

# EFEK FORTIFIKASI Fe DAN Zn PADA BISKUIT YANG DIOLAH DARI KOMBINASI TEMPE DAN BEKATUL UNTUK MENINGKATKAN KADAR ALBUMIN ANAK BALITA KURANG GIZI DAN ANEMIA

Oleh :

Pramudya Kurnia, Dwi Sarbini dan Setyaningrum Rahmawaty  
Dosen Tetap Program Studi Gizi Universitas Muhammadiyah Surakarta

## ABSTRACT

*Objective: To compare nutritional status albumine level in children under 5 yo who suffer from protein energy undernutrition and anemia, after they were given biscuit rice bran with Fe-Zn fortification, biscuit tempeh rice bran and biscuit tempeh. Method: Quasi experimental with pre-post test design. Three times a week during 12 weeks, undernutrition subjects in intervention group (n=30), control group 1 (n=31) and control group 2 (n=30) were given biscuit tempeh rice-bran with Fe-Zn fortification, biscuit tempeh-rice bran without Fe-Zn fortification, and biscuit tempeh, respectively. Intake of energy and protein albumine level and nutritional status was measured by 24 hour food recall, spectrofotometry, antropometry, respectively. Result: After 12 weeks intervention, there were increasing of energy and protein intake, level of albumine also weight although no significantly difference in groups (Anova test,  $p>0.05$ ). Mean of increasing albumine levels were  $0.946\pm0.504$ ,  $1.086\pm1.380$ , and  $0.916\pm0.409$ , while for weight were  $0.610\pm2.342$ ,  $0.987\pm1.448$  and  $0.240\pm0.646$ . Conclusion: Giving biscuit tempeh-rice bran with Fe-Zn fortification or without fortification as well as biscuit tempeh can correct energy and protein intake, level of albumine, as well as nutritional status in children under 5 yo who suffer from undernutrition and anemia.*

*Keyword: Tempeh, Rice Bran, Weight, Albumin, Undernutrition.*

## PENDAHULUAN

Kurang gizi dan anemia saat ini masih merupakan masalah gizi utama di Indonesia. Prevalensinya cukup tinggi pada golongan rawan gizi, khususnya bayi dan anak-anak. Karakteristik kurang gizi selain mengalami defisiensi zat-zat gizi makro, juga disertai defisiensi zat-zat gizi mikro seperti Fe dan Zn. Baik defisiensi Fe maupun Zn dapat menyebabkan anemia dan menurunkan nafsu makan serta menurunkan sistem pertahanan tubuh terhadap berbagai penyakit infeksi. Akibatnya tingkat kesakitan atau morbiditas meningkat, pertumbuhan anak menurun dengan ditandai rendahnya kadar albumin dalam darah (Kralik, 1996; Whittaker, 1998; Murray & Robert, 2000).

Albumin merupakan protein simpanan dalam tubuh yang merupakan indikator kecukupan asupan protein. Dalam tubuh, albumin merupakan protein pengangkut utama zat gizi mikro yaitu Zn sehingga dalam darah Zn akan terikat dalam albumin. Pada anak kurang gizi, kadar albumin dalam darah akan rendah karena defisiensi zat gizi mikro seperti Fe dan Zn. Kondisi ini akan menyebabkan terganggunya metabolisme protein, lemak dan karbohidrat sehingga pertumbuhan terhambat. Di samping itu dapat menyebabkan gangguan pada indra rasa dan menurunnya sistem kekebalan tubuh terhadap infeksi. Untuk mencegahnya, diperlukan upaya untuk meningkatkan asupan zat gizi makro dan zat gizi mikro, seperti Fe dan Zn.

Berbagai upaya perbaikan kurang gizi telah dilakukan pemerintah di antaranya dengan pemberian makanan tambahan (PMT) secara gratis, baik berupa formula, sereal, maupun biskuit yang bahan utamanya dari tepung terigu, telur, dan susu.

Untuk jangka waktu pendek, program ini tampaknya menunjukkan keberhasilan, yang ditandai dengan peningkatan pertumbuhan atau berat badan penderita kurang gizi. Namun seiring dengan dihentikannya bantuan PMT, masalah kurang gizi biasanya muncul kembali akibat kemampuan atau daya beli sebagian besar keluarga penderita kurang gizi yang tergolong rendah. Oleh karena itu perlu diupayakan PMT yang terjangkau dari segi ekonomi tanpa mengurangi kandungan zat gizinya, aman dikonsumsi bagi penderita kurang gizi, serta efektif meningkatkan pertumbuhan, mengingat harga beberapa produk makanan yang berasal dari tepung terigu, telur, dan susu relatif cukup mahal, khususnya bagi kalangan ekonomi rendah. Disisi lain, bagi sebagian anak kurang gizi berat sering menunjukkan tanda-tanda *lactose intolerant*, sehingga pemberian susu sapi justru semakin memperburuk kondisi anak.

