 24–25°C dan kelembaban udara 60–70 %.

## Peralatan Percobaan

Peralatan percobaan standar antara lain:

- 1) Timbangan OHAUS model PP 600 dengan ketelitian 0,1 gram untuk menimbang bobot badan tikus dan timbangan analitik Sartorius dengan ketelitian 0,1 mg untuk menimbang zat gizi mikro vitamin dan mineral serta untuk menimbang organ tikus hasil pembedahan.
- 2) Peralatan ukur panjang dengan ketelitian 0,1 mm (*Vernier Caliper*).
- 3) Peralatan ukur horizontal yang dilengkapi meteran ukur dengan ketelitian 0,1 mm untuk mengukur panjang badan dan panjang ekor tikus.
- 4) Peralatan desikator untuk pembiusan tikus, alat bedah pisau dan gunting, botol dan *petridish*.



## Ransum Tikus Percobaan

### 1. Ransum PER Tikus Percobaan

Untuk ransum tikus percobaan PER digunakan ransum seperti yang disajikan pada Tabel 9. Ransum tikus mengandung  $\pm 10\%$  protein,  $\pm 10\%$  lemak,  $\pm 2\%$  serat kasar dan sisanya karbohidrat.

Tabel 9. Ransum PER tikus percobaan

Bahan	Berat Ransum (gram)				
	K1	K2	K3	K4	K5
Formula *	627,8	627,8	787,0	627,8	123,6
Tambahan minyak	31,4	31,4	57,0	31,4	99,1
Gula	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Pati jagung	250,8	250,8	66,0	250,8	687,3
Selulosa tebu	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Campuran Vitamin <sup>1)</sup>	**	**	**	**	**
Campuran Mineral <sup>2)</sup>	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Total	1000	1000	1000	1000	1000

#### Keterangan :

K1 : MPG + 0,3g Gln/kg BB tikus.

K2 : MPG + 0,6g Gln/kg BB tikus.

K3 : MPASI Kontrol (MPASI salah satu brand yang sudah dijual komersial).

K4 : MPP (MPASI tanpa Glutamin).

K5 : Ransum standar.

\* : Formula tidak mengandung campuran vitamin dan mineral.

<sup>1)</sup> : Campuran vitamin / kg ransum mengandung vitamin A 6000 IU, vitamin D 400 IU, vitamin tiamin HCl 30 mg, riboflavin 20 mg, piridoksin HCl 5 mg, Ca pantotenat 20 mg, nikotinamida 100 mg, folat 5 mg, vitamin B12 150  $\mu$ g, vitamin K 1 mg dan vitamin E 10 mg.

<sup>2)</sup> : Campuran mineral / kg ransum mengandung 139,3 g NaCl; 0,79 g KI; 389 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; 57,3 g  $\text{MgSO}_4$ ; 381,4 g  $\text{CaCO}_3$ ; 27 g  $\text{FeSO}_4$ ; 4,01 g  $\text{MnSO}_4$ ; 0,549 g  $\text{ZnSO}_4$ ; 0,477 g  $\text{CuSO}_4$  dan 0,023 g  $\text{CaCl}_2$ .

### 2. Ransum Percobaan Dampak MPASI

Untuk percobaan dampak MPASI pada tikus gizi kurang dan tikus normal serta percobaan dampak MPASI pada integritas usus halus yang diinfeksi *E-coli* digunakan 2 jenis ransum. Selama masa gestasi dan laktasi sampai anak tikus siap disapih digunakan ransum standar (K5). Selanjutnya setiap kelompok tikus diberikan ransum sesuai dengan percobaan epidemiologi yaitu MPG (MPASI +

0,3g Glutamin / kg BB bayi atau 10% Glutamin b/b MPASI), MPK (MPASI Kontrol) dan MPP (MPASI tanpa Glutamin). Analisa lengkap MPASI dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Gizi MPASI per 100 gram

Parameter	MPG	MPK	MPP
Energi (Kal)	424	352	383
Protein (g)	27,1 <sup>1)</sup>	13,2	17,9
Lemak (g)	11,4	5,4	10,2
Karbohidrat (g)	52,7	62,5	54,9
Serat Makanan (g)	5,4	5,7	5,5
<b>Mineral</b>			
Ca (mg)	632	344	632
P (mg)	500	250	500
Fe (mg)	16	9,4	16
Zn (mg)	24	3,8	24
Mg (mg)	457	94	473
K (mg)	527	510	530
I (µg)	180	52	180
<b>Vitamin</b>			
A (RE)	600	375	600
D (µg) <sup>2)</sup>	16,6	10	16,6
E (mg) <sup>2)</sup>	4,2	2,6	4,2
K (µg) <sup>2)</sup>	933	583	933
C (mg) <sup>2)</sup>	28	50	28
B1 (mg) <sup>2)</sup>	0,5	0,3	0,5
B2 (mg) <sup>2)</sup>	0,67	0,42	0,67
B6 (mg) <sup>2)</sup>	0,5	0,3	0,5
B12 (µg) <sup>2)</sup>	3,0	1,9	3,0
Niasin (mg) <sup>2)</sup>	8	5	8
Folat (µg) <sup>2)</sup>	64	40	64
Pantotenat (mg) <sup>2)</sup>	5,3	3,3	5,3
Biotin (µg) <sup>2)</sup>	24	15	24
Kolin (mg) <sup>2)</sup>	80	50	80
Inositol (mg) <sup>2)</sup>	32	20	32

Keterangan :

<sup>1)</sup> : mengandung 10% L-Glutamin.

<sup>2)</sup> : dihitung berdasarkan vitamin yang ditambahkan.

## Metode Penelitian

### 1. Mutu Biologis Protein MPASI

Untuk keperluan uji mutu biologis protein MPASI, 50 ekor tikus putih strain Wistar atau 10 ekor tikus / kelompok berumur  $21 \pm 1$  hari dikelompokkan menjadi 5 perlakuan antara lain MPG 1 yaitu MPASI dengan penambahan 0,3 g L-Glutamin /kg BB tikus, MPG 2 yaitu MPASI dengan penambahan 0,6 g L-Glutamin /kg BB tikus, MPK yaitu MPASI kontrol, MPP yaitu MPASI tanpa L-Glutamin dan RS atau Ransum standar. Pengamatan, pencatatan konsumsi dan kenaikan berat badan dilakukan 2 kali/minggu selama 4 minggu atau 28 hari. Makanan dan minuman diberikan secara *ad libitum*. Pada akhir 28 hari dihitung PER (*Protein Efficiency Ratio*) dengan rumus sebagai berikut:

$$PER = \frac{\text{kenaikan berat badan tikus (gram)}}{\text{berat protein yang dikonsumsi (gram)}}$$

Perhitungan PER dilakukan untuk setiap tikus dan nilai rata-rata PER dihitung untuk setiap kelompok. Setelah PER, dilakukan pembiusan tikus untuk selanjutnya diukur morfologinya terdiri dari panjang badan, panjang ekor, lingkaran dada, berat hati, berat ginjal, berat pankreas, berat usus halus, tebal mukosa, tebal vili, jumlah vili dan kedalaman kript. Pengamatan histopatologi untuk melihat apakah terjadi penyimpangan atau kelainan organ tikus (hati, ginjal, pankreas dan usus halus) dilakukan setelah pengukuran morfologi. Untuk itu diperlukan pembuatan preparat dari masing-masing organ dan diwarnai, sebelum dilihat dengan mikroskop.



**Gambar 11. Pembedahan tikus**



**Gambar 12. Pengukuran panjang badan dan panjang ekor tikus**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



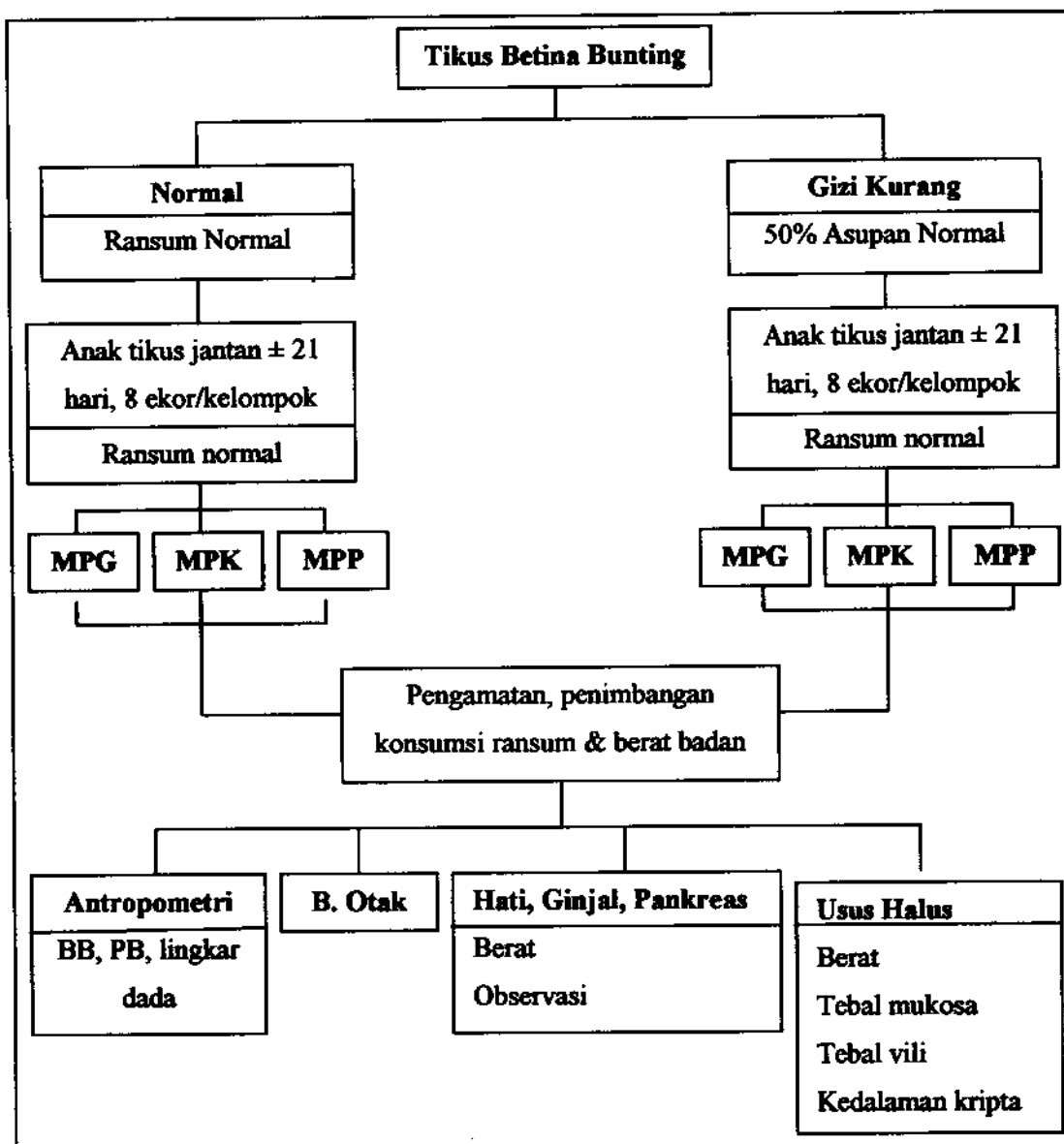
## 2. Dampak MPASI pada Tikus Gizi Kurang dan Tikus Normal

Untuk keperluan ini dibutuhkan 48 tikus jantan strain Wistar atau 8 ekor tikus/ kelompok yang terdiri dari 24 tikus jantan yang dilahirkan dari induk tikus normal dan 24 tikus jantan yang dilahirkan dari induk tikus gizi kurang. Induksi gizi kurang dilakukan dengan memberi ransum standar 50 % asupan normal terhitung gestasi sampai anak tikus lepas laktasi (Firmansyah, 1992). Ransum yang diberikan setelah masa laktasi merupakan simulasi penelitian epidemiologi yaitu MPG (MPASI + 0,3 g L-Glutamin /kg BB bayi), MPK (MPASI Kontrol) dan MPP (MPASI tanpa L-Glutamin). Pengelompokan tikus untuk pengujian dampak MPASI pada tikus gizi kurang dan tikus normal dapat dilihat pada Tabel 11. Setelah 28 hari, dilakukan pembiusan tikus untuk selanjutnya diukur morfologi dan pengujian histopatologi organ tikus.

Tabel 11. Dampak MPASI pada pertumbuhan tikus

Kelompok	Perlakuan
1	Tikus normal + MPASI Pemulih dengan L-Glutamin 0,3 g/kg
2	Tikus normal + MPASI Kontrol
3	Tikus normal + MPASI Pemulih tanpa L-Glutamin
4	Tikus gizi kurang + MPASI Pemulih dengan L-Glutamin 0,3 g/kg
5	Tikus gizi kurang + MPASI Kontrol
6	Tikus gizi kurang + MPASI Pemulih tanpa L-Glutamin





**Gambar 13. Skema penelitian dampak MPASI pada tikus gizi kurang dan tikus normal**

### 3. Dampak MPASI pada Integritas Usus Halus terhadap Infeksi *E-coli*

Diperlukan 18 tikus jantan strain Wistar yang terdiri dari 9 tikus jantan yang dilahirkan dari induk normal dan 9 tikus jantan yang dilahirkan dari induk gizi kurang. Induksi gizi kurang serupa dengan percobaan skema Gambar 13. Setelah anak tikus berusia 30 hari  $\pm$  1 hari, maka diberikan induksi *E-coli* murni ATCC

(*American Type Culture Collection*) 25922 dengan konsentrasi  $10^{10}$  koloni/ml sebanyak 1ml kultur/hari selama 3 hari berturut-turut. Setelah infeksi hari ke tiga, feses yang keluar dihitung *E-coli* dan mikroba lainnya/g (sebagai pengamatan hari ke nol) dan selanjutnya setiap hari dihitung sampai terjadi penurunan tingkat infeksi *E-coli* dan mikroba lainnya pada feses. Penurunan jumlah *E-coli* pada feses menunjukkan efektifitas integrasi usus halus terhadap translokasi bakteri patogen.

### Pengaruh Intervensi MPASI Pemulih

#### 1. Rancangan Penelitian

Penelitian intervensi MPASI dan MPASI Pemulih dilaksanakan di 19 desa yang berada dalam pengawasan 6 puskesmas (Cimandala, Cirimekar, Keradenan, Babakan Madang, Sentul dan Citeureup) di 4 Kecamatan (Sukaraja, Cibinong, Babakan Madang dan Citeureup), Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Untuk keperluan penelitian epidemiologi, diperlukan *ethical clearance* dari komisi etik Penelitian dan Pengembangan Kesehatan RI. Penelitian ini berlangsung dari Desember 2002 sampai September 2003. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan eksperimental teracak buta ganda untuk 3 kelompok perlakuan yaitu kelompok MPASI Pemulih + L-Glutamin (MPG), kelompok Kontrol, MPASI kontrol (MPK) dan kelompok MPASI Pemulih tanpa L-Glutamin (MPP).

Tabel 12. Lokasi penelitian di Kabupaten Bogor

Kecamatan	Puskesmas	Desa
1. Sukaraja	1. Cimandala	1. Pasir Laja 2. Pasir Jambu 3. Cimandala 4. Ciujung
2. Cibinong	2. Cirimekar 3. Keradenan	5. Ciriung 6. Cirimekar 7. Nanggewer 8. Keradenan 9. Sukahati
3. Babakan Madang	4. Babakan Madang 5. Sentul	10. Babakan Madang 11. Sumur batu 12. Sentul 14. Kadumangu
4. Citeureup	6. Citeureup	15. Citeureup 16. Puspanegara 17. Karang Tengah Barat 18. Karang Tengah Timur 19. Puspasari

Catatan : Pemilihan Lokasi atas rekomendasi Dinas Kesehatan Bogor berdasarkan prevalensi KEP

## 2. Cara Pengambilan Contoh

Contoh dalam penelitian ini adalah bayi berusia 6 bulan  $\pm$  1 minggu, dengan persyaratan inklusi yaitu bayi menerima ASI dengan atau tanpa makanan lain, bayi berada pada kisaran antropometri BB/U -0,5SD sampai -2SD dari median baku WHO-NCHS, berasal dari keluarga sejahtera (KS1 dan KS2), bayi lahir dengan tidak membawa kelainan genetik atau masalah yang membuat bias penelitian (diperiksa oleh dokter puskesmas) dan orang tua bayi bersedia menandatangani formulir persetujuan etik *informed consent* (Lampiran gambar). Seleksi responden diambil dari daftar imunisasi polio yang ada di puskesmas. Pemeriksaan responden dilakukan bertingkat dimulai dengan observasi kondisi sosial ekonomi keluarga, pengukuran BB/U dan PB/U bayi target dan pemeriksaan klinis oleh dokter. Jika

orangtua setuju dan bersedia menandatangani *informed consent*, maka responden resmi menjadi target penelitian.



**Gambar 14. Wawancara dalam rangka seleksi contoh**

Penentuan besaran contoh menggunakan analogi penelitian pemberian MPASI di Ghana (Lartey A *et al.*, 1999) yaitu kenaikan berat badan bayi 6-12 bulan. Hasil kenaikan berat badan / umur kelompok perlakuan :

Kelompok 1 (MPASI lengkap vitamin dan mineral):  $1,3 \pm 0,5$  kg

Kelompok 2 (MPASI tradisional dengan tepung ikan):  $1,2 \pm 0,4$  kg

Dengan  $\alpha = 0,05$ , power 80% dan harapan perbedaan berat badan lebih baik yaitu  $d = 250$  g maka :

$$n = \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \times (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{(d)^2} \quad \text{dimana } (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \text{ pada } \alpha = 0,05 \text{ dan power} = 0,80 \text{ adalah } 7,9$$

$$= \frac{7,9 \times (0,25 + 0,16)}{0,0625} = \frac{3,239}{0,0625} = 52$$

Jika tingkat kegagalan 20 %, maka jumlah contoh / kelompok menjadi sekitar 60 bayi. Dengan demikian total bayi yang akan dilibatkan adalah 180 bayi. Sedangkan untuk besaran contoh darah menggunakan pendekatan besaran contoh untuk uji klinis (Sastroasmoro dan Ismael, 2002) yaitu jika selisih Haemoglobin (Hb) bayi antara 2 kelompok 8 mm Hg dengan simpang baku selisih rata-rata 10mmHg dan  $\alpha = 0,05$ , power 80 % dan tingkat kegagalan 20 %, maka

$$n = \left[ \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta}) \times S}{d} \right]^2 \quad \text{dimana } Z_{\alpha} = 1,96 \\ Z_{\beta} = 0,842$$

$$n = \left[ \frac{(1,96 + 0,842) \times 10}{8} \right]^2 \times 1,2 = 14,7 \text{ atau } 15 \text{ bayi}$$

### Cara Distribusi dan Pemberian MPASI

MPASI didistribusikan satu kali seminggu di masing-masing posko. Pada hari yang sama MPASI yang berjumlah 7 x 2 x 1 sachet isi 25g atau 14 sachet/bayi dibagi-bagikan oleh setiap kader kepada contoh yang berpartisipasi. MPASI berjumlah 14 sachet/kantong sudah diberi kode yang hanya diketahui oleh 1 orang tertentu. Intervensi berlangsung selama 12 minggu sehingga diperlukan 12 x 14 x 160 contoh atau 26.880 sachet MPASI yang terdiri dari 3 jenis MPASI. Setiap sachet MPASI akan diberi nama anak tanpa diketahui isi sachet tersebut baik oleh peneliti maupun kader. Randomisasi contoh hanya diketahui petugas khusus yang tidak terlibat penelitian. Setiap hari, kader mendatangi contoh untuk memantau pemberian dan mencatat faktor *confounding* yang mungkin menyebabkan bias pengukuran.

Pemberian MPASI dilakukan pada jam 10<sup>00</sup> pagi dan jam 15<sup>00</sup> sore dengan cara melarutkan 1 sachet berisi 25 g MPASI bersama dengan air masak panas (MPG 75 ml, MPK 100 ml dan MPP 75 ml). Dianjurkan pemberian 2 sachet per hari. Apabila bayi belum pernah mendapat MPASI, pengenalan dianjurkan sedikit demi sedikit.

### Jenis dan Cara Pengambilan Data

Tabel 13. Jenis data dan frekuensi pengumpulan data

Data	Frekuensi	Waktu pengumpulan	Metode pengukuran / parameter
1 Status sosio-ekonomi keluarga	1 kali	Awal	Wawancara <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jumlah pengeluaran / bulan</li> <li>• Jenis pekerjaan</li> <li>• Kepemilikan barang</li> </ul>
2 Status ASI eksklusif	1 kali	Awal	Wawancara dan pencatatan
3 Umur bayi dan ibunya	1 kali	Awal	Wawancara dan pencatatan
4 Pertumbuhan	4 kali	Awal dilanjutkan setiap bulan, selama 3 bulan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengukuran berat badan dengan timbangan SECA yang telah dikalibrasi (25kg ± 0,1kg)</li> <li>• Pengukuran tinggi badan dengan alat ukur panjang bayi / anak yang telah dikalibrasi (150cm ± 0,1cm)</li> <li>• Pengukuran BB/PB</li> </ul>
5 Konsumsi MPASI Intervensi	12 kali	Setiap 2 minggu selama 3 bulan	Penimbangan, pencatatan dan observasi
6 Konsumsi ASI dan makanan lainnya	12 kali	Setiap 2 minggu selama 3 bulan	Pencatatan dan observasi
7 Penerimaan MPASI ; bayi	12 kali	Setiap 2 minggu selama 3 bulan	Pencatatan dan observasi
ibu	1 kali	Akhir	Wawancara
8 Keadaan Sanitasi Higiene	1 kali	Awal	Wawancara dan observasi <ul style="list-style-type: none"> <li>• kondisi fasilitas air minum</li> <li>• kondisi fasilitas MCK (Mandi, Cuci, Kakus)</li> <li>• kondisi higiene perorangan</li> </ul>
9 Perilaku ibu	2 kali	Awal dan akhir	Wawancara dan observasi

	Data	Frekuensi	Waktu pengumpulan	Metode pengukuran / parameter
10	Kedaaan Kesehatan bayi	7 kali	Awal Setiap 2 minggu selama 3 bulan	Pemeriksaan oleh dokter  Pencatatan riwayat penyakit oleh kader
11	Kedaaan perkembangan anak	2 kali	Awal dan akhir	Pemeriksaan dan pencatatan <i>milestone</i> tumbuh kembang
12	Profil Imunitas Seluler	2 kali	Sebelum dan setelah intervensi (3 bulan)	Pemeriksaan laboratorium dengan perjanjian kerjasama Makmal Terpadu Imunoendokrinologi FKUI  Dilakukan pada sampel terbatas n = 15 responden / kelompok



**Gambar 15. Pemeriksaan bayi contoh oleh dokter puskesmas**

Pengumpulan data dasar dan monitoring berkala menggunakan kuesioner yang dibuat sesuai dengan tujuan penelitian. Pengambilan darah dilakukan awal dan akhir untuk mengetahui status profil darah dan profil imunitas seluler. Pengambilan darah sebanyak 3 ml bayi untuk kedua jenis analisa diatas , dilakukan oleh tenaga terlatih menggunakan jarum yang halus dan darah ditampung dalam tabung *vacutainer* berisi cairan EDTA. Darah segera dikirim ke Laboratorium Makmal Terpadu FKUI dan langsung dianalisa. Profil darah dianalisa simultan menggunakan metoda *Sysmec* yang menggunakan

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

pereaksi *Cellpack* dan *Stromatolyser* , kemudian dilalukan pada *transducer* dan dihitung jumlah sel darah.

Pengukuran imunitas seluler dilakukan setelah plasma darah dipisahkan, kemudian direaksikan dengan pereaksi khusus yang bereaksi masing-masing dengan antibodi monoklonal dan warna yang terbentuk diukur fluoresensinya dengan alat *Flow cytometer*. Hasilnya menunjukkan pengukuran profil imunitas sekaligus yang terdiri dari limfosit, total limfosit T, limfosit T *helper*, limfosit T *suppressor*, limfosit B dan *natural killer*.

### **Pengolahan dan Pengendalian Kualitas Data**

Untuk mengendalikan kualitas data dilakukan beberapa langkah sebagai berikut:

- 1) Melakukan seleksi dan pelatihan enumerator melalui ujian tertulis, ujian teknik wawancara dan pelatihan 3 hari terhadap enumerator terpilih.
- 2) Melakukan kalibrasi alat ukur timbangan dan ukur tinggi badan.
- 3) Memakai tenaga profesional untuk pengambilan darah dan sampel darah dikirim ke laboratorium yang sudah terakreditasi yaitu Laboratorium Makmal Terpadu FKUI.
- 4) Verifikasi data melalui pemantauan dan observasi bertingkat, melakukan pemantauan faktor “bias” penelitian antara lain morbiditas, konsumsi pangan, pola asuh dan praktek pemberian ASI.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dan statistik. Untuk mengetahui perbedaan antar parameter uji/perlakuan dilakukan uji pembeda yaitu uji ANOVA dan uji t. Sedangkan untuk mengetahui interaksi antar faktor penentu dampak



pemberian MPASI Pemulih terhadap pertumbuhan, profil darah dan profil imunitas seluler digunakan persamaan regresi logistik.



**Gambar 16. Pengukuran panjang badan bayi contoh oleh enumerator**



**Gambar 17. Penimbangan berat badan bayi contoh oleh enumerator**

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Optimasi dan Formulasi MPASI

#### 1.1. Optimasi Sumber Protein dan Sumber Lemak

Optimasi sumber protein menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) menghasilkan rasio terbaik untuk konsentrat protein *whey*, tepung susu skim dan tepung kacang hijau adalah 80 : 10 : 10 karena pada rasio ini diperoleh kandungan maksimal asam amino pembatas triptofan dan metionin (Lampiran 2a.1, 2a.2, 2a.3). Demikian pula optimasi sumber lemak terbaik yaitu rasio lemak susu, minyak sawit dan minyak kedele 40 : 30 : 30 ((Lampiran 2b.1, 2b.2, 2b.3), karena pada rasio ini susunan asam lemaknya mendekati profil asam lemak Air Susu Ibu (ASI) yaitu minimal 0,80 untuk rasio SFA/MUFA, minimal 2,0 untuk rasio SFA/PUFA dan 1 : 7 untuk rasio omega-3 : omega-6 (Jost *et al.*, 1999).

Seperti diketahui mutu protein diutamakan pada formulasi MPASI karena dengan mutu protein mendekati sempurna yaitu ASI dan telur akan diperoleh mutu protein pertumbuhan optimal yang diperlukan bayi. Kandungan asam amino pembatas pada campuran sumber konsentrat protein *whey*, tepung susu skim dan tepung kacang hijau mampu mensubstitusi silang dan saling melengkapi susunan asam amino esensial.

Hasil aplikasi rasio sumber protein dan sumber lemak pada formulasi MPASI menghasilkan mutu protein terutama asam amino defisit dan mutu asam lemak seperti harapan (Tabel 14 dan 15). Walaupun kadar metionin dan triptofan keempat formula tidak beda bermakna, tampaknya formula 23 menunjukkan kadar

Tabel 14. Hasil optimasi RSM terhadap mutu protein MPASI

Asam Amino	F13 % b/b	F14 % b/b	F23 % b/b	F24 % b/b
Aspartat	1,26	1,48	1,37	1,37
Glutamat	3,30	3,32	3,13	3,09
Serin	0,81	0,85	0,80	0,79
Histidin	0,30	0,31	0,51	0,49
Glisin	0,40	0,42	0,40	0,39
Threonin	0,83	0,86	0,84	0,86
Arginin	0,54	0,55	0,55	0,54
Alanin	0,75	0,77	0,74	0,71
Tyrosin	0,39	0,41	0,39	0,39
Metionin	0,34 <sup>a</sup>	0,34 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0,38 <sup>a</sup>
Valin	0,88	0,90	0,92	0,91
Fenilalanin	0,61	0,61	0,63	0,60
Isoleusin	0,85	0,86	0,89	0,89
Leusin	1,52	1,53	1,53	1,48
Lisin	1,00	1,00	1,13	1,06
Triptofan	0,39 <sup>a</sup>	0,38 <sup>a</sup>	0,29 <sup>a</sup>	0,34 <sup>a</sup>
Protein	17,63 <sup>a</sup>	17,62 <sup>a</sup>	17,94 <sup>b</sup>	17,51 <sup>a</sup>

Keterangan : \* Huruf yang sama pada baris menunjukkan tidak beda bermakna pada uji t ( $p < 0,05$ )

protein tertinggi dan berbeda bermakna (Lampiran 3). Sedangkan dari rasio asam lemak SFA/MUFA, SFA/PUFA dan omega 3/omega 6 ada perbedaan bermakna antara F23 dengan lainnya (Lampiran 4). Dengan demikian F23 memiliki nilai

Tabel 15. Hasil optimasi RSM terhadap mutu lemak MPASI

Asam Lemak	F13 % b/b	F14 % b/b	F23 % b/b	F24 % b/b
<b>SFA :</b>				
Heksanoat	0,03	0,07	0,06	0,07
Oktanoat	0,02	0,04	0,04	0,04
Dekanoat	0,07	0,10	0,09	0,11
Laurat	0,12	0,15	0,14	0,15
Miristat	0,09	0,11	0,10	0,11
Palmitat	0,74	0,85	0,79	0,85
Stearat	0,30	0,35	0,34	0,35
Total	1,37	1,65	1,56	1,66
<b>MUFA :</b>				
Oleat	0,90	1,06	0,88	1,09
Total	0,90	1,06	0,88	1,09

Asam Lemak	F13 % b/b	F14 % b/b	F23 % b/b	F24 % b/b
PUFA				
Linoleat	0,40	0,39	0,20	0,48
Linolenat	0,02	0,02	0,01	0,03
Total	0,42	0,41	0,21	0,51
SFA / MUFA	1,52 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>	1,77 <sup>b</sup>	1,52 <sup>a</sup>
SFA / PUFA	3,26 <sup>a</sup>	4,02 <sup>b</sup>	7,43 <sup>c</sup>	3,25 <sup>a</sup>
$\omega$ -3 / $\omega$ -6	0,05 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>
Kolesterol	0,03 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>

Keterangan : \* Huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak beda bermakna pada uji t ( $p < 0,05$ )

tambah dibandingkan lainnya karena kadar protein lebih baik, untuk protein dan mutu asam lemak lebih baik dan sesuai harapan.

## 1.2. Formulasi MPASI Pemulih

Mengacu pada persyaratan MPASI seperti yang ditetapkan *The Codex Standard for Processed Cereal-Based Foods for Infants and Children, Codex Stan 74-1976* yang diamandemen 1985, 1987 dan 1991 yaitu adanya persyaratan terhadap komposisi bahan baku, mutu protein, kandungan garam dan fortifikasi vitamin-mineral. Standar juga mengatur persyaratan higiene dan mutu organoleptik. Formulasi MPASI Pemulih menghasilkan 4 macam formula, setelah melewati uji mutu protein dan mutu lemak, penetapan formula ditentukan menurut kesukaan ibu dan bayi yang dilaksanakan pada area binaan PT. Gizindo Prima Nusantara (Tabel 16)

Tabel 16. Hasil penilaian uji kesukaan panelis

Kriteria	Skor Ideal	Hasil Uji			
		F13	F14	F23	F24
Penampakan					
* Kering	9	6,85 a	7,15 a	7,08 a	7,15 a
* Bubur	9	6,62 a	6,92 a	6,85 a	6,85 a
Tekstur	9	6,62 a	7,08 a	6,69 a	6,46 a
Aroma	9	5,92 a	6,77 a	6,38 a	6,69 a
Rasa	9	5,77 a	6,31 a	6,38 a	6,23 a
Warna	9	6,54 b	6,69 a	7,23 b	6,92 a
Penerimaan keseluruhan	9	6,46 a	7,08 a	7,15 a	6,69 a

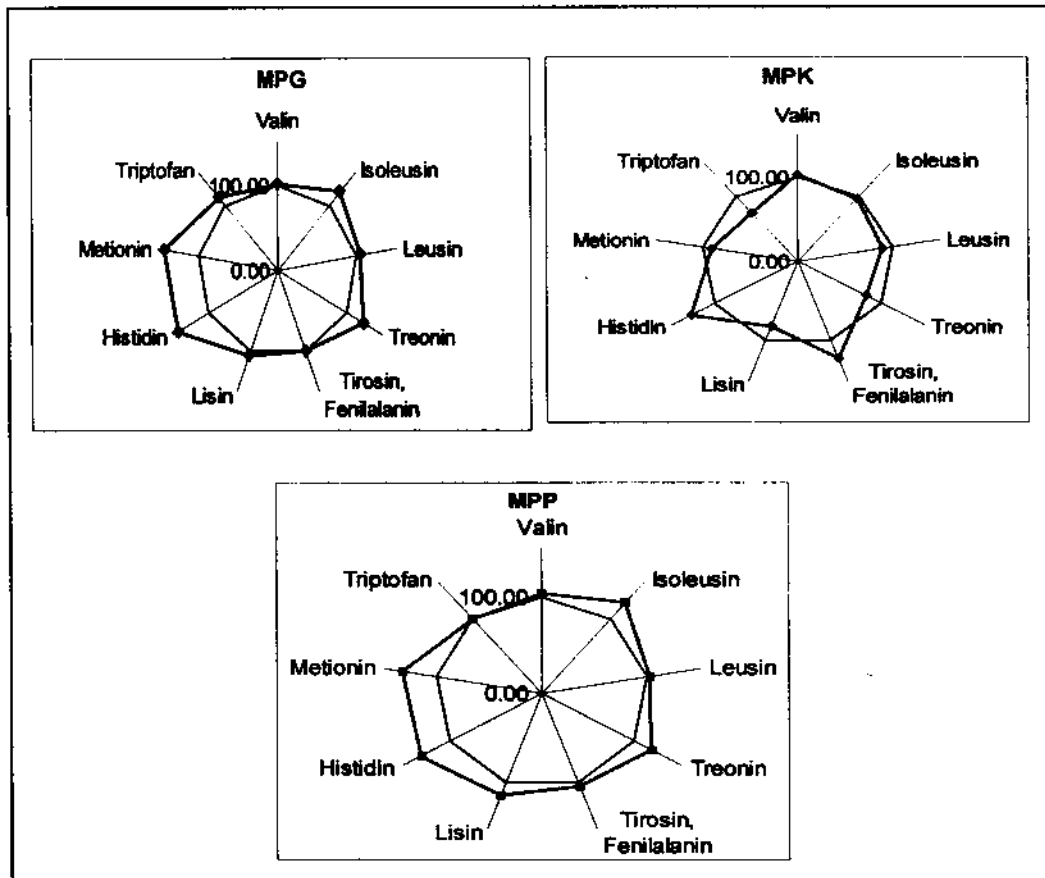
Keterangan : Huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak beda bermakna pada uji t ( $p < 0,05$ )

Karena tidak dijumpai perbedaan bermakna pada kriteria uji organoleptik, maka pemilihan formula adalah yang memiliki skor tertinggi pada penerimaan keseluruhan yaitu **formula F23** yang selanjutnya disebut MPASI Pemulih tanpa L-Glutamin dan diberi kode MPP. Untuk mengetahui mutu protein MPASI Pemulih dengan L-Glutamin (kode MPG), MPASI Pemulih tanpa L-Glutamin (kode MPP) dan MPASI kontrol (kode MPK) dijabarkan pada Tabel 17 dan Gambar 18.

Tabel 17. Mutu potein MPASI dibandingkan dengan rujukan WHO

Asam Amino Esensial (mg/g)	MPG	MPK	MPP	Rujukan WHO
Valin	55,5	56,1	56,6	55
Isoleusin	55,0	43,9 (-)	56,3	46
Leusin	96,7	81,8 (-)	94,2	93
Treonin	52,7	34,8 (-)	50,4	43
Tirosin	72,7	87,5	74,1	72
Fenilalanin				
Lisin	69,8	53,0 (-)	73,9	66
Histidin	36,6	32,6	33,7	26
Metionin	29,8	18,9 (-)	27,6	21
Triptofan	18,9	12,5 (-)	17,0	17

Keterangan : MPG ; MPASI + Glutamin      MPK ; Kontrol      MPP ; MPASI Pemulih



**Gambar 18. Kurva jejaring mutu protein MPASI**

Seperti dimaklumi, mutu protein MPASI diharapkan mendekati nilai harapan agar protein dapat berfungsi secara optimal sebagai kontributor sintesa protein sel, hormon dan enzim, sel imunitas dan pengatur asam-basa biokimia tubuh. Mutu protein sangat ditentukan oleh asam amino esensial yang dikandung oleh bahan baku atau sumber protein. Untuk melengkapi mutu protein, teknik menggabungkan 2 atau lebih sumber protein seperti protein hewani dan protein nabati ke dalam satu formulasi campuran sering digunakan. Teknik ini biasa dikenal dengan komplementasi. Susu dikenal sebagai sumber protein berkualitas tinggi. Protein susu sering dibagi 2 bagian yaitu 80 % kasein yang terdiri dari alfa

kasein, beta kasein, kappa kasein dan gamma kasein serta 20% protein *whey* yang terdiri dari beta laktoglobulin, alfa laktalbumin, protease pepton, serum albumin dan imunoglobulin (Miller *et al.*, 1999). Alfa laktalbumin memiliki asam amino triptofan yang tinggi, selain itu kandungan lisin dan metionin juga cukup berarti.

Sedangkan protein kacang hijau kaya akan metionin dan lisin. Komplementasi asam-asam amino esensial seperti yang terlihat pada MPG dan MPP menunjukkan mutu protein lebih baik daripada MPK mengacu pada rujukan WHO. Beta laktoglobulin berperan penting dalam sistem imunitas karena selain prekursor glutation, juga bersifat antiviral, anti kanker dan berperan mengontrol mikroflora usus (Miller *et al.*, 1999). Asam amino esensial khususnya triptofan, kolin dan tirosin berperan dalam sintesa neurotransmitter serotonin, asetilkolin dan norepinephrin yang terlihat dalam pengendalian fungsi memori, aktifitas seperti marah atau kalem, kecerdasan dan sebagainya (Goldberg, 1994).

Sedangkan mutu asam lemak (Tabel 18) diharapkan dapat mendekati profil ASI khususnya dalam rasio asam lemak tidak jenuh ganda rantai panjang  $\omega$ -3 dan  $\omega$ -6. Uauy dan Castillo (2003), menegaskan kembali pentingnya asam linoleat, asam arahidonat dan asam linolenat bagi bayi karena tubuh bayi belum mampu membuat ikatan rangkap pada karbon posisi 9 dari terminal metil. Hansen *et al.*, (1963) menemukan gejala kulit mengering, keriput dan menebal pada bayi-bayi yang mengalami defisiensi asam linoleat. Bayi-bayi juga mengalami gangguan fungsi visual dan gangguan neuropati periferifal karena syaraf pusat mengalami defisiensi derivat asam linolenat yaitu DHA (*Docosa Hexaenoic Acid*). Apabila dilakukan suplementasi asam linolenat, mampu memperbaiki fungsi retina dan kortek serebral untuk syaraf otak dan penglihatan (Uauy dan Hoftman, 1991).

Peran asam lemak esensial rantai panjang merupakan prekursor eikosanoid seperti prostaglandin, leukotrien dan epoksida yang berperan untuk mengatur proses fisiologi antara lain pengaturan tekanan darah, reaksi inflamasi, agregasi platelet, alergi, fungsi imunitas dan pelepasan sitokinin (Uauy dan Hoftman, 2000). Forsyth *et al.*, (2003) membuktikan anak-anak yang diberi susu formula dengan suplementasi asam lemak tidak jenuh ganda rantai panjang pada masa bayinya cenderung memiliki tekanan darah *sistole* dan *diastole* lebih rendah dari pada mereka yang mendapat susu formula kontrol, dan serupa dengan mereka yang mendapat ASI eksklusif.

Tabel 18. Mutu lemak MPASI

Asam Lemak	MPG	MPK	MPP
SFA / MUFA	1,59	2,75	1,67
SFA / PUFA	2,32	1,92	2,88
$\omega$ -3 / $\omega$ -6	0,11	0,09	0,11
Kolesterol	0,04	0,03	0,04

Secara umum, MPASI memenuhi kriteria Codex Stan 74-1991 yaitu kepadatan energi 0,80 - 1,0 Kal/g, mutu protein minimal 70 % kasein, aman dan mudah ditelan bayi (Tabel 19). Pengamatan fisik MPASI meliputi warna, densitas kamba dan viskositas. Warna bubuk MPASI kuning cerah dengan L (kecerahan) berkisar antara 82,7 % sampai dengan 85,7 %, nilai a (kekuningan) berkisar antara 0,2 % sampai dengan 0,6 % dan nilai b (kebiruan) berkisar antara 16,5 % sampai dengan 17,6 %. Sedangkan warna bubur hasil rekonstitusi menunjukkan hasil L berkisar antara 65,2 % sampai dengan 73,5 %, nilai a antara 0,2 % sampai dengan 0,6 % dan nilai b antara 16,6% sampai dengan 17,9 %



Tabel 19. Mutu fisik, kimia dan mikrobiologi MPASI

Parameter	MPG		MPK		MPP	
	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd
<b>Fisik</b>						
Warna bubuk L	85,69	0,16	82,73	0,06	85,12	0,13
a	0,16	0,04	-0,58	0,07	0,25	0,08
b	16,50	0,28	17,63	0,13	17,04	0,11
Warna bubur L	73,48	0,57	65,22	1,03	72,29	2,35
a	0,19	0,07	-0,58	0,13	0,24	0,04
b	17,41	0,38	17,86	0,38	16,55	0,83
Densitas kamba (g/ml)	0,53	0,003	0,37	0,002	0,50	0,002
Viskositas (poise)	123	1	258	3	205	3
<b>Kimia</b>						
Kadar air (%)	1,74		1,69		1,85	
Kadar abu (%)	2,17		3,21		2,18	
Kadar protein (%)	27,14 *		1320		17,94	
Kadar lemak (%)	11,62		5,44		10,19	
Kadar karbohidrat (%)	52,68 **		62,51		54,86	
Kadar serat makanan (%)	5,44		5,65		5,51	
Kepadatan energi (Kal/g)	1,0		0,80		1,0	
<b>Mikrobiologis</b>						
<i>Aerobic Plate Count</i> Kol/g	4,0 x 10 <sup>2</sup>		1,7 x 10 <sup>3</sup>		1,9 x 10 <sup>3</sup>	
<i>Coliform</i> Kol/g	< 10 <sup>2</sup>		< 10 <sup>2</sup>		< 10 <sup>2</sup>	
<i>E-coli</i> Kol/g	< 3		< 3		< 3	
Jamur Kol/g	< 10 <sup>1</sup>		< 10 <sup>1</sup>		< 10 <sup>1</sup>	
Kapang Kol/g	< 10 <sup>1</sup>		< 10 <sup>1</sup>		< 10 <sup>1</sup>	
<i>Salmonella</i> /25g	negatif		negatif		negatif	

Keterangan : \* L-Glutamin teranalisa sebagai nitrogen yang dikonversi ke protein

\*\* Dilakukan dengan metoda spektrofotometri

Densitas kamba yang menentukan kekambaan volume MPASI berkisar antara 0,37 g/ml sampai 0,53 g/ml, berarti MPK jauh lebih kamba daripada MPG dan MPP. Viskositas bubur berkisar antara 123 poise sampai 258 poise, berarti MPK lebih kental daripada MPG dan MPP. Kadar air MPASI berada dibawah 2 %, berarti MPASI termasuk produk kering dan berada pada daerah isotermis aman terhadap serangan kerusakan oksidasi dan biologis. Kadar protein bervariasi dari yang terendah MPK 13, 2 %; MPP 17,9 % dan tertinggi MPG 27,1 %. Tingginya

kadar protein pada MPG disebabkan karena L-Glutamin teranalisis sebagai protein. Metoda mikrokjeldahl menghitung total nitrogen sehingga L-Glutamin yang teranalisa nitrogennya, menyebabkan kadar protein MPG menjadi tinggi. Kadar lemak bervariasi dari yang terendah MPK 5,4 %; MPP 10,2 % dan MPG 11,6 %.

Persyaratan mikrobiologis untuk menentukan kualitas sanitasi dan higiene proses pembuatan MPASI menunjukkan bahwa ketiga produk MPASI memenuhi persyaratan komersial.

## 2. Uji Mutu Biologis dan Keamanan MPASI

### 2.1. Uji Mutu Biologis MPASI

Evaluasi pengaruh mutu biologis protein MPASI terhadap pertumbuhan tikus banyak digunakan sebagai simulasi studi evaluasi mutu protein pada pertumbuhan bayi. *Protein Efficiency Ratio* (PER) menggunakan metoda assay dengan tikus sebagai objek percobaan karena metode tidak terlalu rumit, dan sesuai untuk membedakan pengaruh jenis dan sumber protein.

Pada penelitian MPASI tetap dilakukan pengujian PER untuk mengkaji mutu biologis sumber protein yang mensyaratkan minimal 70 % kasein. Tabel 20, menunjukkan mutu PER protein MPASI dengan pembanding protein kasein sebagai berikut MPG berkisar antara  $3,2 \pm 0,3$  dan  $3,5 \pm 0,3$  ( $p < 0,05$ ), MPK  $1,9 \pm 0,2$  ( $p < 0,05$ ) dan MPP  $3,4 \pm 0,4$  ( $p < 0,05$ ) sesuai dengan persyaratan *The Codex Standard for Processed Cereal Based Foods for Infant and Children 1976* dan direvisi pada tahun 1985, 1987 dan 1991 yang menegaskan minimal PER 70 % kasein. Mutu biologis MPG dan MPP sesuai bahkan melebihi ransum standar kasein, sedangkan MPK dibawah ransum standar kasein. Sebagai mana diulas,

PER digunakan sebagai langkah awal identifikasi perbedaan mutu biologis antar perlakuan sumber atau jenis protein.

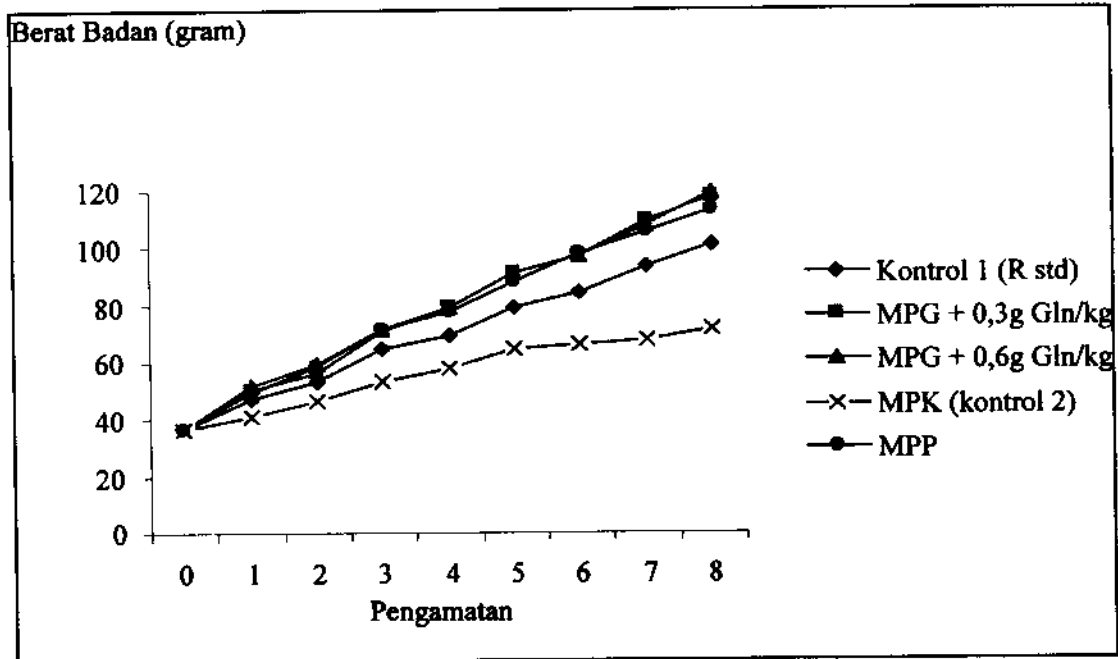
Banyak kritik perihal penggunaan PER untuk pengujian mutu protein makanan karena dirasakan kurang mencerminkan korelasinya dengan manusia antara lain:

- 1) PER tidak mencerminkan secara akurat jumlah protein yang digunakan untuk fungsi pemeliharaan tubuh (Sarwar, 1997).
- 2) Pertumbuhan pada tikus dan pada manusia berbeda dalam menyiasati ketersediaan maupun keseimbangan asam amino pembatas. Selain itu PER tidak mencerminkan daya cerna protein MPASI untuk keperluan bayi (Mc Laughan *et al.*, 1980).

Tabel 20. Mutu biologis protein (PER) MPASI

Kelompok	Kenaikan BB(g)		PER	
	rerata	sd	rerata	sd
Ransum Standard (Kontrol 1)	64,6 <sup>b</sup>	10,5	3,1 <sup>b</sup>	0,3
MPG + 0,3g Gln/kg	81,6 <sup>c</sup>	11,9	3,2 <sup>cb</sup>	0,3
MPG + 0,6g Gln/kg	84,4 <sup>c</sup>	7,2	3,5 <sup>c</sup>	0,3
MPK (Kontrol 2)	34,9 <sup>a</sup>	5,5	1,9 <sup>a</sup>	0,2
MPP	79,4 <sup>c</sup>	11,9	3,4 <sup>b</sup>	0,4

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda bermakna pada uji t ( $p < 0,05$ )



Gambar 19. Kurva pertambahan berat badan tikus pada selama pengamatan uji PER

Pada Gambar 19, kenaikan berat badan tikus perlakuan MPK jauh lebih rendah secara bermakna ( $p < 0,05$ ) daripada perlakuan MPG dan MPP. Hal ini dapat dimaklumi karena kandungan metionin dan sistin kurang dibandingkan dengan asam amino rujukan sehingga mengganggu laju pertumbuhan tikus yang sangat tergantung pada ketersediaan asam amino sulfur (Vernon dan Young, 1980).

## 2.2. Dampak MPASI pada Tikus Gizi Kurang dan Tikus Normal

Untuk mengetahui dampak pemberian MPASI pada tikus gizi kurang dan tikus normal, dilakukan simulasi induksi gizi kurang seperti yang dilaporkan oleh Young *et al.*, (1987) yang dikutip oleh Firmansyah (1992). Gizi kurang apabila berat badan tikus gizi kurang kurang atau sama dengan 70 % berat tikus normal. Induksi gizi kurang disimulasikan dengan pemberian ransum standar 50 % asupan tikus normal selama masa gestasi dan laktasi, dimaksudkan agar anak tikus yang

lahir dari induk gizi kurang juga mengalami kondisi gizi kurang. Tabel 21, menunjukkan pertumbuhan dan morfologi tikus berbagai perlakuan MPASI.

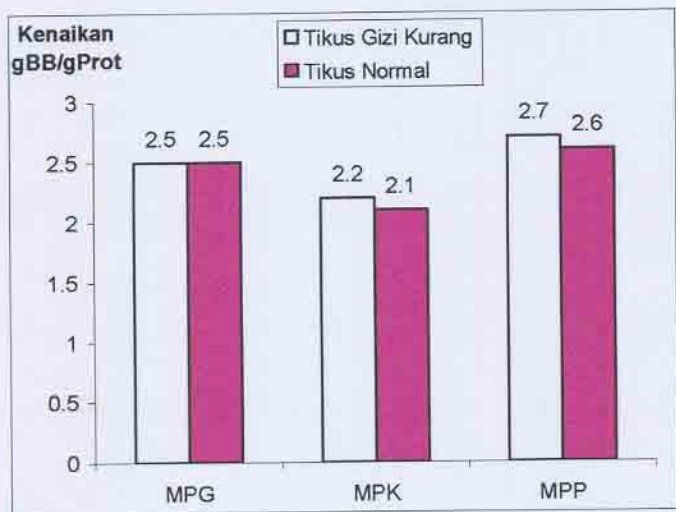
Pada Gambar 20 dan Tabel 21, terlihat bahwa utilisasi protein oleh tikus gizi kurang lebih responsif dari pada tikus normal. MPK yang mempunyai profil asam amino defisit khususnya triptofan, metionin, treonin, lisin dan leusin jika dibandingkan dengan MPG dan MPP berdampak bermakna terhadap pertumbuhan tikus. Hasil uji statistik menunjukkan perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) antara kelompok perlakuan baik tikus normal maupun tikus gizi kurang. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kenaikan berat badan, rasio berat badan/panjang badan tikus dan rasio berat badan/panjang ekor tikus kelompok tikus normal dan tikus gizi kurang berbeda bermakna, kelompok MPK lebih rendah dibandingkan tikus kelompok MPG dan MPP (Lampiran 5).

Tabel 21. Pertumbuhan tikus menurut perlakuan MPASI

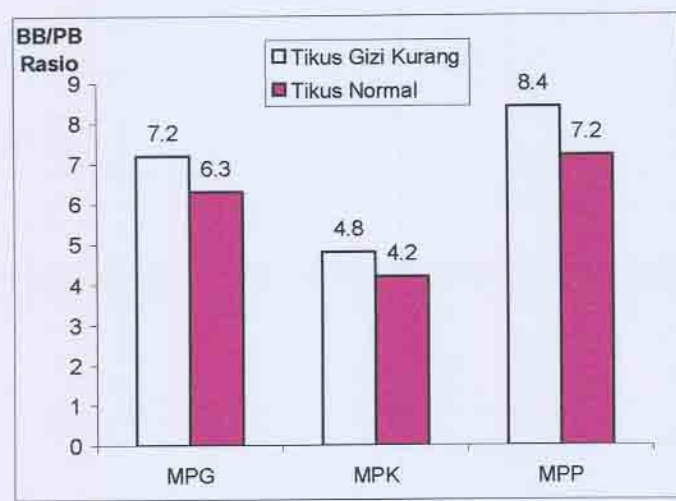
Pertumbuhan	Tikus Gizi kurang			Tikus Normal		
	Nilai		p	Nilai		P
	rerata	sd		rerata	sd	
<b>Kenaikan Berat Badan (g)</b>						
MPG	124,5 <sup>ac</sup>	26,9	0,006*	109,4 <sup>ac</sup>	14,7	0,003*
MPK	70,4 <sup>b</sup>	10,3		64,5 <sup>b</sup>	4,1	
MPP	144,0 <sup>ca</sup>	11,3		120,8 <sup>ca</sup>	14,0	
<b>Kenaikan rasio BB/PB (g/cm)</b>						
MPG	7,2 <sup>a</sup>	1,3	0,005*	6,3 <sup>a</sup>	0,8	0,003*
MPK	4,8 <sup>b</sup>	0,4		4,2 <sup>b</sup>	0,3	
MPP	8,4 <sup>c</sup>	0,5		7,2 <sup>c</sup>	0,8	
<b>Kenaikan rasio BB/PE (g/cm)</b>						
MPG	8,6 <sup>ac</sup>	2,0	0,021*	6,4 <sup>a</sup>	0,7	0,003*
MPK	5,0 <sup>b</sup>	0,6		4,4 <sup>b</sup>	0,2	
MPP	8,7 <sup>ca</sup>	0,7		7,3 <sup>c</sup>	0,8	

Keterangan : \* Berbeda bermakna pada uji  $t < 0,05$

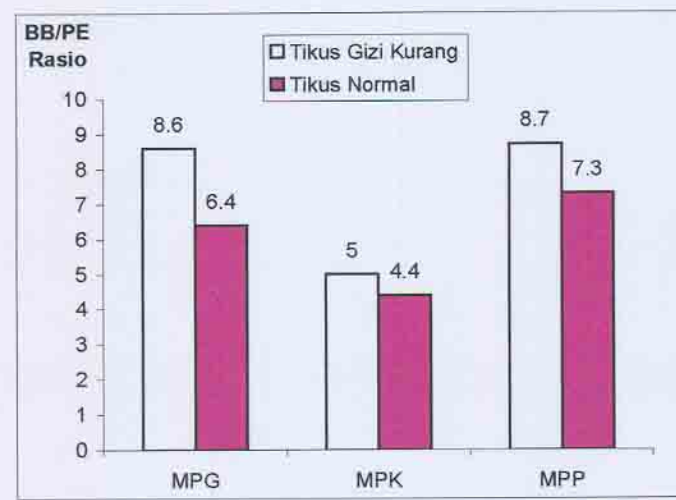
Huruf yang sama pada kolom yang sama per parameter uji menunjukkan tidak berbeda bermakna pada uji  $t (p < 0,05)$



Keterangan:  
BB = Berat Badan  
Prot = Protein



Keterangan:  
BB = Berat Badan  
PB = Panjang Badan



Keterangan:  
BB = Berat Badan  
PE = Panjang Ekor

Gambar 20. Pertumbuhan dan morfologi tikus hasil berbagai perlakuan MPASI

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Menurut Kirinke (2000), pada tikus gizi kurang hormon pertumbuhan GSH (*Gonado Stimulating Hormone*) lebih tinggi jumlahnya dari pada tikus normal sehingga sangat responsif memacu pertumbuhan tikus. Hal dapat dilihat dari rasio kenaikan berat badan per konsumsi atau gram protein.

Morfologi organ-organ tikus dipaparkan pada Tabel 22, pada kelompok tikus gizi kurang dijumpai perbedaan bermakna ( $p < 0,05$ ) antar perlakuan MPASI untuk berat otak, hati, ginjal, pankreas dan usus halus. Demikian pula pada tikus normal, ada perbedaan bermakna ( $p < 0,05$ ) antar perlakuan MPASI untuk berat otak, hati, ginjal dan pankreas. Pada kelompok tikus gizi kurang, berat otak, hati, ginjal, pankreas dan usus halus secara bermakna ( $p < 0,05$ ) tikus perlakuan MPK lebih rendah daripada MPG dan MPP. Pada kelompok tikus normal, berat hati, ginjal dan pankreas secara bermakna ( $p < 0,05$ ) tikus perlakuan MPK lebih rendah daripada MPG dan MPP (Lampiran 6).

Mutu protein MPG dan MPP yang lebih lengkap dari pada MPK berperan nyata dalam sintesa protein sel pertumbuhan, sehingga walaupun terlahir gizi kurang jika mendapat cukup makanan yang baik mutunya, anak-anak tikus dapat mengejar ketertinggalan pertumbuhan seperti yang dicerminkan dari kenaikan berat badannya. Kenaikan berat badan tikus gizi kurang perlakuan MPG ( $35,4 \pm 1,2$  g menjadi  $159,9 \pm 26,1$ g), MPK ( $35,3 \pm 1,1$ g menjadi  $105,7 \pm 10,6$ g) dan MPP ( $35,4 \pm 1,2$  g menjadi  $179,4 \pm 12,3$ g), sedangkan pada kelompok tikus normal, perlakuan MPG ( $54,3 \pm 1,1$ g menjadi  $163,7 \pm 15,5$ g), MPK ( $54,1 \pm 2,1$ g menjadi  $118,6 \pm 5,6$ g) dan MPP ( $54,1 \pm 2,1$ g menjadi  $174,9 \pm 12,5$ g). Sejalan dengan kenaikan berat badan masing-masing perlakuan, organ tubuh menyesuaikan.



Tabel 22. Morfologi organ tikus menurut perlakuan MPASI

Organ	Tikus Gizi kurang			Tikus Normal		
	Nilai		p	Nilai		p
	rerata	sd		rerata	sd	
<b>Berat Otak (g)</b>						
MPG	1,8 <sup>ac</sup>	0,1	0,009*	1,7	0,1	0,368
MPK	1,5 <sup>b</sup>	0,1		1,6	0,1	
MPP	1,7 <sup>ca</sup>	0,1		1,7	0,1	
<b>Berat Hati (g)</b>						
MPG	7,6 <sup>a</sup>	0,5	0,001*	6,3 <sup>a</sup>	0,9	0,002*
MPK	4,5 <sup>b</sup>	0,6		4,7 <sup>b</sup>	0,2	
MPP	8,5 <sup>c</sup>	0,7		7,7 <sup>c</sup>	0,2	
<b>Berat Ginjal (g)</b>						
MPG	1,6 <sup>ac</sup>	0,2	0,003*	1,2 <sup>a</sup>	0,1	0,008*
MPK	0,9 <sup>b</sup>	0,2		1,0 <sup>b</sup>	0,1	
MPP	1,5 <sup>ca</sup>	0,1		1,4 <sup>c</sup>	0,2	
<b>Berat Pankreas (g)</b>						
MPG	0,8 <sup>a</sup>	0,2	0,001*	0,6 <sup>a</sup>	0,1	0,004*
MPK	0,3 <sup>b</sup>	0,1		0,4 <sup>b</sup>	0,1	
MPP	1,0 <sup>c</sup>	0,1		0,8 <sup>c</sup>	0,1	
<b>Berat Usu Halus (g)</b>						
MPG	5,1 <sup>a</sup>	0,3	0,015*	4,4	0,5	0,488
MPK	4,1 <sup>b</sup>	0,4		4,1	0,4	
MPP	5,7 <sup>c</sup>	0,7		4,5	0,4	
<b>Berat Kolon (g)</b>						
MPG	0,7 <sup>ab</sup>	0,1	0,191	0,7	0,1	0,828
MPK	0,6 <sup>bc</sup>	0,1		0,6	0,1	
MPP	0,8 <sup>ca</sup>	0,1		0,6	0,1	

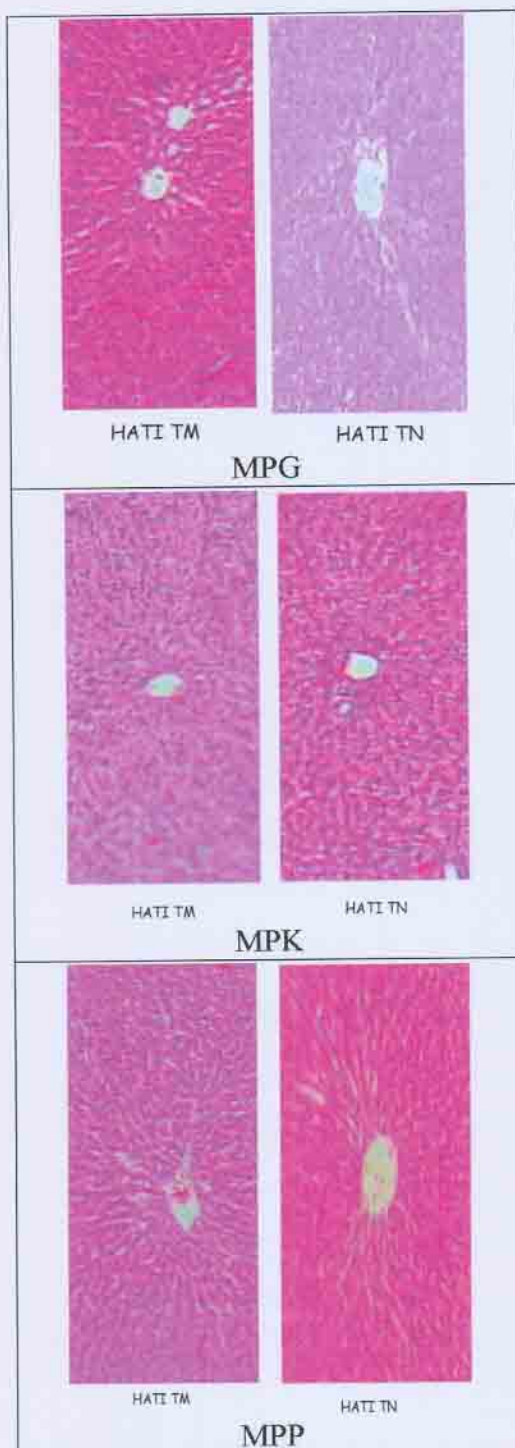
Keterangan : \* Berbeda Bermakna pada  $p < 0,05$

Huruf yang sama pada kolom yang sama per parameter uji menunjukkan tidak berbeda bermakna pada uji  $t$  ( $p < 0,05$ )

### 2.3. Uji Keamanan MPASI

Pengamatan histopatologi (Tabel 23) menunjukkan tidak dijumpai penyimpangan berarti atau tidak ditemukan kelainan spesifik pada organ tikus hati (Gambar 21), ginjal (Gambar 22), pankreas (Gambar 23) maupun usus halus (Gambar 24) baik pada kelompok tikus gizi kurang maupun tikus normal. Hasil ini dapat dianalogikan bahwa MPASI dapat dikonsumsi oleh bayi, tanpa menimbulkan efek samping kerusakan organ permanen.