Kedelai dan bekatul merupakan bahan makanan tradisional Indonesia yang relatif murah dan terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat. Beberapa studi klinis menunjukkan bahwa kualitas nilai gizi kedelai meningkat selama proses fermentasi sehingga lebih mudah dicerna dan diabsorpsi, kandungan vitamin B12 dan asam folat juga meningkat serta mengandung enzim fitase yang berperan dalam degradasi asam fitat. Asam fitat merupakan inhibitor Fe dan Zn, sehingga tempe dapat mencegah anemia. Sedangkan bekatul, mengandung seng yang baik untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh dan memperbaiki nafsu makan (Rao, 2001). Tempe dan bekatul juga mengandung senyawa bioaktif berupa isoflavon dan fitokimia, yang dapat bersifat sebagai antioksidan dan antikarsinogenik yang melindungi tubuh dari beberapa penyakit infeksi. Di samping itu tempe mengandung anti bakteri penyebab diare.

Beberapa penelitian menunjukkan pertumbuhan anak yang mendapat formula kedelai maupun tempe tidak berbeda dengan anak yang mendapat formula susu sapi maupun ASI (Lasekan, 1999; Mendez *et al.*, 2002; Russell, 2004;). Bayi yang mendapat formula kedelai mempunyai pertumbuhan dan perkembangan yang normal (Mendez *et al.*, 2002; AAP, 1998), serum albumin dan hemoglobinnnya normal (Lasekan, 1999), serta mineralisasi tulang sekurang-kurangnya sama dengan anak yang mendapatkan formula susu sapi maupun susu ibu (Russell *et al.*, 2004). Pemberian tepung bekatul terbukti memperbaiki kekebalan tubuh penderita kurang gizi terhadap penyakit infeksi, sedangkan percobaan menggunakan tikus menunjukkan bekatul yang telah difermentasi mempunyai aktifitas biologi dalam meningkatkan aktivasi makrofag dan sistem kekebalan tubuh (Narasinga, 1999; Bob, 2001).

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Nilai Gizi Tempe dan Bekatul serta efeknya terhadap Pertumbuhan**

Tempe merupakan produk fermentasi dari kedelai yang banyak dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Indonesia, juga di berbagai negara lain seperti di Malaysia, Singapura, Belanda, Canada, dan beberapa daerah di Amerika. Dibandingkan dengan kedelai sebagai bahan dasar pembuatan tempe, nilai gizi tempe mempunyai banyak keunggulan. Karena adanya enzim pencernaan yang dihasilkan oleh kapang tempe (*Rhizopus oligosporus*) maka protein, lemak, dan karbohidrat tempe menjadi lebih mudah diabsorpsi di dalam tubuh dibandingkan kedelai. Pengolahan kedelai menjadi tempe akan: (1) menurunkan kadar rafinosa dan stakiosa, yaitu senyawa penyebab timbulnya gejala flatulensi (kembung perut), (2) meningkatkan derajat ketidakjenuhan asam lemak (PUFA=*polyunsaturated fatty acid* meningkat), (3) meningkatkan aktivitas vitamin B (aktivitas B12 naik 33 kali, asam folat naik 4-5 kali, riboflavin naik 8-47 kali, piridoksin naik 4-14 kali, niasin 2-5 kalibiotin 2-3 kali). Di samping itu kapang tempe akan menghasilkan enzim fitase yang akan menguraikan asam fitat (yaitu inhibitor Fe, Zn, dan Ca) menjadi fosfor dan

inositol. Tempe dan kedelai juga mengandung zat antioksidan, antikarsinogenik, antibakteri, dan antiinfeksi (Anonim, 2005).