Keterangan:

TM = Tikus Gizi kurang  
TN = Tikus Normal

Penjelasan:

- 1) Tidak dijumpai kelainan spesifik
- 2) Inti sel normal, tidak dijumpai degenerasi parenkim

Keterangan:

TM = Tikus Gizi kurang  
TN = Tikus Normal

Penjelasan:

- 1) Tidak dijumpai kelainan spesifik
- 2) Inti sel normal, tidak dijumpai degenerasi parenkim parah

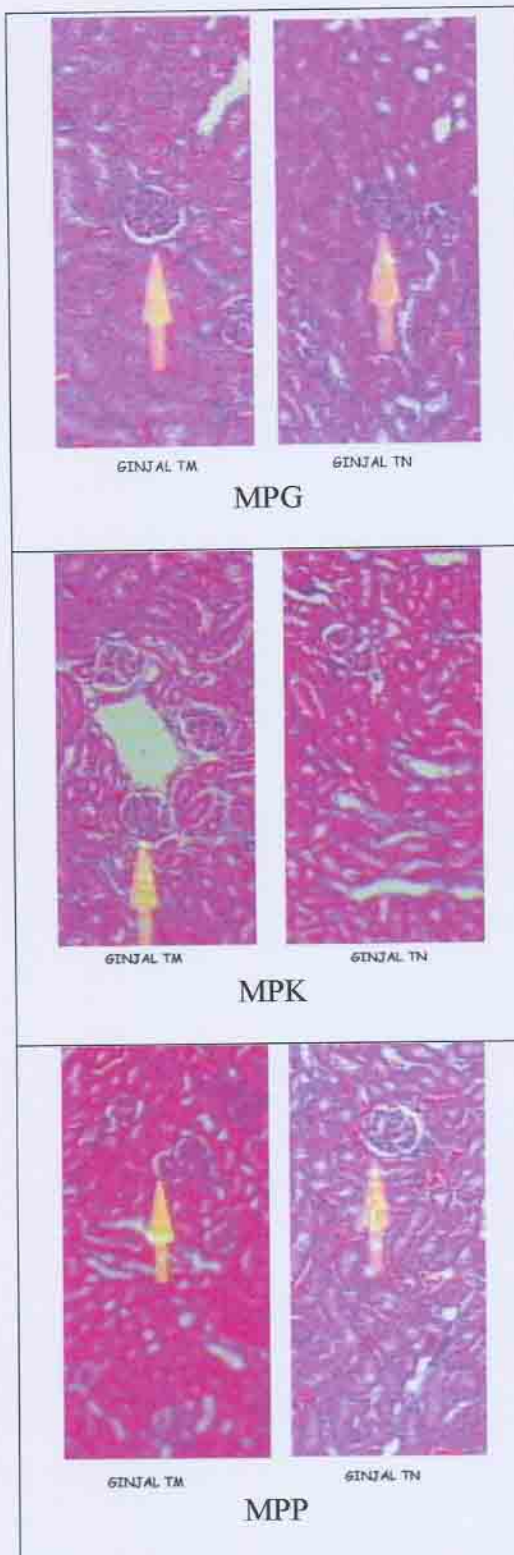
Keterangan:

TM = Tikus Gizi kurang  
TN = Tikus Normal

Penjelasan:

- 1) Tidak dijumpai kelainan spesifik
- 2) Inti sel normal, tidak dijumpai degenerasi parenkim

**Gambar 21. Histopatologi hati tikus menurut perlakuan MPASI**



Keterangan:

TM = Tikus Gizi kurang

TN = Tikus Normal

Penjelasan:

- 1) Tidak dijumpai kelainan spesifik
- 2) Renal tubuh normal

Keterangan:

TM = Tikus Gizi kurang

TN = Tikus Normal

Penjelasan:

- 1) Tidak dijumpai kelainan spesifik
- 2) Renal tubuh normal

Keterangan:

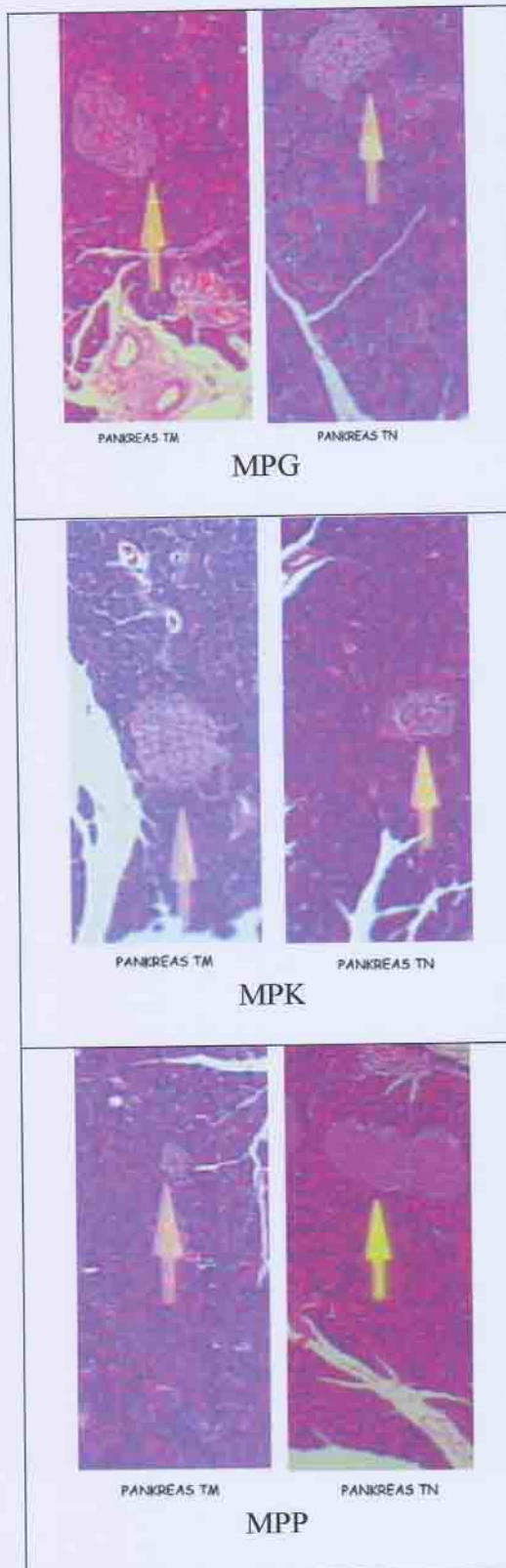
TM = Tikus Gizi kurang

TN = Tikus Normal

Penjelasan:

- 1) Tidak dijumpai kelainan spesifik
- 2) Renal tubuh normal

**Gambar 22. Histopatologi ginjal tikus menurut perlakuan MPASI**



Keterangan:

TM = Tikus Gizi kurang

TN = Tikus Normal

Penjelasan:

- 1) Tidak dijumpai kelainan spesifik
- 2) Pulau Langerhans normal

Keterangan:

TM = Tikus Gizi kurang

TN = Tikus Normal

Penjelasan:

- 1) Tidak dijumpai kelainan spesifik
- 2) Pulau Langerhans normal

Keterangan:

TM = Tikus Gizi kurang

TN = Tikus Normal

Penjelasan:

- 1) Tidak dijumpai kelainan spesifik
- 2) Pulau Langerhans normal

**Gambar 23. Histopatologi pankreas tikus menurut perlakuan MPASI**

Tabel 23. Histopatologi tikus menurut perlakuan MPASI

Organ	MPG		MPK		MPP	
	TN	TM	TN	TM	TN	TM
Hati	Tks	Tks	Tks	Tks	Tks	Tks
Ginjal	Tks	Tks	Tks	Tks	Tks	Tks
Pankreas	Tks	Tks	Tks	Tks	Tks	Tks
Usus Halus	ProLimf ++	ProLimf ++	ProLimf +	ProLimf +	ProLimf +	ProLimf +

Keterangan : TN : Tikus Normal

TM : Tikus Gizi kurang

Tks : Tidak ada tanda spesifik

ProLimf : Proliferasi Limfosit

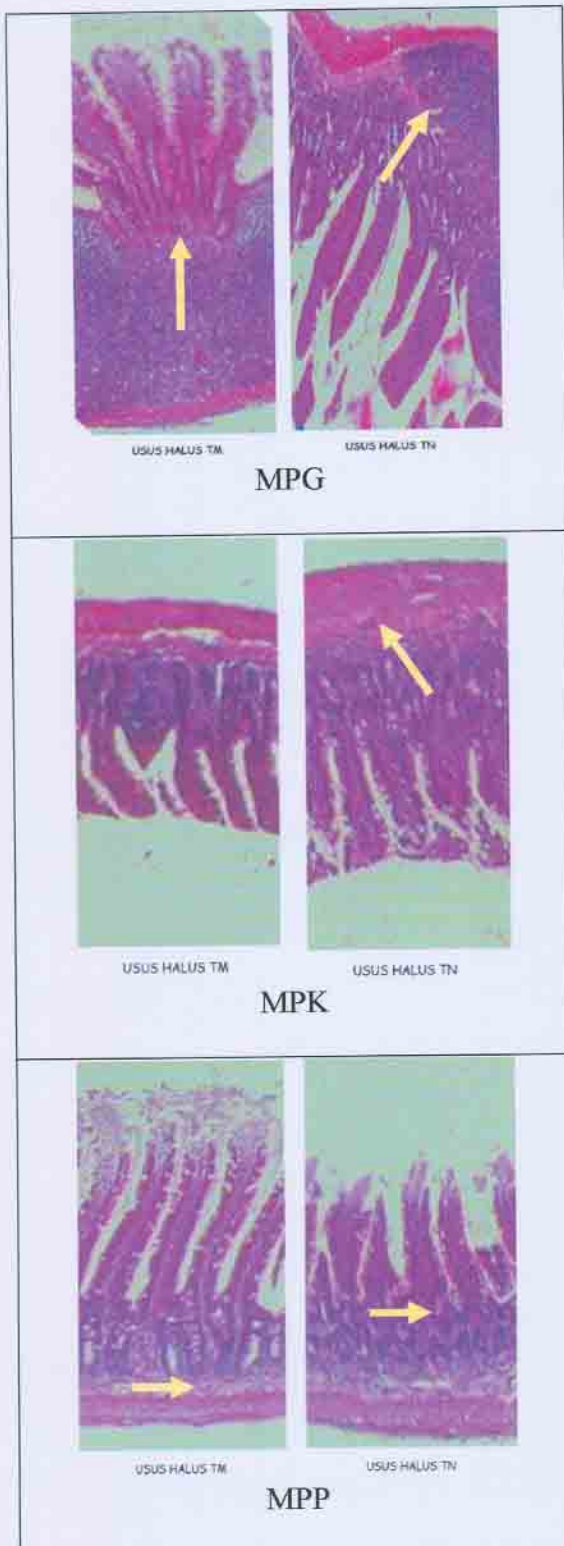
Pengamatan tebal mukosa, tebal vili, jumlah vili dan kedalaman kriptas organ usus halus kelompok tikus gizi kurang maupun kelompok tikus normal tidak berbeda bermakna ( $p < 0,05$ ) seperti yang tercantum pada Tabel 24 dan Lampiran 7.

Tabel 24. Tebal mukosa, tebal vili, jumlah vili dan kedalaman kriptas usus halus tikus menurut perlakuan MPASI

Parameter	Tikus Gizi kurang			Tikus Normal		
	Nilai		p	Nilai		p
	rerata	sd		rerata	sd	
<b>Tebal Mukosa (<math>\mu\text{m}</math>)</b>						
MPG	427	30	0,576	438	33	0,755
MPK	408	15		412	60	
MPP	418	10		428	29	
<b>Tebal vili (<math>\mu\text{m}</math>)</b>						
MPG	260	9	0,413	298	50	0,530
MPK	275	18		263	36	
MPP	278	21		275	15	
<b>Jumlah Vili / mm</b>						
MPG	9,2	0,8	0,798	10,0	0,7	0,437
MPK	9,8	1,1		10,5	0,4	
MPP	9,6	1,0		9,6	1,3	
<b>Kedalaman Kriptas (<math>\mu\text{m}</math>)</b>						
MPG	117	24	0,247	87	15	0,297
MPK	108	8		113	25	
MPP	90	18		100	10	

Keterangan : \* Tidak beda bermakna pada  $p < 0,05$

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Keterangan:

TM = Tikus Gizi kurang

TN = Tikus Normal

Penjelasan:

- 1) Tidak dijumpai kelainan spesifik
- 2) Proliferasi limfoid pada usus tikus MPG paling responsif (+++)

Keterangan:

TM = Tikus Gizi kurang

TN = Tikus Normal

Penjelasan:

- 1) Tidak dijumpai kelainan spesifik
- 2) Proliferasi limfoid pada usus tikus MPK biasa (+)

Keterangan:

TM = Tikus Gizi kurang

TN = Tikus Normal

Penjelasan:

- 1) Tidak dijumpai kelainan spesifik
- 2) Proliferasi limfoid pada usus tikus MPP agak responsif (++)

**Gambar 24. Histopatologi organ usus halus tikus menurut perlakuan MPASI**

Tampak pada uji histopatologi (Gambar 24), usus halus kelompok tikus yang mendapat MPASI Pemulih dengan L-Glutamin mengalami proliferasi limfosit lebih aktif dari pada kontrol dan MPP tanpa L-Glutamin. Hal ini dapat dimaklumi, karena dalam kondisi stres yaitu ketika dipingsankan, reaksi tubuh terhadap stres pada kelompok tikus yang mendapat MPASI Pemulih lebih responsif, berarti seperti yang diharapkan yaitu reaksi imunitas berfungsi lebih baik. Hasil ini memperkuat penelitian sebelumnya bahwa L-Glutamin berperan dalam regenerasi mukosa usus (Windmueller, 1982 ; Firmansyah, 1992).

Penambahan L-Glutamin pada MPG mampu menjaga integritas usus lebih baik, terbukti pada percobaan infeksi *E-coli* yang diberikan secara oral sebanyak  $10^{10}$  koloni/ml/hari selama 3 hari terus menerus. Pada perlakuan MPG, L-Glutamin mampu memperbaiki pemulihan integritas usus halus lebih cepat dari pada perlakuan MPK dan MPP yang ditunjukkan dengan jumlah negatif infiltrasi *E-coli* pada feses (Tabel 25). Pada perlakuan MPG, terlihat hari kesepuluh setelah infeksi dan intervensi dilanjutkan, tidak lagi ditemukan *E-coli* pada feses. Kejadian ini lebih cepat dari pada kelompok tikus MPP (hari ke 12 setelah infeksi dan intervensi dilanjutkan, hasil *E-coli* negatif) maupun MPK (infeksi *E-coli* masih positif sampai dengan hari ke-13). Hasil serupa identik dengan percobaan yang dilakukan Inoue *et al.*, (1993) yang menyimpulkan suplementasi L-Glutamin pada nutrisi parenteral memperbaiki tingkat survival tikus terhadap infeksi *E-coli* (92% vs 55%). Yoshida *et al.*, (1992), membuktikan tikus yang diberi nutrisi parenteral dan diinfeksi bakteri gram negatif, menunjukkan kerusakan sepsis mukosa sedikit dan laju sintesa protein mukosa tinggi jika dibandingkan tikus kontrol.

Tabel 25. Jumlah *E-coli* dan selain *E-coli* pada feses tikus menurut perlakuan MPASI

Pengamatan	Perlakuan	Jumlah <i>E-coli</i> (kol/g feses)		Jumlah selain <i>E-coli</i> (kol/g feses)	
		T. gizi kurang	T. normal	T. gizi kurang	T. normal
Awal infeksi (3 hari infeksi <i>E-coli</i> 10 <sup>10</sup> /1ml/hari)	MPG	3,5 x 10 <sup>2</sup>	5,8 x 10 <sup>3</sup>	2,6 x 10 <sup>2</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>
	MPK	neg	neg	7,5 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>
	MPP	1,2 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	7,3 x 10 <sup>4</sup>	3,2 x 10 <sup>3</sup>
Hr. 8	MPG	5,1 x 10 <sup>3</sup>	3,8 x 10 <sup>3</sup>	2,8 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>
	MPK	6,4 x 10 <sup>3</sup>	1,7 x 10 <sup>3</sup>	2,2 x 10 <sup>4</sup>	1,7 x 10 <sup>4</sup>
	MPP	1,4 x 10 <sup>5</sup>	1,7 x 10 <sup>4</sup>	7,4 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>
Hr. 9	MPG	4,8 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>3</sup>	4,3 x 10 <sup>4</sup>	3,4 x 10 <sup>4</sup>
	MPK	4,2 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>	2,2 x 10 <sup>4</sup>	9,7 x 10 <sup>3</sup>
	MPP	6,4 x 10 <sup>4</sup>	8,8 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	4,7 x 10 <sup>4</sup>
Hr. 10	MPG	neg	neg	1,8 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>3</sup>
	MPK	2,0 x 10 <sup>3</sup>	8,8 x 10 <sup>2</sup>	1,2 x 10 <sup>3</sup>	4,2 x 10 <sup>3</sup>
	MPP	4,0 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	4,8 x 10 <sup>3</sup>	2,6 x 10 <sup>3</sup>
Hr. 11	MPG	neg	neg	2,4 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>3</sup>
	MPK	2,4 x 10 <sup>3</sup>	3,2 x 10 <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>	9,6 x 10 <sup>2</sup>
	MPP	3,6 x 10 <sup>3</sup>	9,2 x 10 <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>3</sup>	7,8 x 10 <sup>2</sup>
Hr. 12	MPG	neg	neg	1,6 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>2</sup>
	MPK	3,4 x 10 <sup>2</sup>	6,2 x 10 <sup>2</sup>	7,3 x 10 <sup>2</sup>	5,6 x 10 <sup>2</sup>
	MPP	neg	neg	1,3 x 10 <sup>3</sup>	7,2 x 10 <sup>2</sup>
Hr. 13	MPG	neg	neg	8,6 x 10 <sup>3</sup>	7,5 x 10 <sup>2</sup>
	MPK	2,2 x 10 <sup>2</sup>	1,2 x 10 <sup>2</sup>	9,5 x 10 <sup>2</sup>	7,2 x 10 <sup>2</sup>
	MPP	neg	neg	8,6 x 10 <sup>2</sup>	7,5 x 10 <sup>2</sup>

Keterangan : Neg = hasil pemeriksaan mikroba negatif

### 3. Karakteristik, Pola Pengasuhan, Riwayat Kesehatan dan Konsumsi Zat Gizi Bayi

#### 3.1. Karakteristik Sosial Ekonomi Keluarga Contoh

Secara umum karakteristik sosial ekonomi contoh pada ketiga kelompok relatif homogen (Tabel 26). Jumlah anggota rata-rata 5 orang, sedikit diatas jumlah keluarga ideal menurut BKKBN. Umumnya keluarga muda dengan 1 atau 2 anak. Pendidikan keluarga contoh tergolong rendah karena ayah rata-rata mengecap pendidikan di atas SD atau 8,5 tahun dan ibu sedikit dibawah rata-rata pendidikan ayah yaitu 7,3 tahun. Keadaan ekonomi rumahtangga didekati dari jumlah uang

yang dikeluarkan untuk keperluan rumah tangga yaitu sekitar Rp 182.000 ± Rp 106.000 atau 51,8 % untuk keperluan pangan dan 48,2 % untuk non pangan. Umumnya pekerjaan ayah buruh atau tidak menentu dan ibu sebagai ibu rumah tangga. Hasil uji statistik karakteristik sosial ekonomi menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna ( $p < 0,05$ ) antar kelompok perlakuan (Lampiran 8).

Tabel 26. Karakteristik sosial ekonomi keluarga contoh sebelum intervensi

Karakteristik Sosek	MPG n = 47		MPK n = 52		MPP n = 44		Total n = 143	
	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd
Jumlah anggota keluarga (orang)	5,7	2,1	5,4	2,3	5,7	2,1	5,6	2,2
Pendidikan ayah (tahun)	8,5	3,4	8,1	3,6	7,8	3,5	8,1	3,5
Pendidikan ibu (tahun)	7,3	3,2	7,9	3,2	7,4	3,0	7,6	3,2
Pengeluaran RT (Rp)	189141	130471	184536	85701	171549	100771	182053	106209
Pengeluaran untuk pangan (%)	52,2	14,9	50,7	14,0	52,6	15,7	51,8	14,8
Pengeluaran untuk non pangan (%)	47,8	14,9	49,3	14,0	47,4	15,7	48,2	14,8

Keterangan : \* Tidak berbeda bermakna pada uji t ( $p < 0,05$ )

### 3.2. Karakteristik Perumahan dan Sanitasi Lingkungan

Umumnya mereka tinggal pada rumah sendiri (42,0 %), rumah milik orang tua (34,2 %) atau menyewa (23,8 %). Kondisi rumah cukup layak huni karena lantainya keramik, teraso atau disemen (96,6 %), dindingnya tembok (91,6 %), atapnya genteng atau asbes (97,2 %), jenis penerangan listrik (98,6 %) dan memasak dengan kompor minyak tanah (87,4 %). Umumnya keluarga memiliki peralatan elektronik radio (59,4 %), TV (68,5 %) dan VCD (28,0 %), peralatan kulkas (16,8 %) dan kompor gas (14,0 %), kendaraan motor (14,0 %), mebel (35,0 %), telepon 7,0 %) dan lainnya (36,4 %).



Letak rumah cukup jarak dengan yang lain (55,2 %) dan banyak pula yang cukup rapat (37,1 %). Situasi rumah umumnya tenang (84,6 %), sinar matahari cukup (45,5 %), tetapi banyak pula yang tidak mendapat cukup penyinaran (46,2 %). Sirkulasi udara cukup baik (53,1 %). Sumber air umumnya sumur pompa (60,8 %) dan sumur timba (30,8 %); ada fasilitas MCK (87,4 %). Walaupun lingkungan cukup baik, karena ada selokan air (42.7%), dan ada tempat sampah (39.9%), sayangnya sampah tidak tertutup dan kotor (95.9%). Selain itu ada pula yang memelihara ternak dekat rumah (61,5 %).

### 3.3. Identitas Bayi

Identitas bayi pada ketiga kelompok perlakuan dapat dilihat pada Tabel 27. Umumnya (60,8 %) bayi adalah anak pertama atau kedua dan 38,5 % bayi merupakan anak ketiga atau keempat. Ditinjau dari usia kelahiran 91,6 % (131 bayi) bayi cukup bulan, sedang sisanya 8,4 % (12 bayi) dilahirkan kurang dari 9 bulan. Berdasarkan keterangan ibu, rata-rata ibu mengetahui berat lahir bayi (60,1 %) dan berat lahir berkisar antara  $2,9 \pm 0,46$  kg sampai dengan  $3,2 \pm 0,44$  kg dengan rata-rata  $3,0 \pm 0,47$  kg. Sedangkan panjang badan lahir berkisar antara  $48,6 \pm 2,3$  cm sampai dengan  $48,8 \pm 2,7$  cm dengan rata-rata  $48,8 \pm 2,3$  cm. Pada awal intervensi, berat bayi 6 bulan berkisar antara  $6,39 \pm 0,53$  kg sampai dengan  $6,49 \pm 0,44$  kg dengan rata-rata  $6,44 \pm 0,48$  kg dan panjang badan berkisar antara  $63,8 \pm 2,3$  cm sampai dengan  $64,4 \pm 2,3$  cm dengan rata-rata  $64,1 \pm 2,3$  cm.

Tabel 27. Identitas bayi sebelum intervensi

Identitas Bayi	MPG n = 47		MPK n = 52		MPP n = 44		Total n = 143	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Jenis kelamin:</b>								
Laki-laki	19	40,4	26	50	27	61,4	72	50,3
Perempuan	28	59,6	26	50	17	38,6	71	49,7
<b>Urutan Anak:</b>								
1-2	27	57,4	37	71,2	23	52,3	87	60,8
>2	20	42,6	15	28,8	20	45,5	55	38,5
Anak pungut							1	0,7
<b>Usia Kelahiran</b>								
Cukup bulan	44	93,6	47	90,4	40	90,9	131	91,6
Kurang bulan	3	6,4	5	9,6	4	9,1	12	8,4
<b>Berat Badan Bayi</b>								
Ibu tahu	29	61,7	30	57,7	27	61,4	86	60,1
Ibu tidak tahu	18	38,3	22	42,3	17	38,6	57	39,9
Berat Badan Lahir (kg)	29		30		27		86	
	(3,2±0,44)		(2,9±0,46)		(3,0±0,47)		(3,0±0,47)	
Panjang Badan Lahir (cm)	12		16		15		43	
	(48,8±1,5)		(48,8±2,7)		(48,6±2,3)		(48,8±2,3)	
Berat Badan Awal Intervensi (kg)	6,39±0,53		6,45±0,49		6,49±0,44		6,44±0,48	
Panjang Badan Awal Intervensi (cm)	63,8±2,3		64,1±2,3		64,4±2,2		64,1±2,3	

### 3.4. Riwayat Kesehatan Bayi Sebelum Intervensi

Sebelum intervensi MPASI, kondisi bayi dimonitor untuk mengetahui status kesehatannya. Umumnya pada minggu sebelum intervensi bayi mengalami sakit 1 kali (42,7 %) dan 2 kali (29,4 %), yang disertai gejala panas (74,1 %), pilek (72,0 %) dan batuk (64,3 %). Sedangkan gejala lain yang dikeluhkan adalah diare (28,0 %), gatal (9,8 %), muntah (7,0 %) dan sebab yang tidak diketahui (7,7 %). Kesadaran ibu untuk membawa bayi ke petugas kesehatan dinilai cukup baik, ketika bayi sakit, ibu akan membawa ke puskesmas (58,7 %), mantri (45,5 %), dokter (21,7 %) dan rumah sakit (16,8 %). Ironinya, masih ada yang terkesan

kurang hati-hati dengan cara memberikan obat bebas tanpa konsultasi dokter (35,0 %), obat tradisional (28,0 %), dibiarkan (18,9 %) dan dibawa ke dukun (16,8 %).

### 3.5. Riwayat Pemberian ASI

Jika dikaitkan dengan ASI eksklusif 6 bulan, ternyata dari 143 bayi, hanya 1 bayi yang memperoleh ASI eksklusif 6 bulan (0,7 %), 1 bayi memperoleh ASI eksklusif 5 bulan (0,7 %) dan 11 bayi (7,7 %) memperoleh ASI eksklusif 4 bulan. Sebanyak 39,2 % bayi (56 bayi) sudah diperkenalkan makanan lain selain ASI sebelum 2 minggu dan jenis makanan yang diberikan adalah susu formula (42,8 %), pisang (41,1% ), madu (12,5 %) dan biskuit (3,6 %). Sebanyak 15,4 % ibu memberikan makanan selain ASI sebelum bayi berusia 1 bulan; 11,2 % pada usia 2 bulan; 7,7 % pada usia 3 bulan ; 21,7 % pada usia 4 bulan ; 2,1 % pada usia 5 bulan ; 2,1 % pada usia 6 bulan dan 2,1 % pada usia lebih dari 6 bulan. Dari paparan di atas, terbukti perilaku ibu untuk memberikan ASI eksklusif 6 bulan masih sangat minim dan diduga sebagai salah satu penyebab tingginya insiden bayi sakit.

Praktek pemberian ASI dipaparkan pada Tabel 28. Sampai dengan usia awal intervensi, sebanyak 85,3% bayi masih mendapat ASI sedangkan sisanya 14,7% tidak mendapat ASI dengan alasan anak tidak mau lagi dan ASI sudah tidak keluar. Pada kelompok MPG 83 % bayi mendapat ASI, sedangkan pada kelompok MPK dan MPP masing-masing 85,6 % dan 86,4 %. Rata-rata kesadaran ibu untuk memberikan kolustrum cukup baik (70,6 %) dengan perincian kelompok MPG (78,7 %), kelompok MPK (71,2 %) dan kelompok MPP (61,4 %). Umumnya bayi

disusui kurang dari 24 jam setelah bayi dilahirkan (54,6 %), kurang dari 48 jam (7,7 %) dan lebih dari 48 jam (35,7 %).

Tabel 28. Praktek pemberian ASI

Identitas Bayi	MPG n = 47		MPK n = 52		MPP n = 44		Total n = 143	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ASI eksklusif 4 bulan	4	8,5	3	5,8	4	9,1	11	7,7
5 bulan	1	2,1	-	-	-	-	1	0,7
6 bulan	1	2,1	-	-	-	-	1	0,7
Sampai saat ini diberi ASI	39	83,0	45	85,6	38	86,4	122	85,3
Alasan tidak diberi ASI								
Anak tidak mau	3	37,5	3	42,9	2	33,3	8	38,1
ASI tidak keluar	2	25,0	2	28,5	3	50,0	7	33,3
Ibu sakit	3	37,5	-	-	-	-	3	14,3
Lainnya	2	-	2	28,5	1	16,7	3	14,3
Kolustrum diberikan	37	78,7	37	71,2	27	61,4	101	70,6
Waktu pemberian ASI								
≤ 24 jam	29	61,7	25	48,2	24	54,5	78	54,6
25-48 jam	2	4,3	6	11,5	3	6,8	11	7,7
>48 jam	16	34,0	21	40,4	17	38,6	54	37,8
Sebelum ASI keluar, bayi diberi yang lain	31	66,0	43	82,7	36	81,8	110	76,9
Makanan yang dimaksud								
Madu	15	48,4	27	62,8	24	66,7	66	60,0
Air putih	2	6,4	3	7,0	1	2,8	6	5,4
Susu formula	11	35,5	8	18,6	9	25,0	28	25,4
Lainnya	3	9,7	5	11,6	2	5,5	10	9,2

### 3.6. Praktek Pengasuhan

Pada penelitian ini, praktek pengasuhan yang diamati meliputi cara pemberian makan dan perawatan kesehatan anak. Praktek pengasuhan dalam hal pemberian makan meliputi pemberian ASI, cara pemberian makan, pelaku yang berperan dalam menyiapkan makan dan tindakan yang dilakukan jika anak tidak mau makan. Praktek pengasuhan dalam perawatan anak adalah pemberian

perawatan kepada anak sehingga dapat mencegah anak dari penyakit termasuk imunisasi. Perkembangan anak yang optimal tidak hanya dicapai dengan stimulasi dan dukungan sosial saja tetapi juga oleh pemberian makanan dan perawatan kesehatan yang berkualitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar bayi (85,3 %) pada saat ini masih diberi ASI. Keadaan ini terlihat pada semua kelompok perlakuan. Sementara sekitar 70,6 % ibu memberikan kolustrum pada bayinya dan 76,9 % ibu memberikan makanan atau minuman sebelum ASI pertama keluar. Jika dilihat berdasarkan perlakuan maka pada kelompok MPG, persentase ibu yang memberikan kolustrum relatif lebih tinggi dibandingkan kelompok lainnya yaitu 78,7 % dan persentase ibu yang memberikan makanan atau minuman sebelum ASI pertama keluar lebih rendah yaitu 66,0 %.

Sebanyak 83,9 % ibu memberikan makan dengan jadwal teratur kepada bayi setelah usia 4 bulan. Pada kelompok MPK, persentase ibu yang memberikan makan dengan jadwal yang teratur cukup tinggi yaitu 92,3 %. Hasil penelitian ini juga menunjukkan sebanyak 68,5 % ibu memberikan ASI dengan jadwal yang tidak teratur. Pemberian ASI dan makanan yang berkualitas setelah bayi 4-6 bulan perlu diperhatikan karena sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan anak. Jika pola tersebut tidak diperhatikan maka akan muncul masalah gizi. Menurut Soekirman (2000) dampak dari kekurangan gizi adalah angka kesakitan dan kematian meningkat, perkembangan otak dan pertumbuhan anak terhambat. Selain itu juga kekurangan gizi dapat menghambat kemampuan belajar dan perkembangan anak. Jika melihat data-data tersebut maka masih ada beberapa

responden yang memiliki pengetahuan yang rendah mengenai tata cara pemberian ASI dan MPASI yang benar.

Pada Tabel 29 dapat dilihat bahwa pada umumnya (88,1 %) ibu bertugas menyiapkan makan untuk bayi. Kondisi tersebut terlihat pada semua kelompok perlakuan. Beberapa tindakan yang umum dilakukan oleh ibu jika anaknya tidak mau makan adalah dibujuk (31,5 %), dipaksa (16,1 %) dan dibiarkan (14,7%). Menurut Jahari, dkk (2000) pengasuhan anak berdampak pada keadaan gizi anak. Di Jakarta, pengasuhan anak banyak dilakukan oleh pembantu sedangkan di Bogor pengasuhan anak banyak melibatkan nenek. Keadaan tersebut sangat erat dengan pola pemberian makanan kepada bayi. Ibu yang terampil, sabar dan tampak dewasa dalam mengasuh anak serta selalu mendahulukan keperluan anaknya berdampak positif terhadap status gizi bayi (Jahari dkk , 2000).

Lingkungan keluarga inti yang terdiri dari ayah dan ibu berperan penting untuk mempengaruhi tumbuh kembang bayi. Dalam mengasuh anak, sebaiknya peran ayah dan ibu seimbang (Hawadi, 2001). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 54,5 % peran ayah dalam mengasuh anak adalah mengajak bermain, disamping bermain sekitar 12,6 % peran ayah juga menidurkan bayi. Terdapat 16,1 % ayah tidak memiliki peran dalam mengasuh anak. Sementara 90,2 % peran ibu dalam mengasuh anak meliputi segala aspek seperti memandikan, menyuapi, bermain dan menidurkan. Hasil penelitian Kasuma (2001) juga menunjukkan bahwa peran ayah dalam pengasuhan mempunyai pengaruh nyata pada tingkat perkembangan anak. Pada umumnya peran ayah dalam pengasuhan adalah mengajak anak bermain. Asuh perawatan kesehatan yang diamati meliputi imunisasi yang pernah dilakukan terhadap bayi. Jenis imunisasi yang harus



diberikan kepada bayi usia 3 bulan adalah BCG, pada usia 4 bulan DPT 1 dan polio I, usia 5 bulan DPT II dan polio II, usia 6 bulan DPT III dan polio III, sedangkan usia 9 bulan adalah campak. Pada awal intervensi, sebanyak 83,2 % ibu menyatakan bahwa bayinya sudah diimunisasi. Jika dilihat berdasarkan jenis imunisasi yang pernah dilakukan maka BCG dan polio relatif banyak dilakukan oleh responden terhadap bayinya. Jumlah bayi yang pernah diimunisasi BCG dan polio masing-masing adalah 79,7 % dan 75,5 %. Sedangkan bayi yang pernah diimunisasi DPT dan hepatitis 60,8 % dan 48,3 % bayi. Jika melihat kondisi tersebut maka perawatan kesehatan yang dilakukan oleh ibu terhadap bayinya belum sepenuhnya sesuai harapan.

Tabel 29. Sebaran responden berdasarkan praktek pengasuhan bayi

Variabel	MPG		MPK		MPK		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1. Saat ini bayi masih diberi ASI	39	83,0	45	85,6	38	86,4	122	85,3
2. Kolostrum diberikan pada bayi	37	78,7	31	71,2	27	61,4	101	70,6
3. Sebelum ASI keluar, bayi diberi makanan/minuman	31	66,0	43	82,7	36	81,8	110	76,9
4. Bayi diberi ASI eksklusif sampai 4-6 bulan	6	12,7	3	5,8	4	9,7	11	7,7
5. Jadwal makan bayi teratur	38	80,9	48	92,3	34	77,3	120	83,9
6. Minum ASI tidak terjadwal	29	61,7	37	71,2	32	72,7	98	68,5
7. Menyiapkan makan								
a. Ibu	43	91,5	43	82,7	40	90,9	126	88,1
b. Bapak	-	-	1	1,9	-	-	1	0,7
c. Kakek/nenek	-	-	5	9,6	2	4,5	7	4,9
d. Kakak	-	-	-	-	-	-	-	-
e. Ibu & bapak	1	2,1	-	-	-	-	1	0,7
f. Ibu & kakak	1	2,1	-	-	-	-	1	0,7
g. Ibu & nenek	-	-	2	3,8	1	1,9	3	2,1
e. Lainnya	2	4,2	1	1,9	1	1,9	4	0,7
8. Tindakan jika anak tidak mau makan								
a. Dibujuk	14	29,8	20	38,5	11	25,0	45	31,5
b. Dicekoki	1	2,1	2	3,8	1	2,3	4	2,8
c. Diberi vitamin	1	2,1	1	1,9	-	-	2	1,4
d. Dipaksa	9	19,1	7	13,5	7	15,9	23	16,1

## Lanjutan :

8. Tindakan jika anak tidak mau makan								
e. Dibiarkan saja	6	12,8	6	11,5	9	20,5	21	14,7
f. NA	8	17,0	12	23,1	8	18,2	28	19,6
h. Membujuk & dicekoki	-	-	-	-	1	2,3	1	0,7
i. Diberi vitamin & dipaksa	-	-	-	-	1	2,3	1	0,7
j. Lainnya	8	17,0	4	7,7	6	13,6	18	12,6
9. Peran bapak dalam mengasuh anak								
a. Mengajak bermain	26	55,3	27	51,9	25	56,8	78	54,5
b. Memandikan dan bermain	1	2,1	1	1,9	2	4,5	4	2,8
c. Menyuapi dan bermain	-	-	1	1,9	1	2,3	2	1,4
d. Menidurkan dan bermain	4	8,5	9	17,3	5	11,4	18	12,6
e. Menyuapi dan menidurkan	1	2,1	-	-	-	-	1	0,7
f. Menyuapi, menidurkan dan bermain	2	4,3	1	1,9	2	4,5	5	3,5
g. Memandikan, menyuapi, bermain dan menidurkan	3	6,4	5	9,6	1	2,3	9	6,3
h. Memandikan, bermain dan menidurkan	-	-	1	1,9	2	4,5	3	2,1
i. Tidak ada	10	21,3	7	13,5	6	13,6	23	16,1
10. Peran Ibu dalam mengasuh anak								
a. Menyuapi	1	2,1	-	-	1	2,3	2	1,4
b. Bermain	-	-	1	1,9	-	-	1	0,7
c. Menyuapi dan memandikan	-	-	-	-	2	4,5	2	1,4
d. Menyuapi & menidurkan	-	-	1	1,9	1	2,3	2	1,4
e. Bermain & menidurkan	-	-	1	1,9	-	-	1	0,7
f. Memandikan, menyuapi & bermain	1	2,1	1	1,9	-	-	2	1,4
g. Memandikan, menyuapi, & menidurkan	-	-	1	1,9	-	-	1	0,7
h. Menyuapi, bermain & menidurkan	-	-	2	3,8	-	-	2	1,4
i. Menyuapi, bermain & menidurkan	1	2,1	-	-	-	-	1	0,7
j. Memandikan, menyuapi, bermain & menidurkan	44	93,6	45	86,5	40	90,9	129	90,2
11. Bayi sudah diimunisasi	39	83	46	88,5	34	77,3	119	83,2
12. Bayi diimunisasi BCG	38	80,9	44	84,6	32	72,7	144	79,7
13. Bayi diimunisasi DPT	29	61,7	35	67,3	23	52,3	87	60,8
14. Bayi diimunisasi polio	34	74,5	40	76,9	33	75,0	108	75,5
15. Bayi diimunisasi hepatitis	25	53,2	28	53,8	16	36,4	69	48,3



### Kualitas Pengasuhan

Rata-rata skor pengasuhan dalam penelitian ini adalah 76,5 %. Jika dilihat berdasarkan perlakuan maka kelompok MPK memiliki skor yang relatif lebih tinggi (78,0%) dibandingkan dengan kelompok lainnya (Tabel 30). Tetapi walaupun demikian hasil uji statistik tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna pada taraf  $p < 0,05$  (Lampiran 9).

Tabel 30. Sebaran responden berdasarkan skor pengasuhan bayi

Variabel	Perlakuan			Total
	MPG	MPK	MPN	
Skor Pengasuhan (%)	77,0 ± 9,36	78,0 ± 11,59	74,3 ± 10,75	76,5 ± 10,68

Jika dilihat berdasarkan kualitas pengasuhan maka pada umumnya (67,8 %) responden memiliki kualitas pengasuhan sedang. Sedangkan yang termasuk kualitas baik hanya 12,6 % (Tabel 31). Pada kelompok MPK 21,2 % responden memiliki kualitas pengasuhan baik sedangkan pada kelompok MPP hanya 6,8 %. Kualitas pengasuhan kurang berkisar antara 17,3 % (kelompok MPK) sampai dengan 22,7 % (kelompok MPP). Anak dengan skor pola asuh yang tinggi mempunyai indeks perkembangan mental (MDI) dan indeks perkembangan fisik (PDI) yang tinggi berdasarkan skala Bailey untuk perkembangan anak balita. Demikian juga anak yang keadaan gizinya baik mempunyai indeks perkembangan mental (MDI) yang tinggi (Zeitlin, 1996).

Tabel 31. Sebaran responden berdasarkan kategori pengasuhan bayi dan perlakuan

Kategori Pengasuhan	Perlakuan						Total	
	MPG		MPK		MPP		n	%
	n	%	n	%	n	%		
1. Kurang ( $\leq 65$ )	9	19,1	9	17,3	10	22,7	28	19,6
2. Sedang ( $66 < x < 86$ )	34	72,3	32	61,5	31	70,5	97	67,8
3. Baik ( $\geq 86$ )	4	8,5	11	21,2	3	6,8	18	12,6
Total	47	100	52	100	44	100	143	100

### 3.7. Konsumsi Zat Gizi

#### 3.7.1. Konsumsi Zat Gizi dari MPASI

Konsumsi zat gizi dari MPASI menurut kelompok perlakuan disajikan pada Tabel 32. Selama intervensi, rata-rata konsumsi MPASI/hari adalah  $41,1 \pm 9,5$  gram pada kelompok MPG  $41,4 \pm 9,2$  gram pada kelompok MPK dan  $43,1 \pm 7,9$  gram pada kelompok MPP.

Tabel 32. Konsumsi zat gizi dari MPASI menurut kelompok bayi/ perlakuan MPASI

Zat Gizi	MPG n : 47		MPK n : 52		MPP n : 44	
	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd
Energi (Kal)	177,9	41,1	145,8	32,5	164,9	30,2
Protein (g)	11,2	2,6	5,5	1,2	7,7	1,4
Vitamin A (RE)	246,6	57,0	155,4	34,6	258,4	42,3
Vitamin C (mg)	11,5	2,7	20,7	4,6	12,1	2,2
Folat ( $\mu$ g)	26,3	6,1	16,6	3,7	27,6	5,0
Kalsium (mg)	70,5	16,3	18,8	4,2	48,8	8,9
Besi (mg)	6,6	1,5	3,9	0,9	6,9	1,3
Seng (mg)	9,9	2,3	1,6	0,4	10,3	1,9

Dilihat dari AKG Indonesia, asupan energi MPASI hanya memenuhi sekitar 22,2 % (MPG); 18,2 % (MPK) dan 20,6 % (MPP). Protein memenuhi 74,7 % (MPG); 36,7 % (MPK) dan 51,3 % (MPP). Kecukupan mikronutrien Vitamin A berkisar 44,4 % sampai 78,8 %; Vitamin C berkisar 32,9 % sampai 59,1 %; Folat 51,9 % sampai 86,3 %; Kalsium berkisar 4,7 % sampai 17,6 %; Besi berkisar 78,0 % sampai 138 % dan Seng berkisar 32 % sampai 206 % (Tabel 33).

Apabila dibandingkan dengan rujukan WHO 2002, persentase asupan energi MPASI lebih tinggi dari pada persentase berdasarkan AKG yaitu 28,9 % (MPG); 23,7 % (MPK) dan 26,8 % (MPP). Demikian pula asupan protein berkisar 60,4 % sampai 123,1 %. Asupan mikronutrien vitamin A berkisar antara 38,9 %

sampai 61,7 %, Vitamin C 38,3 % sampai 69 % , Folat 20,8 % sampai 34,5%, Kalsium 4,7 % sampai 17,6 %, Besi 41,9 % sampai 74,2 % dan Seng berkisar 39 % sampai 251,2% (Tabel 33) .Secara umum, asupan zat gizi MPG dan MPP lebih tinggi dari pada MPK.

Tabel 33. Kecukupan gizi MPASI menurut kelompok bayi/ perlakuan

Zat Gizi	Kecukupan Gizi MPASI (%)						Rujukan WHO 2002 (A)	AKG (B)
	MPG n : 47		MPK n : 52		MPP n : 44			
	A	B	A	B	A	B		
Energi	28,9	22,2	23,7	18,2	26,8	20,6	615 Kal	800 Kal
Protein	123,1	74,7	60,4	36,7	84,6	51,3	9,1* g	15 g
Vitamin A	61,7	70,5	38,9	44,4	64,6	78,8	400 RE	350 RE
Vitamin C	38,3	32,9	69,0	59,1	40,3	34,6	30 mg	35 mg
Folat	32,9	82,2	20,8	51,9	34,5	86,3	80 µg	32 µg
Kalsium	17,6	17,6	4,7	4,7	12,2	12,2	400 mg	400 mg
Besi	71	132	41,9	78,0	74,2	138,0	9,3 mg	5 mg
Seng	241,5	198	39,0	32,0	251,2	206,0	4,1 mg	5 mg

Keterangan : \* WHO (1998)

Mengacu konsep *Recommended Nutrient Composition of Fortified Complementary Food*, yang disampaikan pada kesepakatan pakar MPASI, WHO atau WHO *Expert Consultation on Complementary Feeding* yang dipublikasi oleh UNU (2003), asupan energi dan protein MPASI sudah memenuhi kebutuhan yang dianjurkan dengan asumsi asupan energi dan protein ASI terpenuhi. Kecuali MPK, kecukupan vitamin A, folat, seng dari MPG dan MPP memenuhi kebutuhan. Hanya vitamin C, kalsium dan besi MPASI dibawah rekomendasi MPASI per hari (Tabel 34).

Tabel 34. Kecukupan gizi MPASI menurut kelompok perlakuan dibandingkan dengan standar MPASI\*

Zat Gizi	Standar MPASI per Hari	Kecukupan Gizi MPASI Dibandingkan Standar MPASI per Hari (%)		
		MPG n : 47	MPK n : 52	MPP n : 44
Energi	176 Kal	101	83	94
Protein	3 – 4.5 g	249 – 373	122 – 183	171 – 257
Vitamin A	200 RE	123	78	129
Vitamin C	70 – 140 mg	8 – 16	15 – 30	9 – 18
Folat	17,4 – 21,8 µg	120 – 151	76 – 95	127 – 159
Kalsium	100 – 200 mg	35 – 70	9 – 18	24 – 48
Besi	11 mg	60	35	63
Seng	4 – 5 mg	198 – 248	32 – 40	206 – 258

Sumber: \* Proposed Recommended Nutrient Composition of Fortified Complementary Food, berdasarkan FAO/WHO (2002) yang dikutip oleh Lutter dan Dewey (2003)

### 3.7.2. Konsumsi Zat Gizi Selain MPASI

Selain MPASI, bayi contoh juga mengonsumsi pangan lain yang ternyata memberi asupan zat gizi berarti di samping MPASI. Konsumsi zat gizi yang disumbangkan oleh makanan selain MPASI disajikan pada Tabel 33.

Tabel 35. Konsumsi zat gizi selain MPASI menurut kelompok perlakuan

Zat Gizi	MPG n : 47		MPK n : 52		MPP n : 44	
	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd
Energi (Kal)	283,9	175,4	300,6	146,3	290,7	135,4
Protein (g)	11,6	13,3	11,6	10,5	12,8	24,9
Vitamin A (RE)	340,3	769,4	241,5	359,9	242,7	314,4
Vitamin C (mg)	14,5	13,8	14,0	13,5	12,1	11,2
Folat (µg)	34,2	45,2	31,7	26,4	29,6	26,1
Kalsium (mg)	242,3	197,6	257,2	186,4	214,7	158,6
Besi (mg)	3,3	5,0	3,4	4,0	4,2	10,8
Seng (mg)	1,4	1,1	1,5	0,9	1,3	0,8

Secara umum, asupan gizi selain MPASI lebih tinggi dari MPASI untuk energi, protein, vitamin A, vitamin C, folat dan kalsium (Tabel 35 dan Tabel 36). Hal ini tidak mengherankan karena pada saat awal intervensi selain ASI bayi sudah mendapat makanan lain sebelum usianya menginjak 1 bulan antara lain susu formula 42,8 %, pisang 41,1 %, madu 12,5% dan biskuit 3,6%.

Tabel 36. Kecukupan gizi selain MPASI menurut kelompok perlakuan

Zat Gizi	Kecukupan Gizi MPASI (%)						Rujukan WHO 2002 (A)	AKG (B)
	MPG n : 47		MPK n : 52		MPP n : 44			
	A	B	A	B	A	B		
Energi	46,2	35,5	48,9	37,6	47,3	36,3	615 Kal	800 Kal
Protein	127,5	77,3	127,5	77,3	140,7	85,3	9,1* g	15 g
Vitamin A	85,1	97,2	60,4	69,0	60,7	69,3	400 RE	350 RE
Vitamin C	48,3	41,4	46,7	40,0	40,3	34,6	30 mg	35 mg
Folat	42,8	106,9	39,6	99,1	37,0	92,5	80 µg	32 µg
Kalsium	60,6	60,6	64,3	64,3	53,7	53,7	400 mg	400 mg
Besi	35,5	66,0	36,6	68,0	45,2	84,0	9,3 mg	5 mg
Seng	34,1	28,0	36,6	30,0	31,7	26,0	4,1 mg	5 mg

Keterangan : \* WHO (1998)

#### 4. Dampak Pemberian MPASI terhadap Profil Darah Bayi

Keberhasilan intervensi MPASI pada bayi selama 3 bulan terhadap perubahan profil darah dapat dilihat pada Tabel 37. Pengukuran profil darah dengan metoda Sysmec menghasilkan secara simultan jumlah sel darah putih (leukosit), jumlah sel darah merah (eritrosit), jumlah haemoglobin, jumlah haematokrit dan rata-rata haemoglobin eritrosit. Pada awal intervensi, jika menggunakan *cut off* 11g/dL untuk haemoglobin dan  $4,2 \times 10^6$  sel/ $\mu$ L untuk eritrosit, diketahui kasus anemia pada bayi cukup tinggi yaitu 85,7% pada kelompok MPG; 64,3% pada kelompok MPK dan 57,1% pada kelompok MPP.

Pemberian MPASI Pemulih baik MPG dan MPP mampu menurunkan prevalensi anemia, jauh lebih baik dari pada kontrol MPK yaitu 42,8 % pada kelompok MPG

Tabel 37. Dampak pemberian MPASI pada profil darah bayi

Profil Darah	MPG n = 47		MPK n = 52		MPP n = 44		Rujukan
	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd	
Sel Darah Putih (X 10 <sup>3</sup> sel/ $\mu$ L)							
Awal	10,7 <sup>a</sup>	2,3	10,5 <sup>b</sup>	2,9	10,2 <sup>d</sup>	4,1	4,3 – 10,8
Akhir	10,6 <sup>a</sup>	2,2	12,8 <sup>c</sup>	3,1	10,1 <sup>d</sup>	2,4	
Beda	(0,1)	2,3	2,3	4,0	(0,1)	3,7	
Sel Darah Merah (X 10 <sup>6</sup> sel/ $\mu$ L)							
Awal	4,35 <sup>e</sup>	0,35	4,46 <sup>n</sup>	0,27	4,49 <sup>i</sup>	0,48 <sup>i</sup>	4,2 – 5,5
Akhir	4,67 <sup>f</sup>	0,25	4,65 <sup>h</sup>	0,36	4,77 <sup>j</sup>	0,50 <sup>j</sup>	
Beda	0,32	0,25	0,19	0,34	0,29	0,22	
Hb (g / dL)							
Awal	10,5 <sup>k</sup>	0,8	10,8 <sup>m</sup>	1,1	10,7 <sup>n</sup>	0,8	> 10,5
Akhir	10,9 <sup>l</sup>	0,7	10,8 <sup>m</sup>	0,9	11,1 <sup>o</sup>	0,9	
Beda	0,4	0,8	(0,1)	0,7	0,4	1,0	
Ht (%)							
Awal	32,2 <sup>p</sup>	2,8	32,7 <sup>r</sup>	2,7	32,6 <sup>s</sup>	2,6	> 30
Akhir	33,8 <sup>q</sup>	2,1	33,3 <sup>r</sup>	2,0	34,1 <sup>t</sup>	2,8	
Beda	1,6	2,8	0,6	2,1	1,5	2,6	
HER (pg)							
Awal	24,3 <sup>u</sup>	2,3	24,2 <sup>w</sup>	1,8	23,9 <sup>y</sup>	1,9	> 27
Akhir	23,3 <sup>v</sup>	1,8	23,1 <sup>x</sup>	2,2	23,1 <sup>z</sup>	2,0	
Beda	(1,0)	1,2	(1,2)	0,8	(0,8)	0,8	

Keterangan : \* Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda bermakna pada uji t ( $p < 0,20$ )

(dari 85,7 % menjadi 42,9 %) dan 14,2 % pada kelompok MPP (dari 57,1 % menjadi 42,9 %), sedangkan kontrol tidak berubah.

Penelitian menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) terhadap peningkatan jumlah sel darah putih pada kelompok MPK sebelum dan sesudah intervensi (Lampiran 10). Sedangkan pada kelompok MPG dan MPP tidak

menunjukkan perbedaan. Peningkatan jumlah sel darah putih pada kelompok MPK adalah  $2,3 \times 10^6$  sel/ $\mu$ L. Hal ini menandakan adanya peningkatan infeksi.

Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan bermakna ( $p < 0,05$ ) jumlah sel darah merah sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok MPG dan MPP (Lampiran 10). Peningkatan jumlah eritrosit pada kelompok MPG  $0,32 \times 10^6$  sel/ $\mu$ L; MPP  $0,29 \times 10^6$  sel/ $\mu$ L dan MPK  $0,19 \times 10^6$  sel/ $\mu$ L. Peningkatan jumlah sel darah merah pada kelompok MPG dan MPP berdampak pada peningkatan kadar haemoglobin (Hb). Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan bermakna ( $p < 0,1$ ) pada kelompok MPG dan ( $p < 0,2$ ) pada kelompok MPP (Lampiran 10). Peningkatan kadar Hb pada kedua kelompok tersebut adalah 0,4g/dL. Sedangkan pada kelompok MPK tidak menunjukkan adanya perubahan. Selain berdampak pada peningkatan Hb, peningkatan jumlah sel darah merah juga berdampak pada peningkatan hematokrit (Ht) dan penurunan haemoglobin eritrosit rata-rata (HER) seperti yang terlihat pada Tabel 37. Hasil analisis korelasi Pearson, terdapat hubungan positif antara sel darah merah dengan sel darah putih, haemoglobin, haematokrit dan haemoglobin eritrosit rata-rata (Tabel 38).

Tabel 38. Analisa korelasi Pearson antara eritrosit dengan profil darah bayi

	SDP	Hb	Ht	HER
Eritrosit				
Kor. Pearson	0,257	0,318	0,577	0,312
Sig. (2 tailed)	0,130	0,059	0,001	0,064
N	36	36	36	36

Perbaikan mutu protein khususnya asam amino triptofan dan metionin dari protein susu serta suplementasi besi, B6, asam folat dan vitamin C pada MPASI efektif dalam memperbaiki jumlah eritrosit dan haemoglobin pada kelompok MPG dan MPP. Penambahan L-Glutamin pada kelompok MPG lebih bermakna dalam

menurunkan prevalensi anemia gizi besi. Postulasi teori dapat dikemukakan sebagai berikut L-Glutamin menyumbangkan nitrogen untuk biosintesa purin dan pirimidin sebagai prekursor sintesa DNA dan RNA sel darah merah dan haemoglobin.

Menurut Ganong (1995), pada kasus anemia proses eritropoiesis dirangsang oleh hormon eritropoietin sehingga sel-sel bakal yang ada pada sumsum tulang berubah menjadi prekursor eritrosit yang selanjutnya menjadi eritrosit matang. Protein *whey* yang kaya beta laktoglobulin dan alfa laktalbumin dalam MPG dan MPP mampu merangsang eritropoiesis lebih agresif sehingga memberi nilai tambah pada bayi-bayi anemia.

## 5. Dampak Pemberian MPASI terhadap Profil Imunitas Bayi

### 5.1. Profil Imunitas Bayi

Dampak pemberian MPASI terhadap profil imunitas bayi tersaji pada Tabel 39. Profil imunitas bayi menggambarkan status kekebalan tubuh bayi terhadap infeksi bakteri dan patogen lainnya serta alergen (pencetus alergi) diantaranya protein MPASI. Dari Tabel 39, profil imunitas yang diukur meliputi limfosit, total limfosit T, limfosit T *helper*, limfosit T *supressor*, limfosit B dan *natural killer*.

#### 5.1.1. Limfosit

Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan bermakna ( $p < 0,2$ ) jumlah limfosit sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok MPK dan MPP (Lampiran 11). Penurunan jumlah limfosit pada kelompok MPK adalah -6,3 % dan MPP -4,1 % (Tabel 39). Seperti diketahui sistem darah putih kita terdiri dari granulosit, limfosit dan monosit.



Tabel 39. Dampak pemberian MPASI pada profil imunitas bayi

Profil Imunitas %	MPG n = 47		MPK n = 52		MPP n = 44		Rujukan
	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd	
<b>Limfosit</b>							
Awal	56,1 <sup>a</sup>	10,5	58,1 <sup>b</sup>	12,8	61,4 <sup>d</sup>	7,5	20 – 40
Akhir	56,1 <sup>a</sup>	6,8	51,8 <sup>c</sup>	11,8	57,3 <sup>e</sup>	9,1	
Beda	0,1	11,5	(6,3)	14,4	(4,1)	10,1	
<b>Total Limfosit T</b>							
Awal	56,9 <sup>f</sup>	9,4	59,5 <sup>g</sup>	10,4	61,1 <sup>h</sup>	11,9	59,4 – 84,6
Akhir	59,3 <sup>f</sup>	9,4	60,1 <sup>g</sup>	16,6	56,3 <sup>h</sup>	9,3	
Beda	2,4 <sup>ai</sup>	10,5	0,6 <sup>abi</sup>	16,3	(4,8) <sup>bi</sup>	12,1	
<b>Lim, T Helper</b>							
Awal	31,0 <sup>i</sup>	12	33,4 <sup>j</sup>	8,2	35,6 <sup>k</sup>	11,8	28,5 – 60,5
Akhir	34,8 <sup>j</sup>	7,4	34,6 <sup>j</sup>	11,6	29,9 <sup>l</sup>	8,5	
Beda	3,8 <sup>ci</sup>	14,2	1,3 <sup>ci</sup>	12,2	(5,7) <sup>di</sup>	8,3	
<b>Lim, T Supersor</b>							
Awal	18,2 <sup>m</sup>	9,2	21,4 <sup>o</sup>	8,7	25,9 <sup>p</sup>	8,4	11,1 – 38,3
Akhir	23,0 <sup>n</sup>	6,8	25,1 <sup>o</sup>	11,2	23,2 <sup>p</sup>	7,4	
Beda	4,8 <sup>ei</sup>	8,5	3,8 <sup>ei</sup>	12,3	(2,8) <sup>fi</sup>	9,1	
<b>Total Limfosit B</b>							
Awal	26,8 <sup>q</sup>	7,6	23,9 <sup>s</sup>	10,7	21,2 <sup>t</sup>	10,9	6,4 – 22,6
Akhir	23,6 <sup>r</sup>	7,0	20,6 <sup>s</sup>	5,5	23,3 <sup>t</sup>	5,5	
Beda	(3,2)	6,3	(3,2)	9,9	2,1	12,8	
<b>Natural Killer</b>							
Awal	9,6 <sup>u</sup>	4,8	7,0 <sup>m</sup>	3,7	10,1 <sup>v</sup>	4,4	5,6 – 30,9
Akhir	11,9 <sup>v</sup>	5,4	11,8 <sup>x</sup>	7,1	10,8 <sup>y</sup>	4,3	
Beda	2,4 <sup>hni</sup>	6,3	4,8 <sup>bl</sup>	7,3	0,8 <sup>bl</sup>	5,6	

Keterangan : \* Huruf yang sama pada kolom yang sama atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda bermakna pada uji t ( $p < 0,20$ )

Granulosit memiliki granula sitoplasmik yang mengandung substansi biologik aktif seperti beragam enzim proteolitik dan metabolit oksigen toksik seperti radikal bebas karboksil dan peroksida yang berperan dalam menanggulangi reaksi peradangan dan alergi. Sel ini diaktifkan oleh limfosit T. Monosit yang masuk ke pembuluh darah berperan sebagai makrofag jaringan yang bekerja setelah diaktifkan oleh limfokin dari limfosit T. Sel ini bekerja dengan jalan menelan dan membunuh bakteri melalui proses serupa granulosit. Limfosit merupakan unsur kunci sistem kekebalan dengan kemampuan menghasilkan antibodi yang sesuai dan kemampuan mengingat untuk menghancurkan antigen lebih cepat. Kerjasama

ketiganya akan menghasilkan sinergi dalam pertahanan tubuh terhadap tumor dan infeksi virus, bakteri dan parasit. (Ganong, 1995)

Dari Tabel 39, terlihat walaupun pemberian MPASI bermanfaat menurunkan persentase limfosit atau minimal mempertahankannya, ternyata jumlahnya pada ketiga kelompok masih di atas 50 % berarti di atas standar baku 20-40 %. Hal ini diduga akibat paparan infeksi patogen masih tinggi yang disebabkan oleh lingkungan dan sanitasi-higiene yang belum memadai.

### 5.1.2. Total Limfosit T, T *helper* dan T *supressor*

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna ( $p < 0,2$ ) antar kelompok perlakuan terhadap total limfosit T sebelum dan sesudah intervensi (Lampiran 11). Jika dianalisis selisih total limfosit, maka terdapat perbedaan bermakna ( $p < 0,2$ ) antar kelompok MPG (2,4%) dengan MPP (-4,8%) (Lampiran 12).

Perbedaan bermakna juga terjadi pada limfosit T *helper* kelompok MPP ( $p < 0,05$ ) dan limfosit T *supressor* kelompok MPG ( $p < 0,1$ ) sebelum dan sesudah intervensi (Lampiran 11). Pada kelompok MPP terjadi penurunan limfosit T *helper* sebesar -5,7 %, sedangkan pada kelompok MPG meningkat 3,8 % dan MPK meningkat 1,3 %. Untuk limfosit T *supressor* terjadi penurunan -2,8 % pada kelompok MPP, peningkatan 4,8 % dan 3,8 % masing-masing terjadi pada kelompok MPG dan MPK. Hasil uji ANOVA terhadap selisih limfosit T *helper* dan T *supressor* menunjukkan perbedaan bermakna ( $p < 0,2$ ) antara kelompok MPP dengan MPG dan MPP dengan MPK (Lampiran 12).

Dari Tabel 39, terlihat total limfosit T, T *helper* dan T *supresor* ketiga kelompok perlakuan berada pada kisaran normal, tetapi pada kelompok MPG peningkatan cenderung lebih tinggi dibandingkan MPK dan MPP. Jika dihubungkan dengan perbaikan status sel darah merah dan haemoglobin, ada indikasi penambahan L-Glutamin pada MPG akan memacu eritropoiesis dan pembentukan sel darah putih khususnya pada bayi anemia sehingga tubuh sangat responsif dalam pembentukan limfosit. Kejadian tersebut tidak dijumpai pada kelompok MPP. Hal ini mendukung temuan Neu *et al.*, (1997) pada bayi-bayi BBLR (Berat Badan Lahir Rendah) dan prematur yang membuktikan pemberian L-Glutamin berdampak pada perbaikan T *helper* dan *natural killer* sehingga menurunkan resiko sepsis.

Hasil penelitian juga menunjukkan indikasi perbaikan sel darah putih pada kelompok MPG berkorelasi positif secara bermakna terhadap peningkatan total limfosit T ( $p < 0,05$ ), T *helper* ( $p < 0,1$ ), T *supresor* ( $p < 0,05$ ), *natural killer* ( $p < 0,2$ ) dan tidak bermakna pada penurunan total limfosit B (Tabel 40).

Tabel 40. Analisa korelasi Pearson pengaruh L-Glutamin terhadap perbaikan profil darah bayi

Profil Imunitas	Sel Darah Putih		
	Kor. Pearson	Signifikansi. (2tailed)	N
Limfosit	-0,083	0,768	15
Total limfosit T	0,658	0,008	15
T <i>helper</i>	0,451	0,091	15
T <i>supresor</i>	0,514	0,050	15
Total limfosit B	-0,068	0,809	15
NK	0,407	0,133	15

L-Glutamin yang ditambahkan pada MPASI Pemulih tampaknya meningkatkan cadangan glutamin dalam tubuh. Dalam sirkulasi di usus halus, Van

der Hulst *et al.*, (1993) yang dikutip oleh Buchman (2001) membuktikan bahwa glutamin yang diberikan secara parenteral atau enteral, mampu meningkatkan cadangan glutamin dalam jejunum. Terapi glutamin pada pasien rawat inap karena sakit berat atau pasca operasi menunjukkan bukti glutamin mampu mempertahankan integritas jejunum yaitu mempertahankan kekompakan vili usus dan mempertahankan morfologi usus sehingga translokasi bakteri dapat dicegah (Van der Hulst *et al.*, 1993 ; Buchman *et al.*, 1995 ; Van der Hulst *et al.*, 1997).

Postulasi teori L-Glutamin sebagai asam amino kondisional, merupakan sumber energi siap pakai bagi usus halus. Seperti yang dibuktikan Windmueller (1992) L-Glutamin berperan sebagai asam amino utama mukosa usus halus yang merangsang proliferasi enterosit, kolonosit dan proliferasi limfoid setelah aktivasi signal sel imunitas. Dengan demikian tersedia sumber energi bagi pembentukan limfosit T, limfosit T *helper* dan T *supressor* dan limfosit B, sehingga aktifitas mereka lebih baik, seperti yang dibuktikan dari perbaikan profil imunitas bayi yang mendapat intervensi MPG (Tabel 40). Indikasi tersebut menunjukkan penambahan L-Glutamin berkorelasi positif terhadap perbaikan jumlah sel darah putih, perbaikan limfosit T dan limfosit B.

Pada bayi sehat, produksi sel darah putih dan sel darah merah diatur secara akurat. Proliferasi dan pematangan sel yang masuk ke dalam darah dari sumsum tulang dikendalikan oleh faktor pertumbuhan glikoprotein atau hormon antara lain hormon pengatur terbentuknya sel darah putih.

Khusus limfosit, dibentuk dari sel prekursor dalam sumsum tulang, kelenjar life, timus dan limpa. Umumnya limfosit memasuki darah melalui pembuluh limfe. Limfosit bereaksi terhadap antigen melalui kekebalan humoral (limfosit B) yaitu



kekebalan akibat beredarnya antibodi pada fraksi  $\gamma$ -globin protein plasma, dan kekebalan ini efektif terhadap bakteri. Kekebalan seluler atau limfosit T berperan pada reaksi alergi dan penolakan terhadap jaringan asing sehingga efektif terhadap infeksi virus, jamur dan tumor. Limfosit T terdiri dari *T helper*, *T supressor*, *T sitotoksik* dan *T memori*. Keduanya bekerja bahu membahu melalui hormon interleukin dan sitoklin (Ganong, 1995).

### 5.1.3. Total Limfosit B

Hasil analisis statistik menunjukkan terdapat perbedaan bermakna ( $p < 0,1$ ) total limfosit B kelompok MPG sebelum dan sesudah intervensi (Lampiran 11). Penurunan total limfosit B pada kelompok MPG adalah -3,2 %, hal serupa terjadi pada kelompok MPK, tetapi pada kelompok MPP terjadi peningkatan sebesar 2,1 % (Tabel 39).

Limfosit B atau limfosit humoral berperan dalam pembentukan antibodi pada fraksi  $\gamma$ -globin protein plasma, efektif terhadap infeksi bakteri yang menghasilkan endotoksin. Baik limfosit T dan limfosit B, kedua bekerja secara sinergis dengan perantara hormon interleukin dan sitoklin. Dari Tabel 39, persentase limfosit tinggi dikontribusikan oleh tingginya persentase limfosit B, berarti infeksi bakteri diduga cukup dominan akibat sanitasi higiene yang kurang baik. Pada MPG dan MPK, pemberian MPASI ini berhasil menurunkan persentase limfosit B, sedikit lebih baik dari pada MPP walaupun perubahan tersebut tidak bermakna.

#### 5.1.4. Natural Killer

Perbedaan yang bermakna terjadi pada total *natural killer* sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok MPG ( $p < 0,2$ ) dan MPK ( $p < 0,05$ ) (Lampiran 11). Peningkatan total *natural killer* terjadi pada ketiga kelompok perlakuan, yaitu masing-masing 2,4 % ; 4,8 % dan 0,8 % untuk MPG, MPK dan MPP.

Dari Tabel 39, pemberian MPASI berdampak memperbaiki total *natural killer* walaupun secara umum total *natural killer* ketiga perlakuan berada pada kisaran normal. Hal ini dapat diartikan bahwa pemberian MPASI efektif dalam memperbaiki sistem pertahanan *natural killer* yang bekerja secara fagositosis.

#### 5.2. Skor Morbiditas

Skor morbiditas yang dimaksudkan untuk mengetahui efektifitas perlakuan MPASI terhadap imunitas bayi dihitung berdasarkan skor penyakit dikalikan dengan lama penyakit. Untuk mengetahui besaran resiko suatu penyakit digunakan skor yang dibuat berdasarkan hasil wawancara dengan dokter dengan kisaran skor 10 untuk penyakit yang tidak beresiko fatal seperti penyakit kulit, mata dan sariawan, 50 untuk penyakit bronhitis, asma, ISPA (batuk, pilek dan panas), 70 untuk penyakit campak dan 80 untuk diare, kejang dan muntaber yang dinilai beresiko fatal.

Dampak pemberian MPASI terhadap skor morbiditas seperti yang disajikan pada Tabel 41. Pada tabel tersebut terlihat bahwa rata-rata skor morbiditas perlakuan MPG ( $239 \pm 302$ ) lebih rendah dari pada kelompok MPK ( $345 \pm 468$ ) dan MPP ( $314 \pm 357$ ). Perhitungan skor morbiditas dilakukan melalui perhitungan portofolio jenis penyakit dan lama penyakit dengan memberi skor

tinggi pada penyakit infeksi yang berdampak fatal. Penambahan L-Glutamin bermakna ( $p < 0.05$ ) dalam menurunkan skor morbiditas (Lampiran 9).

Tabel 41. Morbiditas bayi menurut kelompok perlakuan MPASI

Monitoring Ke	Kelompok Perlakuan								Signifikansi*
	MPG n = 47		MPK n = 52		MPP n = 44		Total n = 143		
	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	
0	378,9	366,0	387,5	315,1	397,5	342,7	387,8	338,6	0,967
2	170,4	226,2	238,3	237,6	248,0	294,3	219,0	253,5	0,274
4	219,8	270,9	337,5	589,5	300,0	329,9	287,3	429,0	0,387
6	226,0	306,2	339,8	439,0	305,7	274,7	291,9	353,3	0,266
8	326,6	385,6	409,2	529,0	340,2	362,3	360,8	435,7	0,601
10	237,6	220,9	345,4	482,4	326,8	360,6	304,7	401,3	0,379
12	255,5	260,7	399,0	454,8	361,8	488,4	340,4	415,1	0,211
Total	239,3 <sup>a</sup>	302,1	344,9 <sup>bc</sup>	467,9	313,8 <sup>cb</sup>	356,8	300,7	387,9	0,003

Keterangan : \* Huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda bermakna pada uji t ( $p < 0,05$ )

Penyakit yang sering diderita bayi selama 6 kali pemantauan adalah batuk (68,5 %), panas (60,8 %), keringat dingin (68,5 %), diare (36,4 %), kulit (23,8 %) dan lainnya seperti muntah, muntaber dan sakit kuning dengan persentase berkisar 3,5 % sampai 6,3 %. Menurut lama sakit dan jenis penyakitnya selama 6 pemantauan dapat dilihat pada Tabel 42. Hasil penelitian ini serupa dengan kenyataan besaran penyakit yang menduduki peringkat utama angka kesakitan atau morbiditas yaitu diare dan ISPA (HKI, 2000 dan Unicef, 2001).

Tabel 42. Rata-rata lama sakit (hari) berdasarkan perlakuan dan jenis penyakit selama pemantauan

Jenis Penyakit	MPG n : 47		MPK n : 52		MPP n : 44		Total n : 143	
	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd
1. Panas	1,2	2,1	1,4	2,4	1,5	2,4	1,4	2,3
2. Batuk	1,9	2,7	2,7	3,2	3,0	4,2	2,5	3,4
3. Keringat dingin	1,5	3,3	1,4	3,3	1,4	3,2	1,5	3,3
4. Diare	0,3	1,0	0,8	1,9	0,5	1,5	0,5	1,5
5. Kulit	1,4	3,8	1,1	3,1	0,6	2,4	1,0	3,2
6. Muntah	0,2	1,2	0,3	1,3	0,2	0,6	0,3	1,1
7. Muntaber	0,0	0,4	0,2	1,2	0,0	0,5	0,1	0,8
8. Sakit kuning	0,0	0,1	0,1	0,9	0,0	0,4	0,0	0,6

### 5.3. Pengaruh L-Glutamin terhadap Morbiditas

Penambahan L-Glutamin pada MPASI menunjukkan indikasi pada perbaikan imunitas khususnya limfosit T, *T helper*, *T supressor* dan limfosit B sehingga lebih waspada terhadap infeksi dan penyakit. Postulasi pengaruh L-Glutamin terhadap penurunan skor morbiditas dimungkinkan oleh cadangan glutamin yang mampu menjaga integritas usus lebih baik karena vili-vili usus lebih subur sehingga atropi usus dapat dihindari. Terhalangnya penetrasi patogen dan meningkatnya kewaspadaan darah putih berdampak pada menurunnya skor morbiditas selama pemantauan.

Analisis korelasi Spearman menunjukkan adanya hubungan negatif yang bermakna ( $p < 0,05$ ) antara morbiditas dengan konsumsi MPASI, praktek pengasuhan dan pendidikan ibu (Lampiran 13). Hal ini berarti semakin tinggi nilai ketiga variabel, semakin rendah nilai morbiditas. Hasil analisa regresi logistik menunjukkan terdapat beberapa faktor yang bermakna mempengaruhi morbiditas bayi (Tabel 43). Faktor-faktor tersebut adalah pemberian MPASI + L-Glutamin (Dummy 1), pendidikan ibu, praktek pengasuhan dan konsumsi MPASI intervensi.



Nilai OR untuk Dummy 1 (MPASI + L-Glutamin) adalah 0,23 ; pendidikan ibu 0,43 ; praktek pengasuhan 0,46 dan konsumsi MPASI intervensi 0,30. Pemberian L-Glutamin pada MPASI memberikan peluang 0,23 kali lebih rendah terhadap skor morbiditas, berarti L-Glutamin dalam MPASI berpeluang meningkatkan kekebalan tubuh 4,3 kali lebih baik dari pada MPK.

Demikian juga dengan tingkat pendidikan ibu yang tinggi memberikan peluang 2,3 kali lebih baik dan praktek pengasuhan 2,2 kali lebih baik terhadap tingkat kekebalan. Sedangkan konsumsi MPASI intervensi lebih banyak secara bermakna dapat memperbaiki kekebalan 3,3 kali lebih baik.

Lumenta (1989) menyatakan bahwa tingkat pendidikan ibu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat morbiditas dan mortalitas anak. Sementara Pudjadi (2001) menyatakan bahwa pendidikan ibu yang rendah menyebabkan ibu kurang memiliki wawasan pengetahuan cara memasak, menyimpan, dan memberikan makanan yang baik untuk bayinya. Apabila pendidikan ibu kurang akan memberikan peluang lebih besar terhadap tingkat morbiditas bayi atau bayi sering sakit yang kemudian berdampak mengganggu pertumbuhan. Hasil Susenas (1998) yang dikutip oleh Saadah *et al.*, (1999) membuktikan pendidikan ibu yang rendah dan sosial ekonomi keluarga miskin berdampak pada balita kurang gizi. Kasus gizi kurang pada balita menunjukkan penurunan dari 36 % jika ibu tidak tamat SD menjadi 23 % jika ibu tamat SMP atau lebih.

Tabel 43. Hasil uji regresi logistik terhadap morbiditas bayi

Variabel	B	Signifikansi	Exp(B)
Konstanta	2,277	0,006	9,745
Dummy 1 (MPG)	-1,473	0,002	0,229
Dummy 2 (MPP)	-0,466	0,302	0,628
Tingkat Konsumsi Energi	0,420	0,497	1,522
Praktek Pengasuhan	-0,771	0,059	0,463
Pendidikan Ibu	-0,838	0,041	0,432
Konsumsi MPASI Intervensi	-1,215	0,003	0,297
Pemberian ASI	-0,019	0,974	0,981
Pemberian Kolustrum	-0,554	0,196	0,574

Keterangan : R square = 0,243

Lingkungan merupakan faktor penting bagi kesehatan anak. Lingkungan rumah yang buruk umumnya tidak memenuhi persyaratan kesehatan sehingga memudahkan terjadinya penularan penyakit terutama penyakit yang transmisinya melalui udara seperti ISPA (Handayani, 1997). Menurut Handayani (1997), anak balita yang tinggal di perumahan padat akan mendapatkan ISPA 1,8 kali lebih besar dibandingkan dengan anak balita yang tinggal di perumahan yang tidak padat.

Pemberian ASI dan kolustrum pada penelitian ini berpeluang menurunkan skor morbiditas tetapi tidak bermakna.

## 6. Dampak pemberian MPASI terhadap Pertumbuhan Bayi

### 6.1. Tingkat Pertumbuhan Bayi

Salah satu indikator yang sering digunakan untuk mengukur keberhasilan intervensi MPASI adalah pengukuran antropometri yang terdiri dari berat badan menurut umur dan panjang badan menurut umur. Cara ini sering digunakan karena mudah, praktis dan bermanfaat untuk memberi informasi perihal status gizi dan kesehatan bayi khususnya pada usia rawan *growth faltering* 6 bulan sampai 3

tahun (Pelto *et al.*, 2003 yang dipublikasikan oleh UNU, 2003). Pencapaian berat badan menurut umur dan panjang badan menurut umur disajikan pada Tabel 44.

Tabel 44. Rata-rata berat badan dan panjang badan bayi menurut perlakuan MPASI dan umur bayi

Variabel	Umur (bl)	MPG n : 47		MPK n : 52		MPP n : 44		Total n : 143	
		rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd
BB/U (kg)	6	6,4	0,53	6,5	0,49	6,5	0,44	6,4	0,48
	7	6,7	0,63	6,7	0,52	6,8	0,52	6,7	0,56
	8	7,0	0,68	7,0	0,58	7,1	0,59	7,0	0,61
	9	7,2	0,71	7,2	0,57	7,2	0,61	7,2	0,63
Beda	(9 - 6)	0,78	0,49	0,77	0,41	0,72	0,52	0,76	0,47
PB/U (cm)	6	63,8	2,25	64,1	2,29	64,3	2,10	64,1	2,21
	7	65,1	2,18	65,5	2,19	65,7	1,99	65,4	2,13
	8	66,3	2,40	66,6	2,24	67,1	2,04	66,7	2,24
	9	67,8	2,33	68,0	2,09	68,3	2,03	68,0	2,15
Beda	(9 - 6)	4,0	1,15	3,8	1,17	4,0	1,04	3,9	1,12

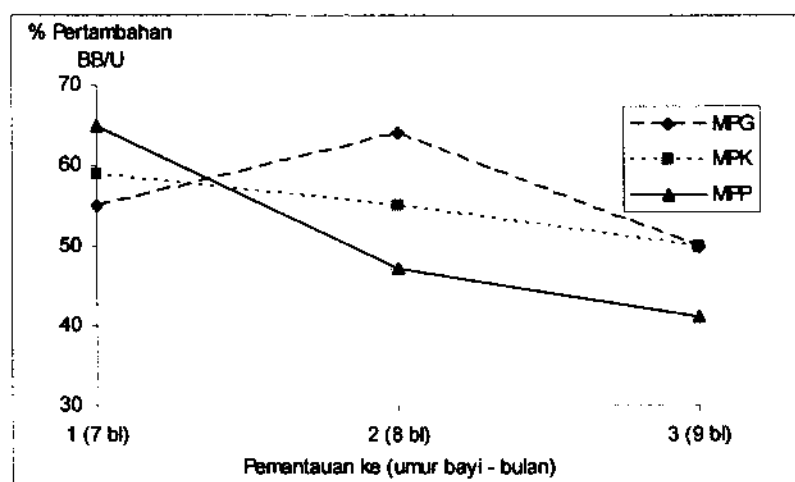
Secara umum berat badan menurut umur (BB/U) pada awal intervensi yaitu ketika usia bayi 6 bulan berada pada kisaran  $6,4 \pm 0,53$  kg sampai dengan  $6,5 \pm 0,44$  kg dengan rata-rata  $6,4 \pm 0,48$  kg. Sedangkan panjang badan menurut umur PB/U pada kisaran  $63,8 \pm 2,25$  cm sampai dengan  $64,3 \pm 2,10$  cm dengan rata-rata  $64,1 \pm 2,0$  cm. Pada akhir intervensi 3 bulan yaitu ketika bayi berusia 9 bulan, BB/U berada pada kisaran  $7,2 \pm 0,57$  kg sampai dengan  $7,2 \pm 0,71$  kg dengan rata-rata  $7,20 \pm 0,63$  kg, sedangkan PB/U adalah  $67,8 \pm 2,33$  cm sampai dengan  $68,3 \pm 2,03$  cm dengan rata-rata  $68,0 \pm 2,15$  cm.

Pemberian MPASI selama 3 bulan meningkatkan berat badan  $780 \pm 490$  gram pada kelompok MPG,  $770 \pm 410$  gram pada kelompok MPK dan  $720 \pm 520$  gram pada kelompok MPP (Tabel 44). Selain itu peningkatan panjang badan  $4,0 \pm 1,15$  cm pada kelompok MPG,  $3,8 \pm 1,17$  cm pada kelompok MPK dan  $4,0 \pm 1,04$  cm pada kelompok MPP (Tabel 44).

Tabel 45 Rata-rata pertambahan BB/U dan PB/U bayi menurut kelompok perlakuan MPASI dan pemantauan

Variabel	Pemantauan	MPG n : 47		MPK n : 52		MPP n : 44		Total n : 143	
		rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd
Kenaikan BB/U (kg)	1	0,27	0,37	0,30	0,35	0,33	0,41	0,30	0,37
	2	0,32	0,28	0,28	0,35	0,24	0,29	0,28	0,31
	3	0,20	0,38	0,20	0,33	0,16	0,41	0,18	0,37
Kenaikan PB/U (cm)	1	1,27	0,82	1,35	0,96	1,44	1,11	1,35	0,96
	2	1,21	0,78	1,13	0,86	1,34	1,00	1,22	0,88
	3	1,49	1,02	1,35	0,86	1,25	0,95	1,37	0,94

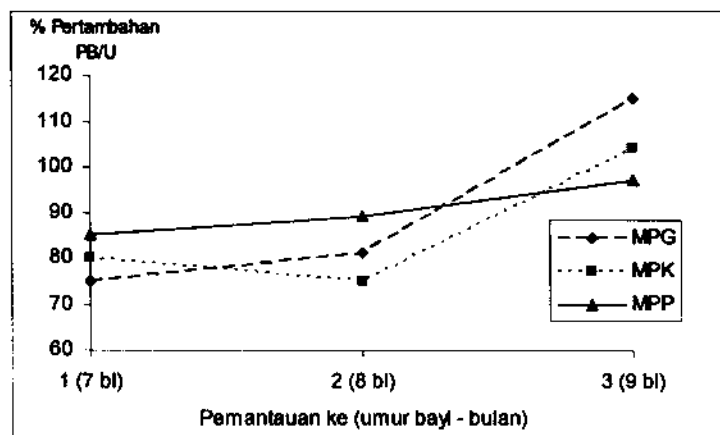
Analisis pemantauan antropometri kenaikan BB/U dan PB/U menurut perubahan umur dilakukan setiap bulan yaitu pemantauan pertama pada umur bayi 7 bulan, pemantauan kedua pada umur 8 bulan dan pemantauan ketiga pada umur 9 bulan, seperti yang tercantum pada Tabel 45. Jika kenaikan BB/U pada setiap pemantauan dibandingkan dengan nilai ideal yaitu pada bulan pertama kenaikan BB/U 500 gram, bulan kedua 500 gram dan bulan ketiga 400 gram, sedangkan nilai ideal untuk kenaikan PB/U berturut-turut 1,7cm bulan pertama; 1,5cm bulan kedua dan 1,3cm bulan ketiga, maka kecenderungan kenaikan BB/U dan PB/U dapat dilihat pada Gambar 25 dan 26.



Gambar 25. Kurva persentase pertambahan berat badan terhadap standar pada setiap pemantauan ke (umur bayi)

Pada kelompok MPG, selama intervensi kenaikan BB/U awalnya 55 %, kemudian meningkat 64 % dan menurun 50 %. Sedangkan pada kelompok MPK dan MPP kecenderungan sejak awal tinggi yaitu masing-masing 59 % dan 65 %, kemudian menurun pada pemantauan kedua 55 % dan 50 % serta pada pemantauan ketiga 47 % dan 41 %. Dengan demikian pemberian MPG memiliki kecenderungan lebih baik.

Analisis kenaikan PB/U selama intervensi terjadi peningkatan secara konsisten untuk ketiga kelompok perlakuan kecuali MPK pada pemantauan kedua sedikit menurun. Untuk kelompok MPG, kenaikan PB/U awalnya 75 % kemudian 81 % dan 115 %. Sedangkan kelompok MPK 80 %, 75 % dan 104 %; kelompok MPP 85 %, 89 % dan 97 % berturut-turut selama pemantauan. Dibandingkan dengan kenaikan BB/U, kenaikan PB/U cenderung lebih baik.



**Gambar 26.** Kurva persentase pertambahan panjang badan terhadap standar pada setiap pemantauan ke (umur bayi)

## 6.2. Tingkat Pertumbuhan bayi ( $Z_{skor}$ ) 3 Kelompok Perlakuan MPASI

$Z_{skor}$  merupakan nilai tingkat pertumbuhan yang dibakukan dengan posisinya dari nilai rujukan. Nilai  $Z_{skor}$  pencapaian pertumbuhan ketiga kelompok perlakuan disajikan pada Tabel 46. Dari tabel tersebut, nilai  $Z_{skor}$  (BB/U) berada

pada posisi negatif, yang berarti masih belum mencapai nilai ideal sesuai BB/U rujukan. Gangguan pertumbuhan ditengarai sebagai sebab utama gagalnya pencapaian hasil intervensi.

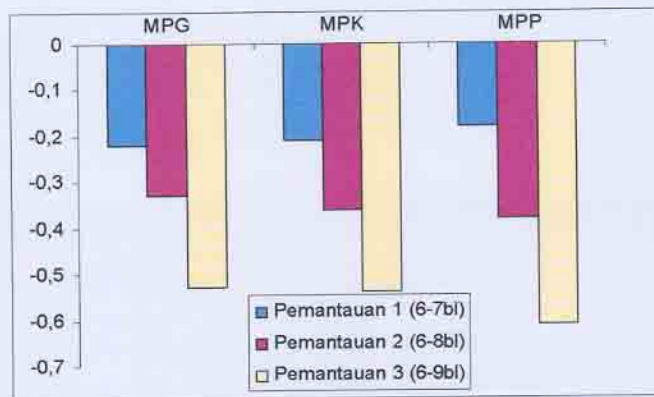
Dari variabel  $Z_{\text{skor}}$  (BB/U), awal intervensi sudah menunjukkan penyimpangan dari titik nol yaitu berkisar antara -1,21 sampai -1,24 dengan rata-rata -1,22 dari median baku WHO-NCHS dengan standar deviasi 0,4 sampai 0,5. Pada akhir intervensi, pemberian MPASI belum berhasil mengoreksi penyimpangan karena  $Z_{\text{skor}}$  berada pada kisaran -1,75 sampai -1,82 dengan rata-rata -1,78 dan standar deviasi 0,55 sampai 0,70.  $Z_{\text{skor}}$  (BB/U) menggambarkan status gizi saat ini, oleh sebab itu tampaknya pertumbuhan selain dipengaruhi asupan MPASI juga dipengaruhi faktor lainnya.

Tabel 46. Rata-rata  $Z_{\text{skor}}$  (BB/U, PB/U dan BB/PB) bayi menurut kelompok perlakuan MPASI

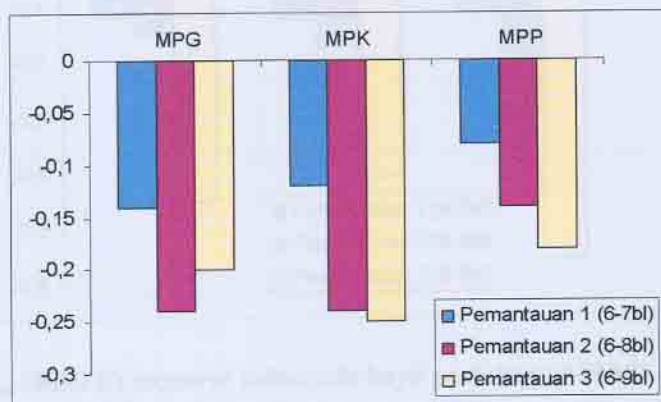
Variabel	Umur (bl)	MPG n : 47		MPK n : 52		MPP n : 44		Total n : 143	
		rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd
$Z_{\text{skor}}$ BB/U	6	-1,22	0,51	-1,24	0,45	-1,21	0,41	-1,22	0,46
	9	-1,75	0,70	-1,78	0,55	-1,82	0,59	-1,78	0,60
Beda	(9 – 6)	-0,53	0,53	-0,54	0,42	-0,61	0,54	-0,56	0,49
$Z_{\text{skor}}$ PB/U	6	-1,13	0,76	-1,11	0,79	-1,09	0,76	-1,11	0,77
	9	-1,33	0,83	-1,36	0,72	-1,27	0,73	-1,32	0,75
Beda	(9 – 6)	-0,20	0,44	-0,25	0,45	-0,18	0,39	-0,21	0,43
$Z_{\text{skor}}$ BB/PB	6	-0,44	0,77	-0,50	0,77	-0,51	0,79	-0,48	0,77
	9	-0,89	0,66	-0,91	0,68	-1,07	0,73	-0,95	0,69
Beda	(9 – 6)	-0,45	0,75	-0,41	0,69	-0,56	0,83	-0,7	0,75

Seperti halnya variabel  $Z_{\text{skor}}$  (BB/U), untuk variabel PB/U menunjukkan kecenderungan identik, pada awalnya berkisar -1,09 sampai -1,13 dengan rata-rata -1,11 dan standar deviasi 0,76 sampai 0,79. pada akhir intervensi,  $Z_{\text{skor}}$  (PB/U) -1,27 sampai 1,33 dengan rata-rata -1,32 dan standar deviasi 0,72 sampai 0,83.

$Z_{\text{skor}}$  (PB/U) negatif menunjukkan penyimpangan status gizi bayi masa lalu berarti sangat dipengaruhi kondisi prenatal dan genetik (Luther dan Dewey, 2003).

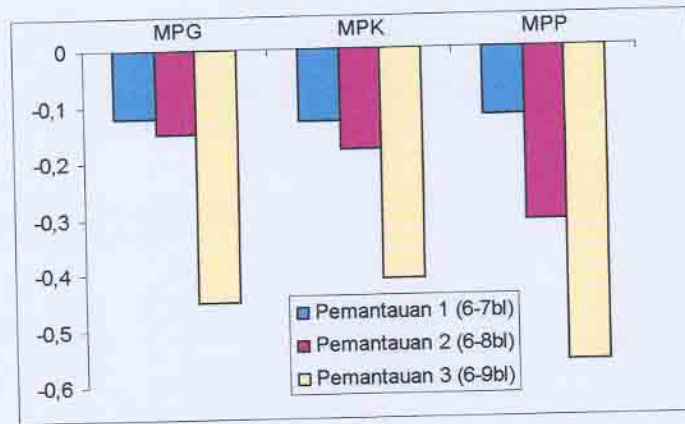


Gambar 27.  $Z_{\text{skor}}$  (BB/U) menurut kelompok bayi/ perlakuan MPASI dan pemantauan



Gambar 28.  $Z_{\text{skor}}$  (PB/U) menurut kelompok bayi/ perlakuan MPASI dan pemantauan

Keberhasilan program intervensi MPASI dapat dilihat dari variabel  $Z_{\text{skor}}$  (BB/PB). Pada awal intervensi,  $Z_{\text{skor}}$  (BB/PB) berkisar -0,44 sampai -0,51 dengan rata-rata -0,48 dan standar deviasi 0,77 sampai 0,79. Pada akhir intervensi,  $Z_{\text{skor}}$  berkisar -0,89 sampai -1,07 dengan rata-rata -0,95 dan standar deviasi 0,66 sampai 0,83.  $Z_{\text{skor}}$  (BB/PB) menggambarkan keberhasilan program. Walaupun  $Z_{\text{skor}}$  (BB/PB) masih negatif, nilainya lebih kecil dari pada  $Z_{\text{skor}}$  (BB/U) dan  $Z_{\text{skor}}$  (PB/U) berarti bayi pada umumnya masih tampak kurus untuk tinggi badannya jika dibandingkan dengan kondisi seharusnya.



Gambar 29.  $Z_{skor}$  (BB/PB) menurut kelompok bayi/ perlakuan MPASI dan pemantauan

### 6.3. Pertumbuhan dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

#### 6.3.1. Pertambahan BB/U Bayi

Uji korelasi Spearman menunjukkan adanya hubungan positif bermakna ( $p < 0,05$ ) antara pertambahan BB/U dengan praktek pengasuhan (Lampiran 13). Hasil uji regresi logistik terhadap pertambahan BB/U disajikan pada Tabel 47. Pertambahan BB/U sangat dipengaruhi secara bermakna oleh praktek pengasuhan. OR praktek pengasuhan terhadap pertambahan BB/U sebesar 3,5. Hal ini berarti praktek pengasuhan yang baik akan memberikan peluang pertambahan berat badan 3,5 kali lebih besar. Menurut Pelto *et al.*, (2003) yang dipublikasikan oleh UNU (2003) kecukupan MPASI bersifat darurat khususnya MPASI yang tepat dan benar, sedangkan komponen kunci keberhasilan intervensi adalah perubahan perilaku ibu untuk mengakses MPASI secara tepat dan benar.

Interaksi ibu-anak pada saat bermain atau pada saat makan secara nyata dan saling mempengaruhi dalam pertumbuhan dan perkembangan anak (Satoto, 1999). Interaksi ibu-anak pada saat makan merupakan hubungan kasih sayang yang kompleks. Tatapan mata, usapan kasih sayang, gerakan dan emosi selama interaksi



akan diubah dalam aliran listrik dan aktifitas kimia otak bayi sehingga merangsang tumbuh kembang fungsi motorik, penginderaan dan psikososial (*The State of the World's Children, 2001*).

Praktek pengasuhan atau *care feeding behaviour* menurut Pelto *et al.*, (2003) menekankan pada prinsip pengasuhan psikososial yang meliputi interpretasi dan pemahaman terhadap keinginan bayi, memberi respon dengan kasih sayang yang diungkapkan secara aktif, tatap mata dan penuh perhatian pada interaksi ibu-bayi, memotivasi dengan sabar agar bayi mau mencoba makanan dan menggunakan potensinya untuk mandiri ketika makan serta menciptakan suasana yang menyenangkan pada saat makan. Indikator BB/U hasil intervensi MPASI menurut perlakuan, menunjukkan perilaku ibu terhadap pemilihan MPASI, praktek penyajian, menjaga sanitasi higiene, pengetahuan terhadap kecukupan gizi, menjaga kesehatan bayi, ketersediaan air bersih dan cara makan yang benar sangat minim. Hal ini terbukti skor morbiditas masih tinggi sehingga gizi MPASI terpakai untuk menanggulangi infeksi dan penyakit.

Tabel 47. Hasil uji regresi logistik terhadap penambahan berat badan bayi

Variabel	B	Signifikansi	Exp(B)
Constant	-1,230	0,025	0,292
Dummy 1 (MPG)	0,437	0,316	1,548
Dummy 2 (MPP)	0,289	0,504	1,335
Tingkat konsumsi energi	0,012	0,982	1,012
Praktek pengasuhan	1,252	0,002	3,498
Pengeluaran total	0,000	0,740	1,000
Frekuensi sakit	-0,200	0,612	0,819
Konsumsi MPASI (intervensi)	0,057	0,883	1,058

Keterangan : R square = 0,104

Penambahan L-Glutamin pada kelompok MPG berpengaruh positif terhadap imunitas dan memberi nilai lebih terhadap pertumbuhan karena bayi yang sehat, akan cenderung aktif. Studi Politt *et al.*, (1997) di Pengalengan

membuktikan anak yang sehat akan menunjukkan aktifitas fisik lebih aktif sehingga gizi akan terpakai untuk keperluan tersebut. Sayangnya kecenderungan kenaikan BB/U kelompok MPG tidak dapat dipertahankan pada pemantauan ketiga. Kondisi eksternal yaitu kemarau panjang berdampak kesulitan dalam mencari air bersih sehingga bahaya kontaminasi bakteri tinggi. Keadaan endemi ini diperparah dengan sanitasi higiene yang kurang baik. Oleh sebab itu asupan gizi terpakai untuk menanggulangi penyakit sehingga pertambahan BB/U tidak optimal.

### 6.3.2. Pertambahan PB/U Bayi

Hasil analisis korelasi Spearman menunjukkan adanya hubungan positif bermakna ( $p < 0,05$ ) antara konsumsi MPASI dengan pertambahan PB/U (Lampiran 13). Hasil uji regresi logistik terhadap pertambahan PB/U bayi disajikan pada Tabel 48. Pertambahan PB/U bayi sangat dipengaruhi secara bermakna oleh jumlah konsumsi MPASI. Nilai OR untuk konsumsi MPASI adalah 3,8 dan hal ini berarti lebih banyak MPASI dikonsumsi akan memberi peluang terhadap pertambahan PB/U 3,8 kali lebih besar.

Dari hasil tersebut, dapat dibuktikan bahwa pertambahan PB/U bayi dipengaruhi oleh asupan gizi. Jika dikaitkan dengan skor morbiditas, tampaknya pertambahan PB/U tidak terpengaruh oleh tingginya angka kesakitan, berarti PB/U lebih dipengaruhi oleh genetik dan kondisi prenatal (Luther dan Dewey, 2003).

Tabel 48. Hasil uji regresi logistik terhadap penambahan tinggi badan bayi

Variabel	B	Signifikansi	Exp(B)
Constant	1,963	0,023	7,123
Dummy 1 (MPG)	0,682	0,367	1,978
Dummy 2 (MPP)	1,094	0,218	2,987
Tingkat konsumsi energi	0,552	0,625	1,736
Praktek pengasuhan	0,479	0,488	1,614
Pengeluaran total	0,000	0,233	1,000
Frekuensi sakit	-0,896	0,231	0,408
Konsumsi MPASI (intervensi)	1,334	0,046	3,794

Keterangan : R square = 0,125

### 6.3.3. Perkembangan Bayi

Untuk melengkapi data pertumbuhan BB/U dan PB/U, disajikan perkembangan bayi berdasarkan kemampuan motorik bayi yang ditanyakan kepada

Tabel 49. Rata-rata umur (bulan) kemampuan motorik bayi menurut kelompok perlakuan MPASI

Kemampuan Motorik	MPG n : 47		MPK n : 52		MPP n : 44	
	rerata	sd	rerata	sd	rerata	sd
Memperebutkan ke 2 telapak tangan	2,7	1,1	3,2	1,7	3,1	1,3
Tertawa	2,8	1,2	3,2	1,2	3,3	1,3
Tersenyum dengan spontan	2,8	1,2	3,0	1,3	3,0	1,2
Dapat menahan kepala ketika didudukkan	3,8	1,0	4,0	1,2	4,0	1,3
Mengikuti objek ke satu arah	3,8	1,4	4,0	1,5	4,2	1,6
Berguling	4,1	1,5	4,4	1,5	4,4	1,6
Menjangkau benda	4,8	1,3	5,4	1,4	5,4	1,4
Menggenggam mainan	4,7	1,4	5,1	1,4	5,2	1,8
Menunjang tubuh ketika ditelungkupkan	5,0	1,6	5,3	1,6	5,4	2,0
Menoleh kearah suara	5,5	1,5	5,9	1,6	5,5	2,0
Makan biskuit sendiri	6,1	1,4	6,4	1,3	6,3	1,1
Mengambil & memegang dua mainan	6,3	1,6	6,7	1,6	6,3	1,9
Duduk tanpa disangga	6,5	1,2	6,9	2,0	6,8	2,1
Berdiri berpegangan	6,5	2,2	6,9	2,4	6,7	2,5
Malu terhadap orang baru	6,2	2,1	7,2	2,0	6,8	2,9
Bermain Cilikba	6,9	1,8	6,9	2,3	7,0	1,6
Berjalan dengan berpegangan perabot	5,4	4,2	5,8	4,1	5,3	4,3
Mengucap papa/mama	6,6	2,7	7,1	3,2	7,1	3,2

Keterangan : Tidak berbeda bermakna pada uji t ( $p < 0,05$ )

ibu dengan metoda wawancara dan observasi pada saat awal dan akhir intervensi seperti yang disajikan pada Tabel 47. Walaupun tidak dijumpai perbedaan bermakna ( $p < 0,05$ ), kemampuan motorik bayi kelompok MPG mempunyai kecenderungan lebih cepat dari pada bayi kelompok MPK dan MPP (Lampiran 14).

### 7. Hubungan Gizi MPASI dengan Profil Darah dan Imunitas Bayi

Tabel 50, menggambarkan asupan gizi total yang disumbangkan MPASI dan selain MPASI. Tabel tersebut memperlihatkan bahwa asupan energi menurut rujukan WHO (2002) sekitar 70 % sedangkan menurut AKG sekitar 50 %. Sedangkan asupan protein menurut WHO dan AKG telah melebihi 100 %. Apabila digunakan asumsi kecukupan energi dan protein minimal 70 % menurut standar WHO (2002) dianggap sudah memadai, maka dari Tabel 50 disimpulkan

Tabel 50. Kecukupan gizi MPASI dan selain MPASI menurut Kelompok bayi / perlakuan MPASI

Zat Gizi	Kecukupan Gizi Total (%)					
	MPG n : 47		MPK n : 52		MPP n : 44	
	A	B	A	B	A	B
Energi	75,1	57,7	72,6	55,8	74,1	56,9
Protein	250,6	152	187,9	114,0	225,3	136,6
Vitamin A	146,8	167,7	99,3	113,4	125,3	148,1
Vitamin C	86,6	74,3	115,7	99,1	80,6	69,2
Folat	75,7	189,1	60,4	151,0	71,5	178,8
Kalsium	78,2	78,2	69	69	65,9	65,9
Besi	106,5	198,0	78,5	146,0	119,4	222,0
Seng	275,6	226,0	75,6	62,0	282,9	232,0

Keterangan : A = Rujukan WHO, 2002  
B = AKG Indonesia, 1998

kecukupan makronutrien terpenuhi dengan baik. Demikian pula dengan kecukupan mikronutriennya. Analisis multivariat, menunjukkan bahwa kelompok perlakuan MPASI secara bermakna mempengaruhi profil darah ( $p < 0,05$ ). Hasil uji lanjut

menunjukkan bahwa perlakuan MPASI berpengaruh secara bermakna pada sel darah putih (Tabel 51).

Tabel 51. Hasil uji multivariat intervensi MPASI terhadap profil darah bayi

Profil darah	Kelompok Perlakuan MPASI
	Signifikansi
Sel darah putih	0,020
Sel darah merah	0,983
Haemoglobin	0,948
Hematokrit	0,913
Haemoglobin eritrosit rata-rata	0,442

*Roys Largest Root* : 0,01 ( $p < 0,05$ )

Meskipun hasil uji multivariat perlakuan MPASI terhadap profil imunitas tidak berpengaruh secara bermakna ( $p < 0,2$ ), tetapi hasil uji lanjut menunjukkan adanya pengaruh yang bermakna ( $p < 0,2$ ) terhadap limfosit T *helper* (Tabel 52).

Tabel 52. Hasil uji multivariat intervensi MPASI terhadap profil imunitas bayi.

Profil darah	Kelompok Perlakuan MPASI
	Signifikansi
Limfosit	0,839
Total limfosit T	0,386
Limfosit T <i>helper</i>	0,186
Limfosit T <i>supressor</i>	0,407
Total limfosit B	0,994
<i>Natural killer</i>	0,389

*Roys Largest Root* : 0,418 ( $p < 0,5$ )

Analisis korelasi Pearson menunjukkan adanya hubungan positif yang bermakna ( $p < 0,05$ ) antara total limfosit T dengan tingkat konsumsi protein, folat, dan status gizi serta hubungan negatif bermakna ( $p < 0,05$ ) antara total limfosit T dengan tingkat konsumsi besi (Lampiran 13). Untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap imunitas yang diwakili oleh total limfosit T digunakan analisis regresi linier berganda. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh secara bermakna terhadap total limfosit T adalah tingkat konsumsi protein, konsumsi folat dan besi serta status gizi. Nilai R yang

disesuaikan (*Adjusted, R square*) adalah 0,221 (Tabel 53). Hal ini berarti 22,1% nilai total limfosit T dipengaruhi keempat faktor di atas. Zat besi, folat dan protein berperan dalam pembentukan sel darah merah khususnya DNA sel darah merah, haemoglobin, haematokrit dan haemoglobin eritrosit. (Ganong, 1995 ; James *et al.*, 1999). Jika dihubungkan dengan perbaikan status sel darah merah dan haemoglobin, dapat dikatakan adanya protein khususnya protein hewani akan memperbaiki ketersediaan besi *heme* untuk cadangan feritin.

Pengaruh L-Glutamin menunjukkan indikasi positif terhadap profil imunitas seluler khususnya total limfosit T. Pada penelitian juga dikaji pengaruh protein saja tanpa L-Glutamin seperti yang ditunjukkan pada kelompok MPP yang menunjukkan korelasi negatif tidak bermakna ( $p > 0,05$ ). Hal ini dapat diartikan bahwa tanpa L-Glutamin, protein tidak dapat meningkatkan total limfosit T atau dengan kalimat lain L-Glutamin menunjukkan efek sinergis dalam perbaikan profil imunitas.

Tabel 53. Analisis regresi linier berganda terhadap total limfosit T darah bayi

Variabel	B	t	Signifikansi
Konstanta	0,878	2,493	0,019
Tingkat Konsumsi Protein	0,003	2,355	0,026
Tingkat Konsumsi Protein (tanpa Glutamin)	-0,023	-1,205	0,239
Tingkat Konsumsi Folat	0,005	3,024	0,006
Tingkat Konsumsi Vitamin C	0,0005	0,153	0,880
Tingkat Konsumsi Besi	-0,003	-1,918	0,066
Tingkat Konsumsi Seng	-0,001	-0,523	0,606
Status Gizi	0,321	2,024	0,053
Dummy 1 (MPG)	0,188	0,343	0,734
Dummy 2 (MPP)	0,248	0,400	0,692

Keterangan : R yang disesuaikan = 0,221

Besi dan folat merupakan mikronutrien utama untuk pembentukan haemoglobin dan sel darah merah. Perbaikan sel darah merah akan memicu

perbaikan sel darah putih, khususnya limfosit T seperti yang ditunjukkan pada kelompok MPG. Oleh sebab itu khususnya pada tubuh bayi anemia sangat responsif terhadap pembentukan sel darah apabila asupan gizi mencukupi (Ganong, 1995). Hal ini mendukung temuan Neu *et al.*, (1997) pada bayi-bayi BBLR dan prematur yang membuktikan pemberian. L-Glutamin berdampak pada perbaikan T *helper* dan *natural killer* sehingga menurunkan resiko sepsis (peradangan).

Status gizi yang dimanifestasikan sebagai BB/U dan PB/U dengan kisaran -2SD sampai 2SD dari median baku WHO-NCHS berpengaruh secara bermakna ( $p \leq 0,1$ ) terhadap total limfosit T. Infeksi dan ketidakcukupan asupan gizi, khususnya energi-protein, vitamin A dan besi pada bayi umumnya berakibat KEP serta memiliki kecenderungan terkena penyakit dan infeksi (Unicef, 2001).

Apabila dikaitkan dengan skor morbiditas seperti pada Tabel 41, tampaknya pengaruh pemberian MPASI bermakna positif. Pemberian asupan MPASI menambah asupan protein, vitamin A, folat, besi dan seng yang berperan dalam memperbaiki imunitas. Protein yang berperan sebagai donor nitrogen dan asam amino diperlukan pada sintesa DNA untuk proliferasi leukosit atau sel darah putih. Menurut Chandra (1999), asupan gizi bermakna dalam meningkatkan *natural killer* dan meningkatkan produksi interleukin-2, khususnya efektif terhadap demam panas. Defisiensi seng, menyebabkan atrofi limfoid, berkurangnya respon limfosit terhadap mutagen, rendahnya rasio T *helper* / T *supressor*, menurunnya Interleukin-2 dan mengurangi aktifitas serum thimulin (Chandra, 1999). Pada bayi, morbiditas terkait erat dengan serum retinol darah, terutama infeksi ISPA (Chandra, 1999). Defisiensi vitamin A berdampak pada menurunnya aktifitas limfosit B terhadap antigen tetanus, virus dan parasit (Semba, 1994). Pada

umumnya besi dan folat terlibat pada aktifitas enzim, sehingga defisiensi kedua mineral tersebut akan berdampak pada proliferasi limfosit T dan limfosit B (Keusch, 1999).

Analisis regresi logistik dampak pemberian MPASI terhadap skor morbiditas (Tabel 43) menunjukkan penambahan L-Glutamin memberi peluang 4,3 kali lebih baik untuk menurunkan skor morbiditas. Postulasi teori tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut bahwa L-Glutamin dapat meningkatkan cadangan glutamin tubuh sehingga sewaktu-waktu dapat digunakan untuk energi siap pakai oleh sel-sel vili usus, untuk glukoneogenesis oleh hati dan menjaga keseimbangan asam basa ginjal (Wilmore dan Rombeau, 2001). Penambahan L-Glutamin efektif dalam meningkatkan limfosit T, limfosit T *helper*, limfosit *supressor* seperti yang ditunjukkan pada bayi yang menerima MPG. Hasil serupa ditunjukkan oleh penelitian Ziegler *et al.*, (2000) pada pasien transplantasi sumsum tulang belakang yang menerima nutrisi parenteral glutamin.

Analisis regresi logistik pada Tabel 43, juga menunjukkan bahwa pendidikan ibu berpengaruh bermakna dalam menurunkan morbiditas. Ibu-ibu yang berpendidikan lebih tinggi cukup sadar untuk segera memeriksakan anaknya ke dokter begitu bayinya tidak sehat. Sayangnya lingkungan yang tidak bersih, kesadaran ibu untuk menjaga sanitasi higiene dan pengasuhan yang benar dalam memberi MPASI belum sepenuhnya disadari oleh ibu sehingga skor morbiditas masih memprihatinkan.





## 8. Hubungan Gizi MPASI dengan Pertumbuhan Bayi

Pertumbuhan yang diukur berdasarkan BB/U dan PB/U, belum seluruhnya memenuhi harapan. Pemantauan BB/U maupun  $Z_{\text{skor}}$  (BB/U) dan (BB/PB) pada bayi menunjukkan penyimpangan dari nol semakin besar. Jika dikaitkan dengan asupan gizi MPASI intervensi terhadap standar konsumsi MPASI per hari (Tabel 34) seharusnya peningkatan BB/U dapat lebih baik karena asupan gizi terutama energi dan protein lebih dari 70 %. Sayangnya upaya ini tidak optimal.

Dari analisis regresi logistik dampak pemberian MPASI terhadap pertumbuhan BB/U (Tabel 47) dan PB/U (Tabel 48), praktek pengasuhan pada BB/U dan konsumsi MPASI pada PB/U berpengaruh bermakna ( $p < 0,05$ ). Pelto *et al.*, (2003) menyimpulkan dari 18 studi kasus yang disponsori WHO di 18 negara, ternyata keberhasilan program MPASI sangat bergantung pada praktek pengasuhan yang benar termasuk dalam pemilihan MPASI, cara penyajian dan pemberian MPASI yang benar yang berpengaruh terhadap keamanan MPASI, kepadatan energinya, manajemen kesehatan bayi dan psikososial untuk menstimulasi tumbuh kembang bayi. Selanjutnya Pelto *et al.*, (2003) juga menyebutkan bahwa praktek pengasuhan adalah determinan utama keberhasilan tumbuh kembang. Praktek pengasuhan yang benar akan memberi kemudahan ibu untuk mendapatkan MPASI yang baik.

Oleh sebab itu Pelto *et al.*, (2003) mengusulkan petunjuk praktis pemberian MPASI yang benar yang menggabungkan prinsip praktek pengasuhan yang benar dengan pengetahuan gizi. Petunjuk yang dimaksud meliputi jenis MPASI, bagaimana MPASI disiapkan dan diberikan, siapa yang harus memberikan, bilamana (frekuensi dan jadwal) MPASI diberikan dan dimana (lingkungan yang

menyenangkan) MPASI harus diberikan. Penelitian Munoz *et al.*, di Mexico (1974) membuktikan adanya perilaku ibu yang mampu melindungi anaknya dari gizi kurang pada saat wabah endemi. Demikian juga Zeitlin *et al.*, (1996) yang melaporkan penyimpangan positif pada ibu-ibu di negara miskin yang mampu menghindarkan anak dari gizi kurang. Penyimpangan positif perilaku ibu pada praktek pengasuhan juga dibuktikan penelitian KEP di Jakarta Utara, pedesaan Kabupaten Bogor dan Lombok Timur (LIPI dan Unicef, 2000).

Seperti pada Gambar 25 tentang penambahan BB/U terhadap standar BB/U dan Gambar 26 tentang penambahan PB/U terhadap standar PB/U, maka ada indikasi penambahan L-Glutamin menunjukkan kecenderungan lebih baik. Hal ini juga tampak pada Gambar 29 perihal BB/PB. Penambahan L Glutamin pada MPG bermakna memperbaiki profil imunitas seluler dan menurunkan morbiditas sehingga memungkinkan alokasi gizi terpakai untuk aktifitas fisik dan tumbuh kembang bayi. Seperti yang dibuktikan Politt *et al.*, (1997), gizi bermakna lebih untuk pertumbuhan apabila anak sehat dan aktif. Apabila sakit atau anak mengalami KEP, maka terjadi penghematan energi pada anak tersebut, terlihat dari penampilannya yang pasif dan cenderung menutup diri.

Praktek pengasuhan yang kurang baik, menyebabkan skor morbiditas tinggi sehingga alokasi gizi yang seharusnya untuk pertumbuhan banyak terpakai untuk mengganggu penyakit dan infeksi. Akibatnya pertumbuhan bayi menjadi terhambat.. Hal inilah yang menyebabkan penyimpangan tumbuh atau *growth faltering* semakin jauh dari nol.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Optimasi menggunakan metoda *Response Surface Methodology* (RSM) sangat membantu dalam formulasi MPASI karena pendekatan RSM dengan cepat mendapatkan solusi terbaik dari rasio sumber protein dan rasio sumber lemak. Rasio konsentrat protein *whey*, tepung susu skim dan tepung kacang hijau adalah 80 : 10 : 10. Sedangkan solusi rasio lemak terbaik adalah lemak susu, minyak sawit dan minyak kedele 40 : 30 : 30. Optimasi sumber protein dan sumber lemak pada penelitian ini mampu menghasilkan mutu MPASI sesuai harapan. Dari 4 formula MPASI Pemulih, formula F23 yang terpilih paling disukai ibu dan bayinya. Untuk memberikan manfaat percepatan pemulihan sel, diberikan perlakuan suplementasi L-Glutamin 0,3g/kg BB bayi atau 2,5g L-Glutamin/25g MPASI dan disebut MPASI Pemulih.

Hasil mutu biologis protein MPASI Pemulih yang diidentifikasi sebagai *Protein Efficiency Ratio* (PER) MPASI dengan L-Glutamin (MPG) dan tanpa L-Glutamin (MPP) adalah  $3,2 \pm 0,4$  dan  $3,4 \pm 0,4$ . Pengujian morfologi tikus yang diwakili oleh kenaikan berat badan, rasio berat badan/panjang badan dan berat badan/panjang ekor pada tikus normal dan tikus gizi kurang menunjukkan bahwa pada tikus gizi kurang, utilisasi zat gizi untuk pertumbuhan lebih responsif daripada tikus normal. Kelompok tikus dengan perlakuan MPG dan MPP menunjukkan pertumbuhan lebih baik dibandingkan kelompok tikus MPK.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Pengujian histopatologi menunjukkan tidak dijumpai kejanggalan berarti pada organ tikus. Hal ini berarti MPASI laik dan aman dikonsumsi. Pengaruh penambahan L-Glutamin menyebabkan proliferasi limfoid pada usus halus tikus lebih responsif sehingga mampu memberikan perlindungan terhadap translokasi *E-coli*.

Pemberian MPG dan MPP yang memiliki protein dengan jumlah dan mutu lebih baik daripada MPK mampu memperbaiki profil darah terutama sel darah putih, sel darah merah dan haemoglobin. Penambahan L-Glutamin pada kelompok MPG menunjukkan indikasi penurunan anemia 42,8 % lebih baik daripada kelompok MPP 14,2 % dan 0 % kelompok MPK. Pengaruh L-Glutamin memberi nilai tambah pada protein karena bermakna ( $p < 0,20$ ) pada total limfosit T, sehingga protein, besi dan folat pada kelompok MPG memiliki kecenderungan lebih baik untuk pembentukan sel darah merah, haemoglobin, haematokrit dan HER dibandingkan kelompok MPP dan MPK.

Dampak intervensi MPASI selama 3 bulan menunjukkan penambahan L-Glutamin pada MPASI (MPG) bermanfaat memperbaiki profil imunitas seluler khususnya limfosit T, limfosit T *helper*, limfosit T *supressor* dan limfosit B lebih baik dari pada MPP dan MPK. Skor morbiditas pada kelompok MPG ( $239 \pm 302$ ) lebih rendah dibandingkan kelompok MPP ( $314 \pm 357$ ) dan MPK ( $345 \pm 468$ ). Uji regresi logistik menunjukkan bahwa MPG secara bermakna ( $p < 0,05$ ) memiliki peluang untuk memperbaiki kekebalan tubuh 4,3 kali lebih baik daripada MPK. Praktek pengasuhan dan pendidikan ibu yang baik secara bermakna ( $p < 0,05$ ) berpeluang memperbaiki kekebalan tubuh yaitu 2,2 dan 2,3 kali lebih baik.

Jumlah konsumsi MPASI secara bermakna mempunyai peluang 3,3 kali lebih baik dalam memperbaiki kekebalan tubuh.

Intervensi MPASI selama 3 bulan mampu meningkatkan berat badan ( $780 \pm 488$ ) gram pada kelompok MPG, ( $770 \pm 409$ ) gram pada kelompok MPK dan ( $720 \pm 515$ ) gram pada kelompok MPP. Pertambahan BB/U dipengaruhi oleh praktek pengasuhan. Sedangkan pertambahan PB/U dipengaruhi oleh konsumsi MPASI intervensi. Walaupun selama 3 bulan penambahan L-Glutamin pada kelompok MPG belum berdampak terhadap pertumbuhan tetapi ada kecenderungan pertambahan BB/U terhadap standar BB/U dan pertambahan PB/U terhadap standar PB/U lebih baik.

### Saran

Untuk mengoptimalkan manfaat MPASI, perlu kiranya diupayakan pendekatan terpadu yang menggabungkan intervensi MPASI dengan intervensi perbaikan praktek pengasuhan yang menyangkut perilaku ibu tentang ASI eksklusif 6 bulan, cara memberi MPASI yang benar, pengetahuan gizi dan kesehatan, praktek sanitasi dan higiene lingkungan serta perlunya ketersediaan air bersih.

Kecenderungan L-Glutamin dalam perbaikan kasus anemia perlu kiranya dikaji lebih lanjut dengan penelitian epidemiologi masyarakat guna membuktikan peran L-Glutamin sinergis terhadap protein pada pembentukan sel darah merah dan haemoglobin.

Penambahan L-Glutamin pada MPASI melalui program fortifikasi untuk kondisi Indonesia saat ini perlu dipertimbangkan karena L-Glutamin menunjukkan

indikasi positif dalam perbaikan profil darah dan profil imunitas seluler. Fortifikasi L-Glutamin diharapkan dapat memperbaiki profil imunitas seluler yang selanjutnya memicu pembentukan sel darah merah dan haemoglobin yang berdampak pada perbaikan prevalensi anemia gizi besi. Perbaikan imunitas akan memberi nilai tambahan pada kekebalan spesifik terhadap infeksi dan penyakit seperti ISPA, diare dan demam panas yang umum diderita bayi dan bayi dan baduta (bawah dua tahun). Oleh sebab itu penambahan L-Glutamin disarankan sebagai fortifikan pada aneka bentuk dan tekstur MPASI yang ditujukan untuk bayi dan baduta.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



## DAFTAR PUSTAKA

- Alverdy, J.A.** 1992. The effect of glutamine enriched TPN on gut immune cellularity. *J. Surg. Res.* 1992; 52:34-8.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists.** 2000. *Official Methods of Analysis*. 17<sup>th</sup> ed. Maryland. AOAC International.
- Apriantono, R.R.S.** 2000. Hasil guna pemberian makanan formula tempe susu wortel (TSW) dibandingkan dengan makanan susu wortel (SW) pada anak usia 12-36 bulan penderita gizi kurang. [Tesis S-2]. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Baratawidjaja, K.G.** 2000. *Imunologi Dasar*. Edisi Keempat. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta
- Beard, J.** 1996. *Nutrient system status and central nerve function*. di dalam *Present Knowledge in Nutrition*. Ziegler EE and Filer LJ. Jr. Washington DC. ILSI Press.
- Bitman, J., D.L. Wood & M. Hamosh.** 1983. Comparison of the lipid composition of breastmilk from mothers of term and preterm infants. *Am.J.Clin.Nutr.* 1983 ; 38:300 – 313.
- Blomqvist, B.I., F.Hammarqvist., A. von der Decken & J.Wernerman.** 1995. Glutamine and  $\alpha$ -ketoglutarate. Prevent the decrease in muscle-free glutamine concentration and influence protein synthesis after total hip replacement. *Metabolism* 1995; 44 : 1215-1222.
- Buchman, A.L., J. Mestecky., A. Moukarzel & M.E Ament.** 1995. Intestinal immune function is unaffected by parenteral nutrition in man. *Am.J. Clin. Nutr.* 1995; 14 : 656-61.
- Buchman, A.L.** 2001. Glutamine: Commercially essential or conditionally essential? A critical appraisal of the human data. *Am. J. Clin. Nutr.* 2001; 74; 25-32.
- Chandra, R.K.** 1999. *Nutrition and immune responses: What do we know?* Nutrition and immune function. p: 205-220. Washington DC. National Academy Press.
- [CAC] Codex Alimentarius Commission,** 1994. *Codex Alimentarius Food for Special Dietary Uses (including Foods for Infant and Children)*. FAO-WHO. Geneva.
- Deitch, E.A.** 1990. Intestinal permeability is increased in burn patients shortly after injury. *Surgery.* 107 : 411-416.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**Duggan, C., G. Jennifer & W. Allan.** 2002. Protective nutrients and functional foods for the gastrointestinal tract. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 75 : 789-808.

**Evans, M.A. & E.P. Shronts.** 1992. Intestinal fuels: glutamine, short-chain fatty acids and dietary fiber. *J. Am Diet. Assoc.* 1992 : 1239-1246, 1249.

**Firmansyah, A.** 1992. Pengaruh malnutrisi terhadap saluran cerna tikus putih: perhatian khusus pada perkembangan morfologis, biokimiawi dan fisiologis terutama kolon. [Disertasi Doktor]. Universitas Indonesia. Jakarta

**Fischer, C.P., B.P Bode., S.F. Abcouwer., G.C. Lukaszewicz & W.W. Souba.** 1995. Hepatic uptake of glutamine and other amino acids during infections and inflammation shock. p : 315 – 322.

**Forsyth, J.S., P. Willatts, C. Agostoni., J. Bissenden., P. Casaer & G. Boehm.** 2003. Long chain polyunsaturated fatty acid supplementation in infant formula and blood pressure in later childhood: follow up of a randomised controlled trial. *BMJ*; 2003 : 26 : 1-5.

**Fujita, T & K. Sakurai.** 1995. Efficacy of glutamine-enriched enteral nutrition in an experimental model of mucosal ulcerative colitis. *Br. J. Surg* 1995; 82 : 749-751.

**Ganong, W.F.** 1995. Review of medical physiology. Appleton and Lange Inc. New Jersey.

**Glass, B.** 2002. Pertumbuhan, Perkembangan dan Kemunduran. Grolier International. PT. Ikrar Mandiriabadi. Jakarta.

**Goldberg, I.** 1994. Functional foods, designer foods, pharmafoods, nutraceutical foods. Chapman & Hall Inc. New York

**Gore, D.C & F. Jahoor.** 1994. Glutamin kinetic in burn patients. *Arch. Surg.* 129 : 1318-1323.

**Grantham-Mc Gregor, S & E. Buchanan.** 1982. The Development of an adopted child recovering from severe malnutrition. Case report. *Hum. Nutr. Clin. Nutr* 36 : 251-256.

**Grantham-Mc Gregor, S., S. Walker & C. Powell.** 1991. Nutrition supplementation and mental development. *Lancet.* 21 :338:1-5.

**Hagemann, R.F & J.J. Stragand.** 1977. Fasting and refeeding : cell kinetic response of jejunum, ileum and colon. *Cell Tiss. Kinet.* 10 : 3 – 14.



**Handayani, Y.S.** 1997. Hubungan lingkungan rumah tangga dengan kejadian ispa pada anak balita di pemukiman kumuh. majalah kesehatan perkotaan tahun IV : 1. Jakarta: UKI. Atmajaya. **di dalam Herawati, T.** 2003. Pengaruh Pemberian Biskuit Ibu Hamil dan Status Pemberian ASI terhadap Pertumbuhan Linier dan Perkembangan Bayi 0-6 Bulan. [Skripsi MS]. PPs. IPB. Bogor.

**Hansen, A.E., H.F. Wiese, A.N. Boelsche., M.E. Haggard., D.J.D. Adam & H. Davis.** 1963. Role of linoleic acid in infant nutrition: clinical and hemical study of 428 infants fed on milk mixtures varying in kind and amount of fat. *Pediatric* 31 : 171-192.

**Hardinsyah,** 2001. Complementary feeding and caring practice in Indonesia **di dalam National Seminar and Workshop Optimizing Early Child Nutrition,** 2001. Jakarta.

**Hawadi, R.A.** 2001. Psikologi Perkembangan Anak. Mengenal Sifat, Bakat dan Kemampuan Anak. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.

**Herawati, T.** 2002. Pengaruh Pemberian Biskuit Ibu Hamil dan Status Pemberian ASI terhadap Pertumbuhan Linier dan Perkembangan Bayi 0-6 Bulan [Skripsi MS]. PPs. IPB. Bogor.

[HKI] **Helen Keller Indonesia,** 2000. Monitoring the economic crisis: impact and transition 1998-2000. Nutrition and Health Surveillance System. HKI. Jakarta.

**Himshaw, D.B & J.M. Burger.** 1990. Protective effect of glutamine on endothelial cell ATP in oxidant injury. *J Surg Res.* 1990; 49 : 222-7.

**Hoerr, R.A., D.E. Mathews., D.M. Bier & V.R. Young.** 1993. Effect of protein restriction and acute refeeding on leucine and lysine kinetic in young men. *Am. J. Physiol* – 1993; 264:E567-575.

**Inoue, Y., J.P. Grant & P.J. Snyder.** 1993. Effect of glutamine-supplemented intravenous nutrition on survival after *E-coli* induced peritonitis. *J. Parenter. Enteral Nutr.* 17 : 41-46.

**Jacobs, D.O., D.A. Evans., K. Mealy., S.T. O'Dwyer., R.J. Smith & D.W. Wilmore.** 1988. Combined effects of glutamine and epidermal growth factors on the rat intestine. *Surgery* 104 : 358-364.

**Jahari, A.B., Sandjaya., H. Sudiman., Soekirman., Juss'at., D. Latief & Atmarita.** 2000, Status gizi balita di Indonesia sebelum dan selama krisis. (Analisis data antropometri Susenas 1989 s/d 1999). Widya Karya Pangan dan Gizi. Jakarta.

**Jahari, A.B & Sumarno.** 2000, Status Gizi Penduduk Indonesia. Puslitbang Gizi-Departemen Kesehatan. Bogor.

**James, S.J., M. Pogribna., I.P., Pogribny., S. Melnyk., R.J. Hine., J.P. Gibson., Ping Yi., D.L. Tafoya & D.W. Gaylor . 1999.** Abnormal folat metabolism and mutation in MTHF gene may be maternal risk factor for down syndrome. *Am .J.Clin.Nutr.*. 1999; 70 : 495-501.

**Jepson, M.M., P.C. Bates., Broadbent., J.M. Pell & D.J. Millward. 1988.** Relationship between glutamine concentration and protein synthesis in rat skeletal muscle. *Am. J. Physiol* 255 : E166 – E172.

**Jost, R., J.C. Maire., F. Maynard & M.C. Secretin. 1999.** Aspect of whey protein usage in infant nutrition, a brief review. *International. J of F. Sci. and Tech.* 1999; 34 : 533-542.

**Juretic, A., G.C. Spagnoli., H. Horig., R. Babst. K. von Bremen., F.Harder & M. Heberer. 1994.** Glutamine requirements in the generations of limphokine – activated killer cells. *Clin. Nutr.* 13 : 42-49.

**Kasuma, N.O.K. 2001.** Pola Asuh dan Tumbuh Kembang Anak Balita pada Keluarga Etnik Timor dan Rote di Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. [Skripsi yang tidak dipublikasikan]. Jurusan GMSK, Faperta – IPB. Bogor.

**Keusch, G.T. 1999.** Iron metabolism, microbial, virulence and host defenses. *Nutrition and immune function.* p 317-336. National Academy Press. Washington.

**Kirinke, G.J. 2000.** *The Laboratory Rat.* Academic Press. London.

**Koldovsky, O. 1984.** Interaction of changes in diet composition, hormonal maturation and fetal programming in expression of perinatal development of gastrointestinal functions. **di dalam** Mahmud, M.K, 1987. Penggunaan makanan bayi formula tempe dalam diit bayi dan anak balita sebagai suatu upaya penanggulangan masalah diare.[Disertasi Doktor]. Program Pasca Sarjana, IPB. Bogor.

**Kurniawan, A & D. Latief. 2001.** Childhood malnutrition in Indonesia its current situation **di dalam** Childhood Malnutrition: Its Consequences and Management. Joint Symposium between Department of Nutrition & Department of Paediatrics Faculty of Medicine, Sebelas Maret Univ. and The Centre for Human Nutrition, University of Sheffled. UK. Sponsored by The British Council.

**Lacey, J.M., J.B. Crouch., K. Benfell., S.A. Ringer., C.K. Wilmore., D. Maguire & D.W. Wilmore. 1996.** The Effect of glutamine supplemented parenteral nutrition in premature infants. *J Parenter Enteral Nutr.* 1996; 20 : 74-80.

**Lartey, A., A. Manu., K.H. Brown., J.M. Peerson & K.G. Dewey. 1999.** A randomized community-based trial of the effect of improved centrally processed complementary food on growth and micronutrient status of Ghanaian infants from 6 to 12 mo of age. *Am J Clin Nutr.* 1999; 70 : 391-404.

**Lean, M.E.G., T.S. Han & J.C. Seidell.** 1998. Impairment of health and quality of life in people with a large waist circumference. *Lancet*. 351 :853-865.

**Levitsky, D.A & B.J. Strupp.** 1995. Malnutrition and the brain, changing concepts, changing concerns. **di dalam** Pollitt, E., W.Watkins & M.A.Husaini. 1997. Three month nutritional supplementation in Indonesian infants and toddler benefits memory function 8 years latter. *Am.J.Clin.Nutr* 66:1357-1363.

**LIPI dan Unicef - Indonesia.** 2000. Penyimpangan Positif Masalah KEP di Jakarta Utara DKI-Jakarta dan di Pedesaan Kabupaten Bogor - Jawa Barat dan Lombok Timur NTB. LIPI. Jakarta.

**Lobley, G.E., S.O. Hioskin & C.J.Mc Neil.** 2001. Glutamine in animal science and production. **di dalam** Wilmore D.W, Rombeau JL. 2001. *Glutamine Metabolism: Nutritional and Clinical Significance*. American Society for Nutritional Sciences.

**Lumenta, B.** 1989. *Penyakit, Citra, Alam dan Budaya*. Kanisius. Jakarta.

**Lutter, C.K & K.G. Dewey.** 2003. Proposed nutrient composition for complementary foods. Nutrient composition for fortified complementary foods. American Society for Nutritional Sciences. 3011S – 3020S.

**Mahmud, M.K.**1987. Penggunaan Makanan Bayi Formula Tempe dalam Diit Bayi dan Anak Balita sebagai Suatu Upaya Penanggulangan Masalah Diare. [Disertasi Doktor]. Program Pascasarjana - IPB. Bogor.

**Martorel, R.** 1995. Promoting healthy growth: rationale and benefits. **di dalam** Child growth and nutrition in developing countries. Andersen, P.P., D. Pelletier & H. Alderman. Cornell University Press. Ithaca and London.

**Mc Laughlan, J.M.** 1979. Critique of methods for evaluation of protein quality. **di dalam** Wilcke, H.L., W.T. Hopkin & D.H. Waggle.1979. *Soy Protein and Human Nutrition*, New York: Academic Press..

**Megazyme.** 1996. Total Dietary Fibre Assay Procedure. *Methods of Analysis*.

**Miller, G., J. Jarvis & L. Mc Bean.** 1999. *Handbook of dairy foods and nutrition*. 2<sup>nd</sup> Ed. National Dairy Council. CRC Press.

**Mobrahan, S.** 1992. L-Glutamine: a Conditionally essential nutrient or another nutritional puzzle. *Nutr Rev* 1992; 50 : 331-333.

**Moeloek, F.A.** 1999. Gizi sebagai Basis Pengembangan Sumber Daya Manusia Menuju Indonesia Sehat 2010. **di dalam** Seminar Nasional Pergizi-Pangan di Sulawesi Selatan. 4 Oktober 1999. Makasar.

**Munoz de Chavez., P. Arroyo. S. Perez Gil., M. Hernandez., S. Quiros., M. Rodriguez., M. de Hermelo & A. Chavez.** 1974. The Epidemiology of good nutrition in a population with a high prevalence of malnutrition.. *Ecol .Food. Nutr.* 1974; 3 : 223-30.

**Neu, J.** 2001. Glutamine in fetus and critically ill low birth weight neonate: metabolism and mechanism of action. **di dalam** Wilmore, D.W & J.L. Rombeau . 2001. *Glutamine Metabolism: Nutritional and Clinical Significance*, American Society for Nutritional Sciences.

**Neu, J., J.C. Roig., W.H. Meetze., M. Veerman., C. Carter., M. Millsaps., D. Bowling., M.J. Dallas., J. Slesman., T. Knight & N. Anestad.** 1997. Enteral glutamine supplementation for very low birth weight infants decreases morbidity. *The J. of Pedr.* Nov.1997; 691-9.

**Newsholme, E.A., B. Crabtree & M.S. Ardawi.** 1985. Glutamine metabolism in lymphocytes: its biochemical, physiological and clinical importance. *J. Exp. Physiol.* 1985; 70:473-89.

**Newsholme, P.** 2001. Why Is L-Glutamine metabolism important to cells of the immune system in health, postinjury, surgery of infection ? **di dalam** Wilmore, D.W & J.L. Rombeau. 2001. *Glutamine Metabolism : Nutritional and Clinical Significance*. American Society for Nutritional Sciences.

**O'Dwyer, S.T.** 1989. Maintenance of small bowel mucosa with glutamine enriched parenteral nutrition. **di dalam** Tubman, T.R.J & S.W. Thompson. 2001. *Glutamine supplementation for prevention of morbidity in preterm infants*. Belfast. UK.

**Ogle, C.K., J.D. Pagle., J.X. Mao., J. Simon., J.G. Noel., B.G. Li & J.W. Alexander.** 1994. Effect of glutamine on phagocytosis and bacterial killing by normal and pediatric burn patient neutrophils. *J. Parenter Enteral Nutr.* 18 : 128-133.

**Panggabean, R.** 1991. *Perkembangan Anak Ditinjau dari Segi Neurologi*. Yayasan Surya Kanti, Bandung.

**Parry Billings, M., J. Evans., P.C. Calder & E.A. Newsholme.** 1990. Does glutamine contribute to immuno suppression after major burns? *Lancet* 336 : 523-525.

**Pelto, G.H., E. Levitt & L.Thairu.** 2003. Improving feeding practices: current pattern, common constraints and the design of intervention .*Food and Nutrition Bulletin*. UNU. Vol 24; 1 : 45-82.

**Perriello, G., R. Jorde., M. Nurjhan., Stumwol., G. Dailey., T. Jensen., D.M. Bier & J.E. Gerich.** 1995. Estimation of Glucose – Alanine – Lactate – Glutamine cycles in post absorptive humans: role of skeletal muscle. *Am. J. Physiol.* 269 : E443 – E450.

**Pitts, R.F., L.A. Pilkington., M.B. Mac Leod., E.Leal-Pinto.** 1972. Metabolism of glutamine by the intact functioning kidney of the dog. *J. Clin. Invest.* 51 : 557-565.

**Pollitt, E., K.S.Gorman., L. Englep., R. Martorell., J. Rivera.** 1993. Early supplementary feeding and cognition monogram. *Soc. Res. Child. Dev.* 58:7.

**Pollitt, E., W. Watkins & M.A. Husaini.** 1997. Three month amnutritional supplementation in Indonesian infants and toddlers benefits memory function 8 years latter. *Am.J.Clin.Nutr.* 66 : 1357-1363.

**Pudjiadi, S.** 2001. Ilmu Gizi Klinis pada Anak. Edisi Keempat. Fakultas Kedokteran, UI. Jakarta.

**Ravelli, A.C.** 1998. Glucose tolerance in adults after prenatal exposure to famine. *Lancet.* 17 :351(9097):173 – 177

**Reeds, P & D.G. Burrin.** 2000. The gut and amino acid homeostasis. *Nutrition.* 2000; 16 (7/8) : 666-68.

**Roediger, M.E.W.** 1986. Metabolic basis of starvation diarrhea : implications for treatment. *Lancet* : 1082 -1084.

**Saadah, F., H. Waters & P Heywood.** 1999. Indonesia : under nutrition in young children. East Asia and the Pacific region. *Watching Brief.*

**Sarwar, G.** 1997. The Protein digestibility-corrected amino acid score method overestimates quality of protein containing antinutritional factors and of poorly digestibility proteins supplemented with limiting amino acids in rats. **di dalam** Nutrient Requirement and Interactions. American Society for Nutritional Sciences.

**Sastroasmoro, S & S. Ismael.** 2002. Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis. Ed.2. CV. Sagung Seto. Jakarta.

**Satoto.** 1990. Pertumbuhan dan Perkembangan Anak Pengamatan 0 – 18 bulan di Kecamatan Mlonggo, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. [Disertasi] dalam Ilmu Kesehatan. Universitas Diponegoro. Semarang.

**Sauberlich, H.E.** 1999. Laboratory test for the assessment of nutritional status. CRC Press. Boca Raton - London - New York – Washington D.C.

**Semba, R.D.** 1994. Vitamin A, immunity and infections. *Clin. Infect. Dis.* 19 : 489-499.

**Shabert, J.K & D.W. Wilmore.** 1996. Glutamine deficiency as a cause of human immunodeficiency virus wasting. *Med. Hypotheses.* 46 : 252-256.

**Soekirman.** 2001. Integrating partnership in early child nutrition and development through capacity and institutional building. **di dalam** National Seminar and Workshop Optimizing Early Child Nutrition. 2001. Jakarta.

**Souba, W., W. Smith & D.W. Wilmore.** 1985. Glutamine metabolism by the intestinal tract. *J.ParenterEnteral Nutr.* 9 : 608-617.

**Scrimshaw, N.S.**1997. Nutrition and health from womb to tomb. *Food and Nutrition Bulletin.* 18; 1:1 – 19.

**Sunaryo, E.** 2001. Gizi dan Kesehatan Baduta. Karya Tulis untuk Mata Ajaran Kapita Selekt. Fakultas Pasca Sarjana. IPB. Bogor.

**Susanto, J.C.** 2001. Masa Penyapihan: Masa Kritis bagi Masa Depan Anak. Seminar Mencegah Generasi yang Hilang, Semarang.

**Torun, B., P.S.W. Davies., M.B.E. Livingstone., M. Paolisso., R. Sackett., G.B. Spurr & M.P.E. de Gusman.** 1996. Energi requirement and dietary energy recommendations for children and adolescents 1-18 years old. *EJCN.* 1996; 50S-1 : S37-38.

**Tubman, T.R.J & S.W.Thompson.** 2001. Glutamine supplementation for prevention of morbidity in preterm infants. Royal Maternity Hospital. Belfast. UK.

**Uauy, R & C.Castillo.** 2003. Lipid requirements of infants: implications for nutrient composition of fortified complementary food. nutrient composition for fortified foods. Nutrient composition for fortified complementary foods. American Society for Nutritional Sciences. 2962S – 2972S.

**Uauy, R. & D.R. Hoffman.**1991. Essential fatty acid requirements for normal eye and brain development. *Seminar Perinatal.* 15 : 449-455.

**Uauy, R & D.R. Hoffman.** 2000. Essential fat requirements of preterm infants. *Am.J. Clin. Nutr.* 71 : 245S – 250S.

**Uauy, R., C.E. Mize & C.C. Duran.** 2000. Fat intake during childhood: metabolic response and effects on growth. *Am.J.Clin.Nutr.* 2000; 72S : 1354S-60.

**[Unicef] United Nation of Children Fund.** 2001. The State of World's Children. Washington DC



**[Unicef] United Nation of Children Fund.** 2000. Ancaman generasi yang hilang. Tantangan dan Upaya. Unicef. Jawa Barat.

**[UNU] United Nation University.** 2000. Global nutrition challenges : a life-cycle approach. Food and Nutrition Bulletin. 21 ; 3:18 – 34.

**[UNU] The United Nations University.** 2003. Special Issue Based on a World Health Organization Expert Consultation on Complementary Feeding. 2003. di dalam Food and Nutrition Bulletin. 2003 : vol 24 ;1.

**Van der Hulst, R.R.W.J., N.E.P. Deutz., P.B. Soeters & M.F.Von Meyenfeldt.** 1993. Glutamine uptake at different sites of the human gut. Clin Nutr. 1993; 12 : S10-1.

**Van der Hulst, R.R.W.J., M.F Von Meyenfeldt., A. Tiebosch., W.A. Buurman & P.B. Soeters.** 1997. The Effect of glutamine enriched parenteral nutrition on intestinal mucosa immune cells. J Parenter Enteral Nutr. 1997; 21 : 310-5.

**[WHO] World Health Organization.** 1998. Complementary Feeding of Young Children in Developing Countries: a Review of Current Scientific Knowledge. Geneva.

**Waber, D.B.** 1995. Cognitive development of infants at risk of malnutrition. Am.J.Clin.Nutr. 34 : 807-813.

**Welbourne, T.C, A.B. King & K. Horton.** 1993. Enteral glutamine support hepatic glutathion efflux during imflammation. J. Nutr. Biochem. 4 : 236-242.

**Wilmore, D.W & J.L. Rombeau.** 2001. Glutamine Metabolism: Nutritional and Clinical Significance. American Society for Nutritional Sciences.

**Windmueller, H.G.** 1982. Glutamin utilization by the small intestine. Adv Enzymol. 1982; 53 : 201-37.

**Yoshida, S., M.J. Leskiw., M.D. Schluter.** 1992. Effect of total parenteral nutrition, systemic sepsis and glutamine on gut mucosa in rats. Am. J. Physiol. 1992; 263 : E 368-73.

**Young, V.R & A.M. Ajami.** 2001. Glutamine: the emperor or his clothes? di dalam Wilmore, D.W & J.L. Rombeau. 2001. Glutamine Metabolism: Nutritional and Clinical Significance. American Society for Nutritional Sciences.

**Zeitlin, M.F.** 1996. Child care and nutrition: the findings from positive deviance research. Nutrition Monograph Series No.27. Cornell International Nutrition Program. Ithaca - New York.

**Ziegler, T.R., N. Bazargan & J.R. Galloway. 2000. Glutamine supplemented nutrition support: saving nitrogen and saving money? Clinical Nutrition. 2000 : 19(6) : 375-377.**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## DAFTAR LAMPIRAN

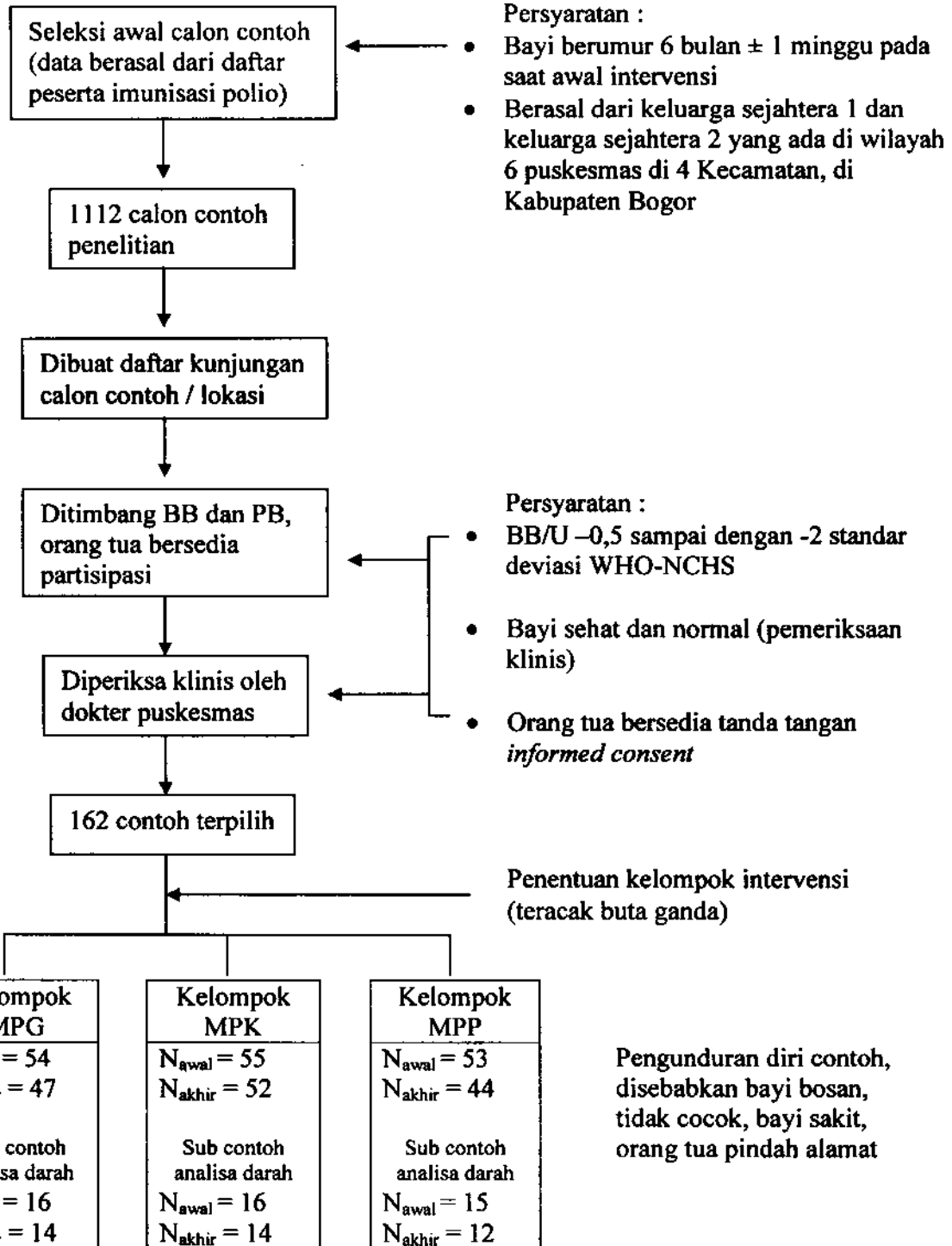
*@Hak cipta milik IPB University*

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**Lampiran Gambar. Skema penelitian dan penentuan contoh penelitian dampak intervensi MPASI**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

## Lampiran 1a. Analisis asam amino dengan HPLC

@Hak cipta milik IPB University

### Pendahuluan

Analisis komposisi asam amino selain dengan menggunakan peralatan penganalisis asam amino (*amino acid analyzer*) juga dapat dilakukan dengan HPLC yaitu kromatografi cairan kinerja tinggi.

Perkembangan terakhir menunjukkan bahwa para ahli telah mampu mengembangkan suatu teknik analisis yang lebih cepat, lebih sensitif dan dengan jumlah sampel yang sedikit. Pada dasarnya dengan mengandalkan pada reaksi gugus asam amino dengan pereaksi tertentu membentuk suatu derivat yang dapat mengabsorpsi sinar ultra violet atau berfluoresensi.

Salah satu pereaksi yang sangat populer dalam analisis asam amino adalah ortoftaldehida yang dikenal dengan singkatan OPA. Pereaksi OPA akan bereaksi dengan asam amino primer dalam suasana basa yang mengandung mercaptoethanol membentuk senyawa yang berfluoresensi.

### Bahan dan alat

#### Bahan :

Ortoftaldehida (OPA)	Na-EDTA
Natrium hidroksida	Metanol
Asam borat	Tetrahidrofuran (THF)
Larutan Brij-30 30%	Natrium asetat
2-mercaptoethanol	Air H <sub>2</sub> O,
Larutan standar asam amino 0,5 $\mu$ mol/ml	

#### Alat :

Peralatan HPLC  
 Syringe 100  $\mu$ l  
 Vial 1 ml  
 Neraca analitik  
 Pipet 1 ml  
 Labu takar 100 ml

## Prosedur

### A,, Pembuatan pereaksi OPA,

#### 1. Larurutan stok pereaksi OPA :

OPA	: 50 mg
Metanol	: 4 ml
Mercaptoethanol	: 0,025 ml
Brij-30 30%	: 0,050 ml
Bufe borat 1 M, pH = 10,4	: 1 ml

2. Larutan 50 mg OPA dalam 4 ml metanol dan tambahkan mercaptoethanol. Kocok campuran tersebut dengan hati-hati kemudian tambahkan larutan Brij-30 dan bufer borat. Larutan ini harus disimpan dalam botol berwarna gelap pada suhu 4 °C dan akan stabil selama dua minggu,

3. Pereaksi derivatisasi dibuat dengan cara mencampurkan satu bagian larutan stok dengan dua bagian larutan buffer kalium borat pH 10,4 dan harus dibuat segar setiap hari.

#### 1. Fase Mobil,

##### 4. Bufer A:

Na-asetat	0,025 M, pH 6,5
Na-EDTA	0,05%
Metanol	9,0%
THF	1,0%

5. Bufer A terdiri dari komposisi seperti di atas yang dilarutkan dalam 1 liter air H<sub>2</sub>O (*Hi-Pure*). Bufer ini harus disaring dengan kertas saring *millipore* 0,45 mikron dan akan stabil selama 5 hari pada suhu kamar bila disimpan di dalam botol berwarna gelap yang diisi dengan gas helium atau nitrogen.

6. Bufer B hanya terdiri dari metanol 95 % dalam air, H<sub>2</sub>O di mana dalam pembuatannya harus disaring dengan kertas saring *millipore* 0,45 mikron, Larutan ini akan stabil dalam waktu yang tak terbatas.

### C, Kondisi alat,

#### 7. Atur kondisi alat HPLC sebagai berikut :

Kolom	= Ultra techspere
Laju aliran fase mobil	= 1 ml/menit
Detektor	= Fluoresensi
Fase mobil	= Bufer A (bufer asetat 0,025 M, pH 6,5) Bufer B (larutan metanol 95%) dengan gradien

Tabel 1, Hubungan antara waktu dengan gradien % Bufer B,

Waktu (menit)	Laju aliran fase mobil (ml/menit)	% B
0	1	0
1	1	0
2	1	15
5	1	15
13	1	42
15	1	42
20	1	70
22	1	100
26	1	100
28	1	0
38	1	0

8. Buatlah grafik hubungan antara waktu (dalam menit) sebagai absis dengan % bufer B sebagai ordinat,

#### D, Analisis asam amino,

9. Sampel yang telah dihidrolisis dilarutkan dalam 5 ml HCl 0,01 N kemudian disaring dengan kertas saring millipore 0,45 mikron.
10. Tambahkan bufer kalium borat pH 10,4 dengan perbandingan 1 : 1.
11. Ke dalam vial kosong yang bersih masukkan 10  $\mu$ l sampel pada 18,10 dan tambahkan 25  $\mu$ l pereaksi OPA, biarkan selama 1 menit agar proses derivatisasi sempurna.
12. Injeksikan ke dalam kolom HPLC sebanyak 5  $\mu$ l kemudian tunggu sampai pemisahan semua asam amino selesai. Waktu yang diperlukan sekitar 25 menit.

#### E. Perhitungan

13. Konsentrasi asam amino (dinyatakan dalam  $\mu$  mol AA) dalam sampel dapat dihitung sebagai berikut:

$$\frac{\text{Luas puncak sampel}}{\text{Luas puncak standar}} \times \text{konsentrasi standar}$$

$$\frac{\text{Luas puncak sampel}}{\text{Luas puncak standar}} \times 0.5 \mu\text{mol/ml} \times 5 \text{ ml}$$

14. Persen asam amino dalam sampel adalah :

$$\% \text{ AA} = \frac{\mu\text{mol AA} \times \text{BM AA} \times 100}{\mu\text{g sampel}}$$

## Lampiran 1b. Analisis asam lemak dengan kromatografi gas

### Pendahuluan

Analisis dengan kromatografi gas didasarkan pada partisi komponen-komponen dari suatu campuran diantara fase mobil (gas pembawa) dan fase stasioner (zat padat atau cairan yang tidak mudah menguap yang melekat pada bahan pengemas inert). Komponen yang dipisahkan harus mudah menguap pada suhu kolom dimana pemisahan terjadi. Karena alasan inilah maka suhu pengoperasian alat lebih tinggi dari suhu kamar dan biasanya dilakukan derivatisasi terlebih dahulu terutama untuk sampel yang sulit menguap.

Dalam hal analisis asam lemak, mula-mula lemak/minyak dihidrolisis menjadi asam lemak kemudian ditransformasi menjadi bentuk esternya yang bersifat lebih mudah menguap. Pada praktikum ini, transformasi dilakukan dengan cara metilisasi sehingga diperoleh metil ester asam lemak (FAME). Selanjutnya FAME ini dianalisis dengan alat kromatografi gas.

Identifikasi tiap komponen dilakukan dengan membandingkan waktu retensinya dengan standar pada kondisi analisis yang sama. Luas puncak dari masing-masing komponen adalah sebanding dengan konsentrasi komponen dalam sampel. Untuk meminimalkan kesalahan akibat volume injeksi, preparasi sampel, pengenceran dan sebagainya, biasanya digunakan teknik standar internal. Disamping itu harus dilakukan koreksi terhadap respon detektor dan interaksi antar komponen dalam matriks sampel selama melewati kolom.

### Bahan dan alat

#### Bahan :

##### Larutan standar FAME:

Asam palmitat 16 : 0  
Asam stearat 18 : 0  
Asam oleat 18 : 1  
Asam linoleat 18 : 2  
Asam linolenat 18 : 3

##### Heksana

Larutan BF<sub>3</sub> 16 %  
Larutan NaCl jenuh  
Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat  
Larutan NaOH 0,5 N dalam metanol

#### Alat :

Peralatan kromatografi gas  
Syringe 10 µl  
Penangas air

Pipet mikro  
Pipet tetes  
Tabung bertutup teflon

## Prosedur

### A,, Preparasi sampel,

1. Timbang 20-30 mg sampel lemak atau minyak (hasil ekstraksi lemak) dalam tabung bertutup teflon.
2. Tambahkan 1 ml NaOH 0,5 N dalam metanol dan panaskan di atas penangas air selama 20 menit.
3. Selanjutnya tambahkan 2 ml BF<sub>3</sub> 16 % (juga tambahkan 5 mg/ml standar internal jika menggunakan teknik standar internal) dan panaskan lagi selama 20 menit.
4. Dinginkan, kemudian tambahkan 2 ml larutan NaCl jenuh, 1 ml heksana dan kocok dengan baik.
5. Pindahkan lapisan heksana dengan bantuan pipet tetes dan masukkan ke dalam tabung yang berisi 0,1 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat lalu biarkan selama 15 menit.
6. Pisahkan fase cair (larutan sampel) dan siapkan dalam vial untuk diinjeksikan ke alat kromatografi gas.

### 2. Kondisi alat

#### 7. Atur kondisi alat kromatografi gas sebagai berikut:

Kolom	: DEGS 10% dalam chromosorb 2 m x 1/8 inci
Laju aliran N <sub>2</sub>	: 20 ml/menit
Laju aliran H <sub>2</sub>	: 30 ml/menit
Laju aliran udara	: 200 ml/menit
Suhu injektor	: 200 °C
Suhu detektor	: 250 °C
Suhu kolom	: 180 °C

### C, Analisis asam lemak

8. Injeksikan pelarut sebanyak 2 µl ke dalam kolom. Bila aliran gas pembawa dan sistem pemanasan sempurna, puncak pelarut akan nampak dalam waktu kurang dari 1 menit.
9. Setelah pena kembali ke garis nol (baseline), injeksikan sebanyak 5 µl campuran standar FAME.
10. Bila semua puncak standar sudah keluar, injeksikan sebanyak 5 µl larutan sampel pada 8,6.

11. Catat waktu retensi dan luas puncak dari masing-masing komponen. Jika rekorder dilengkapi dengan integrator, waktu retensi dan luas puncak langsung diperoleh dari integrator.
12. Bandingkan waktu retensi komponen sampel dengan standar untuk menentukan jenis asam lemaknya.
13. Hitung konsentrasi dari masing-masing asam lemak dalam sampel.
14. Beri komentar tentang hasil yang diperoleh.

#### D, Perhitungan,

15. Konsentrasi tiap komponen asam lemak dalam sampel dapat dihitung berdasarkan perbandingan luas puncak sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi asam lemak } x \text{ dalam sampel} = \frac{\text{luas puncak asam lemak } x}{\text{luas puncak standar } x} \times \text{konsentrasi standar } x$$

16. Jika menggunakan teknik standar internal, konsentrasi asam lemak dalam sampel dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$C_x = \frac{A_x}{A_s} \times C_s \times R$$

17. Untuk menentukan R, buatlah suatu campuran x (murni) dan s dengan jumlah  $W_x$  dan  $W_s$  yang diketahui dan dibuat kromatogramnya,

$$R = \frac{R_x}{R_s} = \frac{W_x \cdot A_s}{W_s \cdot A_x}$$



### Lampiran 1c. Penetapan kolesterol dalam makanan metode penyabunan langsung secara kromatografi gas

#### 1. Ruang lingkup

Metode ini berlaku untuk penetapan kadar kolesterol lebih kecil atau sama dengan 10 mg kolesterol per 100 g makanan atau produk makanan.

Daerah kerja:

Mie campur bumbu = 1,10 – 9,81 mg/100 g

Mentega = 2,35 – 277,80 mg/100 g

#### 2. Referensi

2,1, AOAC Official Method of Analysis. 17<sup>th</sup> edition Vol, II 2000. AOAC Official Method 994,10.

#### 3. Prinsip

Lemak dalam contoh disabunkan pada suhu tinggi dengan larutan KOH etanol. Fraksi yang tidak tersabunkan yang mengandung kolesterol dan sterol lain diekstrak dengan toluen. Sterol diderivatisasi menjadi eter trimetil silen (TMS) dan kemudian dianalisa dengan kromatografi gas.

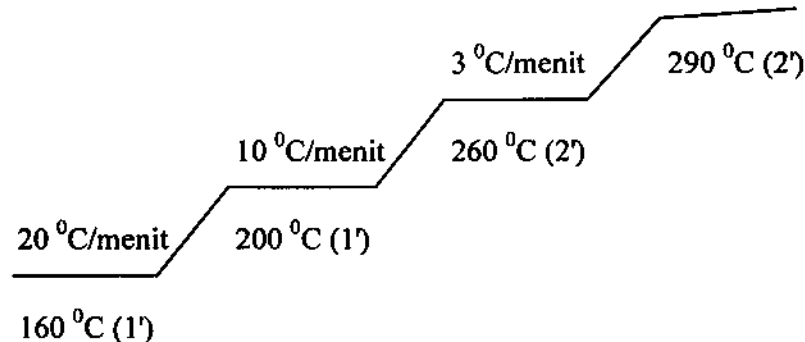
#### 4. Peralatan

4,1, Tabung pemusing 15 ml, Pyrex No,13 tabung disilinsi sebagai berikut:

- Isi tabung dengan HF 10% dan biarkan selama 10 menit
- Cuci tabung terus menerus dengan aquades dan metanol anhidrat.
- Keringkan tabung dengan mengalirkan gas N<sub>2</sub> lalu isi tabung dengan larutan Heksametil disilini (HMDS) 10% dalam toluen, biarkan 1 jam, Cuci tabung terus menerus dengan toluen dan lanjutkan dengan metanol anhidrat.
- Keringkan tabung pada oven 100 °C sebelum dipakai. Sebagai alternatif pereaksi silinasi dapat disilinsi ulang jika pencucian dengan alkali kuat dapat dihindarkan. Silinasi ulang tabung sedikitnya setiap 6 bulan sekali.

4,2, Kromatografi gas

- Dengan detector FID, kolom kapiler split-mode 25 m x 0,32 mm x 0,17 mm ketebalan filmnya, *crosslinked* (berisi) fenilmetil 5% atau metil silikon gum misalnya Hewlet Packard HP-5, HP-1, PAS-5.
- Kondisi operasi:
  - Suhu injektor : 250 °C
  - Suhu detektor : 320 °C
  - Pemrograman suhu kolom:



Gas pembawa : N<sub>2</sub> kecepatan 2,5 ml/menit  
 Auxiliary make up gas : 20 ml/menit  
 Hydrogen : 35 ml/menit  
 Udara : 280 ml/menit

- 4,3, *Rotary Evaporator*,
- 4,4, *Magnetic Stirrer Hot Plate* dengan pengatur suhu dan kecepatan,
- 4,5, Mikropipet berkapasitas 100 dan 200 µl dan terbuat dari logam,
- 4,6, *Test Tube Mixer*,
- 4,7, Timbangan analitik sampai 0,0001 gram,
- 4,8, Alat gelas seperti Erlenmeyer 125, 250 ml, labu ukur, gelas ukur, pipet ukur, corong pemisah 500 ml,

## 5, Bahan kimia

- 5,1, Dimetilformamida (DMF),
- 5,2, Heksametil disilan (HMDS),
- 5,3, 5-alfa kolestan sebagai larutan internal standar (0,1 mg/ml dalam n-heptan),
- 5,4, Standar kolesterol,
  - 5,4,1, Larutan stok : 2,0 mg/ml DMF
  - 5,4,2, Larutan kerja :  
 Encerkan larutan stok dengan DMF untuk membuat larutan kerja berkonsentrasi 0,005; 0,01; 0,02; 0,04; 0,08; 0,10 mg/ml
- 5,5, Larutan KOH 50 % (b/v)
- 5,6, Larutan KOH 1N
- 5,7, Larutan KOH 0,5N
- 5,8, Trimetilklorosilan (TMCS) No, 88531
- 5,9, Toluene G,R,
- 5,10, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat

## 6, Cara kerja

### 6,1, Penyabunan

- Timbang dengan teliti 3 gram contoh uji sampai ketelitian 0,001 g ke dalam erlenmeyer 250 ml,

- Tempatkan magnet pengaduk ke dalam erlenmeyer, tambahkan 40 ml etanol 95 % dan 8 ml larutan KOH 50 % (bagian etanol dalam larutan mungkin dipertahankan dan dipakai sebagai pencuci setelah penambahan KOH, hal ini akan membantu mencegah sambungan gelas macet antara labu dan kondensor),
- Tempatkan labu diatas *stirrer hot plate*, pasang kondensor, hidupkan *stirrer hot plate* dan refluks selama  $70 \pm 10$  menit, Untuk menjamin sempurnanya penyabunan, sewaktu-waktu di cek dan digoyangkan atau penambahan larutan KOH ke dalam contoh selama pengadukan (dengan pengaduk magnetik ),
- Hentikan pemanasan dan tambahkan 60 ml etanol 95 % melalui lubang atas kondensor sambil mengocok larutan (dengan pengaduk magnetik ), Hati-hati saat penambahan etanol hindari semburan alkohol dari lubang atas kondensor,
- Setelah kira-kira 15 menit lepaskan labu dari kondensor, tutup dengan tutup gelas asah dan dinginkan larutan sampai suhu kamar, Contoh stabil selama 24 jam,

## 6.2, Ekstraksi

- Tambahkan 100 ml ( $V_1$ ) ke dalam contoh yang telah disabunkan sambil diaduk.
- Tutup labu dan kocok selama 30 detik, Tuangkan larutan ke dalam corong pemisah 500 ml tanpa pembilasan.
- Tambahkan 110 ml larutan KOH 1N, dan kocok corong pemisah kuat-kuat selama 10 detik, biarkan terjadinya pemisahan lapisan dan buang larutan air (bagian bawah yang berwarna keruh).
- Tambahkan 40 ml larutan KOH 0,5N ke dalam corong pemisah dan kocok pelan-pelan selama 10 detik. Buang larutan air bagian bawah.
- Cuci lapisan toluen dengan 40 ml aquades dengan cara memutar corong pemisah secara perlahan. Biarkan lapisan terpisah dan buang lapisan air bagian bawah (ulangi pencucian sebanyak 3 kali, sambil dikocok lebih kuat setiap kali).
- Bila terjadi emulsifikasi, tambahkan sedikit etanol 95 %, putar isi corong, dan biarkan lapisan terpisah, lalu lanjutkan pencucian dengan aquades, (lapisan terakhir adalah lapisan toluen yang jernih seperti kristal).
- Tuangkan lapisan toluen melalui corong gelas yang berisi kira-kira 20  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat ke dalam erlenmeyer 125 ml yang berisi kira-kira 2 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat. Tutup erlenmeyer dan goyangkan isinya.
- Biarkan campuran selama  $> 15$  menit, Contoh ekstrak ini dapat disimpan selama  $< 24$  jam jika di seal kuat.
- Pipet 25 ml ( $V_2$ ) larutan ekstrak ke dalam labu didih dan uapkan isinya sampai kering dalam Rotary Evaporator bersuhu  $40 \pm 3$  °C.
- Tambahkan 3 ml aseton dan uapkan campuran sampai kering dengan *Rotary Evaporator*.
- Larutkan residu dengan 3 ml DMF ( $V_3$ ), konsentrasi larutan akhir dalam DMF harus berada dalam kisaran larutan kerja standar.



Catatan : Jika kadar kolesterol < 1 mg (diluar kisaran larutan standar kerja) DMF yang dipakai cukup 2 ml dan kurangi volume toluen yang dipakai.

### 6,3, Derivatisasi

- Pipet 1,0 ml masing-masing larutan standar kerja 0,005 ; 0,01 ; 0,02 ; 0,04 ; 0,08 ; 0,10 mg/ml dan larutan uji ke dalam tabung pemusing.
- Tambahkan ke dalam masing-masing tabung 0,2 ml HMDS dan 0,1 ml TMCS.
- Tutup tabung dan kocok kuat-kuat dengan *test mixer* atau dengan tangan selama 30 detik, biarkan larutan selama 15 menit tanpa terganggu.
- Tambahkan ke dalam masing-masing tabung 1,0 ml larutan 5-alfa kolestan sebagai internal standar dan 8 ml aquades.
- Tutup tabung, kocok kuat-kuat selama 30 detik dan pusingkan selama kira-kira 2 menit.
- Pindahkan lapisan atas (heptan) ke dalam tabung untuk injeksi kromato
- grafi gas dan yakinkan tidak ada bagian air yang terbawa.
- Lakukan penetapan blanko.

Catatan : Standar dan contoh yang telah diderivatisasi harus dianalisa dalam 24 jam.

### 6,4, Analisa Kromatografi Gas

- Bagi luas puncak kolesterol dengan luas puncak 5-alfa kolestan untuk memperoleh rasio respon standar.
- Plot rasio respon 6 standar dengan konsentrasi kolesterol.
- Plot harus berada dalam rasio respon contoh, bila perlu plot kurva standar yang rendah untuk uji kadar kolesterol yang lebih rendah. Untuk uji kadar kolesterol yang lebih tinggi gunakan standar yang lebih tinggi pula, sehingga larutan contoh uji sehingga jatuh pada kisaran standar yang dibuat.

Catatan : 5-alfa kolestan dan kolesterol akan terelusi dalam 11-13 dan 16-18 menit. Jika waktu retensi tersebut tidak tercapai atur lagi laju alir gas dan suhu (kondisi GC).

## 7, Perhitungan

Gram contoh/ml derivat =  $(W_1/V_1) \times (V_2/V_3)$

Dimana =

$W_1$  = Bobot contoh (g),

$V_1$  = Volume toluen yang dipakai dalam ekstraksi (100 ml),

$V_2$  = Volume aliquot ekstrak yang diambil untuk dikeringkan (25 ml),

$V_3$  = Volume DMF yang dipakai untuk melarutkan residu (3 ml),

Kadar kolesterol dihitung sebagai berikut:

mg kolesterol/100 g contoh uji =  $\frac{\text{mg/ml kolesterol contoh dari plot kurva} \times 100}{\text{gram contoh/ml derivat}}$

## 8, Bahan kimia

Limit deteksi alat = 0,0139 mg/ml kolesterol,

Lampiran 2a.1. Data asam amino campuran formula dan kadar protein formula

Asam amino	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
	% b/b	% b/b	% b/b	% b/b	% b/b	% b/b	% b/b	% b/b	% b/b	% b/b	% b/b	% b/b	% b/b	% b/b
Aspartat	3,76	6,05	2,97	5,63	4,38	2,68	3,71	2,87	4,13	3,31	3,22	5,71	5,06	2,85
Glutamat	6,91	11,32	7,70	10,68	8,13	7,35	7,79	5,27	9,57	7,88	7,33	10,20	9,86	5,85
Serin	2,20	3,88	2,39	3,77	2,86	1,87	2,12	1,52	2,66	2,15	1,79	2,69	2,75	1,54
Histidin	1,20	1,56	1,30	1,51	1,25	0,77	0,76	0,61	0,94	0,75	1,18	1,30	1,37	0,89
Glisin	0,97	1,37	0,80	1,31	1,13	0,72	0,93	0,92	1,06	0,89	0,87	1,20	1,13	0,86
Treonin	2,00	4,26	1,84	3,96	2,77	1,53	2,17	1,20	2,74	2,00	1,60	3,15	3,11	1,16
Arginin	1,80	1,96	1,43	1,82	1,75	1,14	1,34	1,47	1,38	1,26	1,53	1,93	1,59	1,41
Alanin	1,69	3,41	1,42	3,21	2,32	1,23	1,80	1,21	2,22	1,64	1,46	2,66	2,70	1,26
Tirosin	1,28	2,01	1,65	1,81	1,46	1,36	1,28	0,84	1,54	1,34	1,28	1,62	1,54	0,90
Metionin	0,96	1,93	1,24	1,70	1,17	0,83	0,80	0,41	1,01	0,80	0,90	1,27	1,32	0,50
Valin	2,18	3,59	2,26	3,35	2,52	1,93	2,16	1,42	2,57	2,10	2,04	3,07	2,89	1,47
Fenilalanin	1,77	2,12	1,72	1,97	1,70	1,49	1,54	1,34	1,68	1,49	1,79	2,23	1,91	1,39
Isoleusin	2,20	4,08	2,13	3,75	2,71	1,69	2,12	1,30	2,56	2,00	1,84	3,09	3,03	1,36
Leusin	3,57	6,97	3,72	6,42	4,60	3,20	3,84	2,36	4,85	3,79	3,34	5,44	5,57	2,54
Lisin	3,16	6,10	3,13	5,63	3,91	2,61	3,21	1,97	3,94	3,05	3,43	5,42	5,36	2,30
Triptofan	1,17	2,03	1,26	2,49	1,68	0,57	0,86	0,27	0,54	0,41	0,50	0,66	1,01	0,48
<b>Protein</b>	<b>37,21</b>	<b>63,64</b>	<b>37,09</b>	<b>64,40</b>	<b>46,12</b>	<b>37,23</b>	<b>43,63</b>	<b>29,89</b>	<b>51,11</b>	<b>39,97</b>	<b>36,47</b>	<b>55,02</b>	<b>54,25</b>	<b>29,18</b>

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
 2. Dilarang mengkomersialkan dan menyebarkan karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

### Lampiran 2a.2. Uji model penentuan rasio sumber protein MPASI

Variabel	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Rataan kuadrat	F	Signifikansi	Keterangan
Kadar protein	1673,67	2	836,83	2384,65	< 0,0001	Linier
Kadar metionin	1,95	2	0,97	24,97	< 0,0001	Linier
Kadar triptofan	3,28	2	1,64	0,01	0,0048	Linier

### Lampiran 2a.3. Solusi penentuan rasio sumber protein MPASI

#### Penentuan limit pembatas

Variabel	Target	Batas bawah	Batas atas
Konsentrat whey	10,80	10	80
Tepung susu skim	10,80	10	80
Kacang hijau	10,80	10	80
Kadar protein	$\geq 60,40$	26,5	60,4
Kadar metionin	$\geq 1,93$	0,41	1,93
Kadar triptofan	$\geq 2,49$	0,27	2,49

#### Penentuan solusi

Variabel	Nilai
Konsentrat whey	80
Tepung susu skim	10
Kacang hijau	10
Kadar protein	69,93
Kadar metionin	1,72
Kadar triptofan	1,87
Desireabilitas	0,853

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPIB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPIB University.

Lampiran 2b.1. Data asam lemak campuran formula dan rasio asam-asam lemak esensial formula

Asam lemak	F21 % b/b	F22 % b/b	F23 % b/b	F24 % b/b	F25 % b/b	F26 % b/b	F27 % b/b	F28 % b/b	F29 % b/b	F30 % b/b	F31 % b/b	F32 % b/b	F33 % b/b	F34 % b/b
<b>SFA :</b>														
Heksanoat	0,28	0,47			0,53			1,02	0,45	0,35		0,78	0,17	
Oktanoat					0,30			0,50				0,44		
Dekanoat	0,58	0,83	0,13	0,12	1,05	0,31		1,62	0,79	0,75	0,13	1,48	0,33	0,12
Laurat	0,90	1,23	0,28	0,21	1,58	0,52	0,23	2,00	1,22	1,20	0,27	2,20	0,57	0,20
Miristat	1,75	2,28	0,72	0,44	3,02	1,02	0,52	4,11	2,15	2,22	0,48	2,92	0,81	0,29
Palmitat	18,35	15,42	23,37	9,58	19,53	12,98	15,44	19,24	14,15	20,22	19,84	17,56	16,91	8,00
Stearat	4,72	5,21	3,28	3,23	6,27	3,58	2,98	6,58	4,75	4,70	3,05	6,68	3,61	2,90
<b>Total</b>	<b>26,58</b>	<b>25,44</b>	<b>27,78</b>	<b>13,58</b>	<b>32,28</b>	<b>18,41</b>	<b>19,17</b>	<b>35,07</b>	<b>23,51</b>	<b>29,44</b>	<b>23,77</b>	<b>32,06</b>	<b>22,40</b>	<b>11,51</b>
<b>MUFA :</b>														
Oleat	20,11	16,17	25,63	15,17	18,34	17,17	19,93	15,67	15,52	20,60	24,56	15,54	21,16	13,91
<b>Total</b>	<b>20,11</b>	<b>16,17</b>	<b>25,63</b>	<b>15,17</b>	<b>18,34</b>	<b>17,17</b>	<b>19,93</b>	<b>15,67</b>	<b>15,52</b>	<b>20,60</b>	<b>24,56</b>	<b>15,54</b>	<b>21,16</b>	<b>13,91</b>
<b>PUFA :</b>														
Linoleat	14,26	16,29	8,97	25,49	9,70	19,59	17,19	4,43	15,32	6,53	8,99	4,43	10,82	23,72
Linolenat	1,47	1,83	0,29	1,02	1,06	2,17	1,74	0,38	1,71	0,32	0,91	0,36	0,97	2,84
<b>Total</b>	<b>15,73</b>	<b>18,12</b>	<b>9,26</b>	<b>26,51</b>	<b>10,76</b>	<b>21,76</b>	<b>18,93</b>	<b>4,81</b>	<b>17,03</b>	<b>6,85</b>	<b>9,90</b>	<b>4,79</b>	<b>11,79</b>	<b>26,56</b>
<b>sfa/mufa</b>	1,32	1,57	1,08	0,90	1,76	1,07	0,96	2,24	1,51	1,43	0,97	2,06	1,06	0,83
<b>sfa/pufa</b>	1,69	1,40	3,00	0,51	3,00	0,85	1,01	7,29	1,38	4,30	2,40	6,69	1,90	0,43
<b>n3/n6</b>	0,10	0,11	0,03	0,04	0,11	0,11	0,10	0,09	0,11	0,05	0,10	0,08	0,09	0,12

### Lampiran 2b.2. Uji model penentuan rasio sumber lemak MPASI

Variabel	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Rataan kuadrat	F	Signifikansi	Keterangan
SFA / MUFA	2,55	2	1,28	22,8,26	< 0,0001	Linier
SFA / PUFA	50,35	2	25,17	25,52	< 0,0001	Linier
$\omega 3 / \omega 6$	4,864 <sup>E-03</sup>	2	2,432 <sup>E-03</sup>	6,90	0,0115	Linier

### Lampiran 2b.3. Solusi penentuan rasio sumber lemak MPASI

#### Penentuan limit pembatas

Variabel	Target	Batas bawah	Batas atas
Lemak susu	= 40	10	80
Minyak sawit	= 30	10	80
Minyak kedelai	= 30	10	80
SFA / MUFA	≥ 0,80	0,80	2,24
SFA / PUFA	≥ 2,0	0,43	7,29
$\omega 3 / \omega 6$	≥ 0,14	0,03	0,14

#### Penentuan solusi

Variabel	Nilai
Lemak susu	40
Minyak sawit	30
Minyak kedelai	30
SFA / MUFA	1,44
SFA / PUFA	3,02
$\omega 3 / \omega 6$	0,09
Desireabilitas	0,788



### Lampiran 3. Uji beda kadar metionin, triptofan dan protein MPASI

Variabel	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Rataan kuadrat	F	Signifikansi
Kadar metionin	0,003	3	0,001	2,355	0,213
Kadar triptofan	0,014	3	0,005	6,380	0,053
Kadar protein	0,206	3	0,069	10,961	0,021

#### Uji lanjut Duncan

##### 1, Kadar protein formula

Kadar protein F23 berbeda bermakna dengan formula F24, F13 dan F14

Variabel	N	Subset $\alpha = 0,05$	
		1	2
F24	2	17,51	
F13	2	17,62	
F14	2	17,63	
F23	2		17,94
Signifikansi		0,226	1,00

### Lampiran 4. Uji beda kadar asam lemak dan kolesterol MPASI

Variabel	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Rataan kuadrat	F	Signifikansi
SFA / MUFA	0,080	3	0,027	31,776	0,003
SFA / PUFA	25,062	3	8,357	125,507	0,001
$\omega 3 / \omega 6$	0,001	3	0,001	0,704	0,598
Kolesterol	0,757	3	0,252	0,708	0,595

#### Uji lanjut Duncan

##### 1, SFA / MUFA

Rasio SFA / MUFA formula F23 berbeda bermakna dengan formula F24, F13 dan F14

Variabel	N	Subset $\alpha = 0,05$	
		1	2
F13	2	1,52	
F24	2	1,52	
F14	2	1,55	
F23	2		1,77
Signifikansi		0,299	1,0

## 2, SFA / PUFA

Rasio SFA / PUFA formula F23 berbeda bermakna dengan formula F24, F13 dan F14

Variabel	N	Subset $\alpha = 0,05$		
		1	2	3
F24	2	3,25		
F13	2	3,26		
F14	2		4,10	
F23	2			
Signifikansi				7,43

## Lampiran 5. Hasil uji statistik pertumbuhan tikus

## a, Tikus gizi kurang

Variabel	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rataan Kuadrat	F	Signifikansi
Kenaikan berat badan (g)	8717,816	2	4358,908	13,632	0,006
Kenaikan rasio BB/PB (g/cm)	20,603	6	10,302	14,656	0,005
Kenaikan rasio BB/PE (g/cm)	26,176	8	13,088	7,921	0,021

## Uji Lanjut Duncan

## 1, Kenaikan Berat badan tikus

Kenaikan berat badan kontrol (MPK) berbeda bermakna dengan kenaikan kelompok MPASI glutamin (MPG) dan MPASI normal (MPP)

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = ,05$	
		1	2
MPK	3	70,433	
MPG	3		124,533
MPP	3		144,000
Signifikansi		1,000	,231

## 2, Kenaikan rasio BB/PB (g/cm) tikus

- 1, Kenaikan rasio BB/PB kontrol berbeda bermakna dengan kenaikan rasio BB/PB MPASI glutamin
- 2, Kenaikan rasio BB/PB kontrol berbeda bermakna dengan kenaikan rasio BB/PB MPASI normal
- 3, Kenaikan rasio BB/PB glutamin berbeda bermakna dengan kenaikan rasio BB/PB MPASI normal

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$		
		1	2	3
MPK	3	4,790		
MPG	3		7,200	
MPP	3			8,433
Signifikansi		1,000	1,000	1,000

### 3, Kenaikan rasio BB/PE tikus

Kenaikan rasio BB/PE kontrol (MPK) berbeda bermakna dengan kenaikan rasio BB/PE kelompok MPASI glutamin (MPG) dan MPASI normal (MPN)

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$	
		1	2
MPK	3	5,000	
MPG	3		8,567
MPP	3		8,667
Signifikansi		1,000	0,927

### b, Tikus Normal

Variabel	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rataan Kuadrat	F	Signifikansi
Kenaikan berat badan (g)	8306,642	2	2653,321	18,606	0,003
Kenaikan rasio BB/PB (g/cm)	13,882	6	6,941	17,499	0,003
Kenaikan rasio BB/PE (g/cm)	13,962	8	6,981	18,925	0,003

### Uji Lanjut Duncan

#### 1, Kenaikan Berat badan tikus

Kenaikan berat badan kontrol (MPK) berbeda bermakna dengan kenaikan kelompok MPASI glutamin (MPG) dan MPASI normal (MPP)

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$	
		1	2
MPK	3	64,5	
MPG	3		109,433
MPP	3		120,767
Signifikansi		1,000	,231

#### 2, Kenaikan rasio BB/PB (g/cm) tikus

- 1, Kenaikan rasio BB/PB kontrol berbeda bermakna dengan kenaikan rasio BB/PB MPASI glutamin
- 2, Kenaikan rasio BB/PB kontrol berbeda bermakna dengan kenaikan rasio BB/PB MPASI normal
- 3, Kenaikan rasio BB/PB glutamin berbeda bermakna dengan kenaikan rasio BB/PB MPASI normal

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$		
		1	2	3
MPK	3	4,267		
MPG	3		6,333	
MPP	3			7,233
Signifikansi		1,000	1,000	1,000

### 3, Kenaikan rasio BB/PE tikus

- 1, Kenaikan rasio BB/PE kontrol berbeda bermakna dengan kenaikan rasio BB/PE MPASI glutamin
- 2, Kenaikan rasio BB/PE kontrol berbeda bermakna dengan kenaikan rasio BB/PE MPASI normal
- 3, Kenaikan rasio BB/PE glutamin berbeda bermakna dengan kenaikan rasio BB/PE MPASI normal

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$		
		1	2	3
MPK	3	4,333		
MPG	3		6,433	
MPP	3			7,300
Signifikansi		1,000	1,000	1,000

## Lampiran 6. Hasil uji statistik morfologi organ tikus

### a, Tikus gizi kurang

Variabel	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rataan Kuadrat	F	Signifikansi
Berat otak	0,176	2	0,088	11,290	0,009
Berat hati	26,632	2	13,316	34,235	0,001
Berat ginjal	0,897	2	0,448	18,167	0,003
Berat pankreas	0,755	2	0,378	25,662	0,001
Berat usus halus	4,353	2	2,176	9,238	0,015
Berat kolon	0,059	2	0,030	2,211	0,191

### Uji Lanjut Duncan

#### 1, Berat Otak tikus

Berat otak kontrol (MPK) berbeda bermakna dengan berat otak MPASI glutamin (MPG) dan MPASI normal (MPP)

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$	
		1	2
MPK	3	1,506	
MPG	3		1,739
MPP	3		1,839
Signifikansi		1,000	,213

## 2, Berat hati tikus

- 1, Berat hati kontrol berbeda bermakna dengan berat hati MPASI glutamin
- 2, Berat hati kontrol berbeda bermakna dengan berat hati MPASI normal
- 3, Berat hati MPASI glutamin berbeda bermakna dengan berat hati MPASI normal

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$		
		1	2	3
MPK	3	4,510		
MPG	3		7,572	
MPP	3			8,548
Signifikansi		1,000	1,000	1,000

## 3, Berat ginjal tikus

- Berat ginjal kontrol (MPK) berbeda bermakna dengan berat ginjal MPASI glutamin (MPG) dan MPASI normal (MPN)

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$	
		1	2
MPK	3	0,869	
MPG	3		1,474
MPP	3		1,588
Signifikansi		1,000	,213

## 4, Berat Pankreas tikus

- 1, Berat pankreas kontrol berbeda nyata dengan berat pankreas MPASI glutamin
- 2, Berat pankreas kontrol berbeda nyata dengan berat pankreas MPASI normal
- 3, Berat pankreas MPASI glutamin berbeda nyata dengan berat pankreas MPASI normal

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$		
		1	2	3
MPK	3	0,332		
MPG	3		0,833	
MPP	3			1,018
Signifikansi		1,000	1,000	1,000

## 5, Berat Usus halus tikus

- 1, Berat usus halus kontrol berbeda nyata dengan berat usus halus MPASI glutamin
- 2, Berat usus halus kontrol berbeda nyata dengan berat usus halus MPASI normal
- 3, Berat usus halus MPASI glutamin berbeda nyata dengan berat usus halus MPASI normal

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$		
		1	2	3
MPK	3	4,042		
MPG	3		5,116	
MPP	3			5,724
Signifikansi		1,000	1,000	1,000

## 6. Berat kolon tikus

Berat kolon kontrol (MPK) berbeda nyata dengan berat kolon MPASI glutamin (MPG) dan MPASI normal (MPP)

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$	
		1	2
MPK	3	0,566	
MPG	3		0,700
MPP	3		0,760
Signifikansi		1,000	,213

## b. Tikus normal

Variabel	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rataan Kuadrat	F	Signifikansi
Berat otak	0,014	2	0,007	1,187	0,368
Berat hati	13,921	2	6,961	21,658	0,002
Berat ginjal	0,248	2	0,124	11,763	0,008
Berat pankreas	0,233	2	0,117	15,688	0,004
Berat usus halus	0,301	2	0,151	0,810	0,488
Berat kolon	0,005	2	0,002	0,195	0,828

## Uji lanjut Duncan

## 1. Berat hati tikus

- 1, Berat hati kontrol berbeda nyata dengan berat hati MPASI glutamin
- 2, Berat hati kontrol berbeda nyata dengan berat hati MPASI normal
- 3, Berat hati MPASI glutamin berbeda nyata dengan berat hati MPASI normal

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$		
		1	2	3
MPK	3	4,689		
MPG	3		6,307	
MPP	3			7,733
Signifikansi		1,000	1,000	1,000

## 2. Berat Ginjal tikus

- 1, Berat ginjal kontrol berbeda nyata dengan berat ginjal MPASI glutamin
- 2, Berat ginjal kontrol berbeda nyata dengan berat ginjal MPASI normal
- 3, Berat ginjal MPASI glutamin berbeda nyata dengan berat ginjal MPASI normal

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$		
		1	2	3
MPK	3	0,967		
MPG	3		1,229	
MPP	3			1,367
Signifikansi		1,000	1,000	1,000

### 3, Berat Pankreas tikus

- 1, Berat pankreas kontrol berbeda nyata dengan berat pankreas MPASI glutamin
- 2, Berat pankreas kontrol berbeda nyata dengan berat pankreas MPASI normal
- 3, Berat pankreas MPASI glutamin berbeda nyata dengan berat pankreas MPASI normal

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = .05$		
		1	2	3
MPK	3	0,368		
MPG	3		0,626	
MPP	3			0,756
Signifikansi		1,000	1,000	1,000

### Lampiran 7. Hasil uji statistik tebal mukosa, tebal vili, jumlah vili dan kedalaman kriptus usus halus tikus

#### a, Tikus gizi kurang

Variabel	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rataan Kuadrat	F	Signifikansi
Tebal Mukosa	505,556	2	252,778	0,607	0,576
Tebal vili	572,222	2	286,111	1,030	0,413
Jumlah Vili	0,436	2	0,218	0,235	0,798
Kedalaman kriptus	1116,667	2	558,333	1,779	0,247

#### b, Tikus Normal

Variabel	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rataan Kuadrat	F	Signifikansi
Tebal Mukosa	1088,889	2	544,444	0,294	0,755
Tebal vili	1905,556	2	952,778	0,707	0,530
Jumlah Vili	1,407	2	0,703	0,952	0,437
Kedalaman kriptus	938,889	2	469,444	1,496	0,297

### Lampiran 8. Hasil uji statistik sosial ekonomi keluarga

Variabel	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rataan Kuadrat	F	Signifikansi
Jumlah angg. keluarga	3,489	2	1,744	0,368	0,693
Pendidikan ayah	11,976	2	5,988	0,637	0,530
Pendidikan ibu	10,278	2	5,139	0,612	0,543
Pengeluaran total per kapita	7,54x10 <sup>9</sup>	2	3,76x10 <sup>9</sup>	0,331	0,719
Pengeluaran pangan (%)	102,532	2	51,266	0,233	0,793
Pengeluaran non pangan (%)	102,532	2	51,266	0,233	0,793

### Lampiran 9. Hasil uji statistik morbiditas dan praktek pengasuhan bayi

Variabel	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rataan Kuadrat	F	Signifikansi
Morbiditas	1712253,6	2	856126	5,751	0,003
Praktek Pengasuhan	398,254	2	199,127	1,756	0,176

### Lampiran 10. Hasil uji berpasangan (sebelum dan sesudah intervensi) profil biokimia darah bayi (Paired Sample Test)

Profil biokimia darah	Perlakuan	Rata-rata awal	Rata-rata akhir	Signifikansi
Sel darah putih (x10 <sup>3</sup> sel/uL)	MPG	10,743	10,643	0,874
	MPK	10,450	12,771	0,047
	MPP	10,233	10,117	0,915
Sel darah merah (x10 <sup>6</sup> sel/uL)	MPG	4,351	4,671	0,000
	MPK	4,461	4,650	0,056
	MPP	4,402	4,771	0,014
Hb (g/dl)	MPG	10,457	10,893	0,050
	MPK	10,807	10,757	0,800
	MPP	10,650	11,067	0,182
Ht (%)	MPG	32,179	33,771	0,052
	MPK	32,721	33,329	0,300
	MPP	32,550	34,092	0,064
HER (pg)	MPG	24,336	23,000	0,008
	MPK	24,214	23,050	0,000
	MPP	23,875	23,050	0,003



**Lampiran 11. Hasil uji berpasangan (sebelum dan sesudah intervensi) profil imunitas seluler bayi (Paired Sample Test)**

Profil biokimia darah	Perlakuan	Rata-rata awal	Rata-rata akhir	Signifikansi
Limfosit (%)	MPG	56,071	56,129	0,985
	MPK	58,107	51,821	0,128
	MPP	61,367	57,300	0,189
Total Limfosit T (%)	MPG	56,857	59,286	0,402
	MPK	59,500	60,071	0,897
	MPP	61,083	56,333	0,202
T Helper	MPG	31,000	34,786	0,338
	MPK	33,357	34,643	0,699
	MPP	35,583	29,917	0,037
T Suppressor	MPG	18,214	23,000	0,055
	MPK	21,357	25,143	0,271
	MPP	25,917	23,167	0,317
Total Limfosit B (%)	MPG	26,786	23,571	0,080
	MPK	23,857	20,643	0,247
	MPP	21,167	23,250	0,585
Total natural killer	MPG	9,571	11,929	0,182
	MPK	7,000	11,786	0,029
	MPP	10,083	10,833	0,653

**Lampiran 12a. Hasil uji ANOVA selisih profil biokimia darah bayi sebelum dan sesudah intervensi**

Variabel	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rataan Kuadrat	F	Signifikansi
Selisih sel darah putih	53,698	2	26,849	2,345	0,110
Selisih sel darah merah	0,218	2	0,109	1,323	0,279
Selisih haemoglobin	2,072	2	1,036	1,505	0,235
Selisih hematokrit	8,440	2	4,220	0,673	0,516
Selisih haemoglobin eritrosit	0,751	2	0,375	0,390	0,680

## Uji Lanjut Duncan

### Profil darah bayi

#### 1. Sel darah putih bayi

Rata-rata selisih jumlah sel darah putih sebelum dan sesudah intervensi MPASI kelompok MPG dan MPP berbeda bermakna dengan kelompok MPK

Variablel	N	Subset $\alpha = 0,2$	
		1	2
MPP	12	-0,12	
MPG	14	-0,10	
MPK	14		2,32
Signifikansi		0,990	1,00

### Lampiran 12b. Hasil uji ANOVA selisih profil imunitas bayi sebelum dan sesudah intervensi

Variabel	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rataan Kuadrat	F	Signifikansi
Selisih limfosit	289,242	2	144,621	0,965	0,390
Selisih total limfosit T	352,268	2	176,134	1,005	0,376
Selisih T <i>helper</i>	608,894	2	304,447	2,117	0,135
Selisih T <i>supresor</i>	422,811	2	211,405	2,045	0,144
Selisih total limfosit B	235,003	2	117,501	1,205	0,311
Selisih <i>natural killer</i>	108,154	2	54,077	1,291	0,287

## Uji lanjut Duncan

### Profil imunitas bayi

#### 1. Total Limfosit T bayi

Rata-rata selisih persentase total limfosit T sebelum dan sesudah intervensi MPASI kelompok MPG berbeda bermakna dengan kelompok MPP

Variablel	N	Subset $\alpha = 0,2$	
		1	2
MPP	12	-4,75	
MPK	14	0,57	0,57
MPG	14		2,43
Signifikan		0,307	0,720

## 2. Limfosit T *helper* bayi

Rata-rata selisih persentase limfosit T *helper* sebelum dan sesudah intervensi MPASI kelompok MPG berbeda bermakna dengan kelompok MPP

Variablel	N	Subset $\alpha = 0,2$	
		1	2
MPP	12	-5,67	
MPK	14		1,29
MPG	14		3,79
Signifikansi		1,00	0,595

## 3. Limfosit T *supressor* bayi

Rata-rata selisih persentase limfosit T *supressor* sebelum dan sesudah intervensi MPASI kelompok MPG berbeda bermakna dengan kelompok MPP

Variablel	N	Subset $\alpha = 0,2$	
		1	2
MPP	12	-2,75	
MPK	14		3,79
MPG	14		4,79
Signifikansi		1,00	0,801



Lampiran 13a. Hasil uji korelasi Spearman antar variabel

		Tingkat Konsumsi Energi	Konsumsi MPASI	Pertambahan BB/U	Pertambahan PB/U	Total Pengeluaran (Rp)	Praktek Asuh	Rerata Morbiditas	Pendidikan Ibu
Tingkat Konsumsi Energi	Koefisien korelasi	1,000	,136	,019	,041	,307**	,036	-,024	,184*
	Signifikansi	-	,106	,826	,633	,000	,672	,780	,027
	N	143	143	143	141	143	143	143	143
Konsumsi MPASI	Koefisien korelasi	,136	1,000	-,005	,156	,143	-,046	-,236**	,058
	Signifikansi	,106	-	,951	,064	,088	,588	,005	,489
	N	143	143	143	141	143	143	143	143
Pertambahan BB/U	Koefisien korelasi	,019	,005	1,000	,031	,062	,266**	-,015	-,102
	Signifikansi	,826	,951	-	,711	,461	,001	,858	,225
	N	143	143	143	141	143	143	143	143
Pertambahan PB/U	Koefisien korelasi	,041	,156	,031	1,000	-,143	,014	,057	-,090
	Signifikansi	,633	,064	,711	-	,090	,869	,503	,291
	N	141	141	141	141	141	141	141	141
Total Pengeluaran (Rp)	Koefisien korelasi	,307**	,143	,062	-,143	1,000	,097	-,315**	,484**
	Signifikansi	,000	,088	,461	,090	-	,249	,000	,000
	N	143	143	143	141	143	143	143	143
Praktek Asuh	Koefisien korelasi	,036	-,046	,266**	,014	,097	1,000	-,112	-,068
	Signifikansi	,672	,588	,001	,869	,249	-	,182	,422
	N	143	143	143	141	143	143	143	143
Rerata Morbiditas	Koefisien korelasi	-,024	-,236**	-,015	,057	-,315**	-,112	1,000	-,213*
	Signifikansi	,780	,005	,858	,503	,000	,182	-	,011
	N	143	143	143	141	143	143	143	143
Pendidikan Ibu	Koefisien korelasi	,184*	,058	-,102	-,090	,484**	-,068	-,213*	1,000
	Signifikansi	,027	,489	,225	,291	,000	,422	,011	-
	N	143	143	143	141	143	143	143	143

Keterangan : \* Korelasi berbeda bermakna pada  $p < 0,05$

\*\* Korelasi berbeda bermakna pada  $p < 0,01$

**Lampiran 13b. Hasil uji korelasi Pearson antar variabel**

		Total Limfosit	Konsumsi Protein	Konsumsi Folat	Konsumsi Besi	Konsumsi Vit,C	Konsumsi Seng	Status Gizi Z <sub>BB/U</sub>
Total Limfosit	Korelasi Pearson	1,000	,336*	,442**	,224	,259	-,032	,353*
	Signifikansi	-	,048	,007	,188	,126	,852	,035
	N	36	35	36	36	36	36	36
Konsumsi Protein	Korelasi Pearson	,336*	1,000	,061	,570**	,205	-,018	,311
	Signifikansi	,048	-	,729	,000	,238	,918	,069
	N	35	35	35	35	35	35	35
Konsumsi Folat	Korelasi Pearson	,442**	,061	1,000	,304	,593**	-,001	-,104
	Signifikansi	,007	,729	-	,072	,000	,995	,548
	N	36	35	36	36	36	36	36
Konsumsi Besi	Korelasi Pearson	,224	,570**	,304	1,000	,447**	,417*	,124
	Signifikansi	,188	,000	,072	-	,006	,011	,473
	N	36	35	36	36	36	36	36
Konsumsi Vit,C	Korelasi Pearson	,259	,205	,593**	,447**	1,000	-,135	,068
	Signifikansi	,126	,238	,000	,006	-	,433	,692
	N	36	35	36	36	36	36	36
Konsumsi Seng	Korelasi Pearson	-,032	-,018	-,001	,417*	-,135	1,000	,071
	Signifikansi	,852	,918	,995	,011	,433	-	,680
	N	36	35	36	36	36	36	36
Status gizi Z <sub>BB/U</sub>	Korelasi Pearson	,353*	,311	-,104	,124	,068	,071	1,000
	Signifikansi	,035	,069	,548	,473	,692	,680	-
	N	36	35	36	36	36	36	36

Keterangan : \* Korelasi berbeda bermakna pada  $p < 0,05$   
 \*\* Korelasi berbeda bermakna pada  $p < 0,01$

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang memperjual belikan atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

#### Lampiran 14. Hasil uji beda kemampuan motorik berdasarkan usia

No	Jenis Kemampuan Motorik	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rataan Kuadrat	F	Signifikansi
1	Memperebutkan kedua telapak tangan	4,496	2	2,248	1,133	0,326
2	Tertawa	5,769	2	2,885	1,901	0,155
3	Tersenyum dengan spontan	0,161	2	0,081	0,043	0,958
4	Dapat menahan kepala ketika didudukkan	2,096	2	1,048	0,745	0,477
5	Mengikuti objek dari satu arah	2,446	2	1,223	0,566	0,570
6	Berguling	7,362	2	3,681	1,594	0,208
7	Menjangkau benda	7,875	2	3,938	1,846	0,163
8	Menggenggam mainan	5,615	2	2,808	1,153	0,320
9	Menunjang tubuhnya ketika di telungkupkan	2,701	2	1,350	0,441	0,644
10	Menoleh kearah suara	4,460	2	2,230	0,784	0,459
11	Makan biskuit sendiri	1,488	2	0,744	0,432	0,650
12	Mengambil & memegang dua mainan	4,248	2	2,124	0,722	0,488
13	Duduk tanpa disangga	0,361	2	0,181	0,055	0,947
14	Berdiri berpegangan	0,668	2	0,334	0,060	0,942
15	Bersikap malu terhadap orang baru	17,887	2	8,943	1,632	0,201
16	Bermain ciluk ba	5,045	2	2,522	0,671	0,513
17	Berjalan dengan berpegangan perabot	4,776	2	2,388	0,135	0,874
18	Memegang benda kecil dengan dua jari	27,685	2	13,843	0,841	0,434
19	Mengucapkan mama, papa dsb	4,169	2	2,084	0,220	0,803
20	Berjalan tanpa disangga	7,074	2	3,537	0,935	0,396