Beberapa penelitian menunjukkan tempe bermanfaat untuk penderita KEP. Pemberian tempe pada anak gizi buruk dapat meningkatkan pertumbuhan (status gizi) dan menyembuhkan diare (Sumantri & Sudigbia dalam Widianarko dkk, 200; Mulyati dkk, 1995; Ismawati, 2000). Pada penderita penyakit hati, pemberian tempe dapat meningkatkan albumin (Ratnasari dkk, 2001). Phytoestrogen pada tempe maupun kedelai yang berupa isoflavon dapat meningkatkan imunitas tubuh (Irvine et al., 1998 dalam Mendez 2002). Pertumbuhan anak yang mendapat formula kedelai maupun tempe tidak berbeda dengan anak yang mendapat formula susu sapi maupun ASI (Lasekan, 1999; Mendez *et al.*, 2002; Russell, 2004). Bayi yang mendapat formula kedelai mempunyai pertumbuhan dan perkembangan yang normal (Mendez *et al.*, 2002; AAP, 1998), serum albumin dan hemoglobinnnya normal (Lasekan, 1999), serta mineralisasi tulang sekurang-kurangnya sama dengan anak yang mendapatkan formula susu sapi maupun susu ibu (Russell *et al.*, 2004).

Bekatul merupakan produk samping penggilingan padi. Dibandingkan dengan bahan makanan pokok lainnya seperti beras dan gandum, bekatul mempunyai kelebihan dari segi komposisi kimiawi. Bekatul mengandung lisin yang lebih tinggi dan asam glutamat yang lebih rendah dibandingkan dengan beras dan gandum serta mempunyai keseimbangan asam amino esensial dengan skor asam amino yang lebih baik yaitu 80% untuk lisin dan 90% untuk treonin. Nilai PER (*Protein Energy Ratio*) bekatul mendekati 2.0 (Dull, 2001), sehingga dapat dimanfaatkan untuk makanan suplemen bagi bayi maupun anak. Bekatul juga mengandung senyawa bioaktif fitokimia, yang meliputi serat makanan, pytosterol, gamma oryzanol, tokoferol dan tokotrienol, asam ferulic serta senyawa phenolic. Senyawa fitokimia tersebut dapat dimanfaatkan sebagai antiosidan, antikolesterolemik, dan antikarsinogenik. Sebagai besar senyawa pitokimia tersebut sebagai non gliserida dalam minyak bekatul (Wiley & Sons, 1996 dalam Rao, 2001). Kandungan vitamin B kompleks pada bekatul cukup tinggi, khususnya tiamin dan asam nikotinat.

Penelitian di India dilaporkan pemberian bekatul untuk makanan suplemen anak gizi kurang dapat memperbaiki status gizi anak. Dilaporkan juga bahwa kandungan silika pada suplemen makanan dari bekatul dapat membantu pembentukan tulang pada anak-anak dan wanita dewasa secara *in vitro*, serta memperbaiki kekebalan tubuh terhadap penyakit infeksi. Pemberian suplemen bekatul pada anak-anak KEP di India, Afrika, Amerika Selatan, dan Asia Tenggara terbukti meningkatkan sistem kekebalan tubuh dan memperbaiki nafsu makan (Rao, 2001). Bekatul yang telah difermentasi mempunyai aktifitas biologi dalam meningkatkan aktivasi makrofag dan sistem kekebalan tubuh (Rao, 2001; Dull, 2001).

### **Pertumbuhan dan Perkembangan Anak Balita**

Pertumbuhan dan perkembangan anak dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling terkait, di antaranya: akses terhadap makanan, pola asuh orang tua, kesehatan lingkungan, asupan zat gizi dan adanya penyakit infeksi, ideologi, serta struktur ekonomi keluarga yang terkait dengan sumber daya potensial dan situasi politik negara.

Banyak peneliti yang menaruh perhatian terhadap pengaruh gizi kurang terhadap perkembangan otak yang sangat erat hubungannya dengan perkembangan mental dan kemampuan berfikir. Terdapat masa kritis dalam perkembangan otak manusia di mana pada masa otak berkembang cepat adalah sangat rawan terhadap gizi kurang. Masa kritis ini berada sejak tiga bulan dalam kandungan sampai umur dua

tahun. Gagal tumbuh yang terjadi akibat kurang gizi pada masa kritis ini akan berakibat buruk pada kehidupan berikutnya yang sulit diperbaiki. Balita yang kurang gizi mempunyai risiko meninggal lebih tinggi dibandingkan balita yang tidak kurang gizi. Hal ini terjadi akibat beberapa penyakit infeksi yang diderita seperti ISPA, diare, malaria, campak, dll.

### **Keterkaitan Fe dan Zn dengan Kadar Albumin**

Albumin adalah protein darah yang berfungsi sebagai alat angkut utama Zn yang penting untuk meningkatkan pertumbuhan anak. Zn merupakan mineral mikro yang penting dalam proses biologis tubuh. Salah satu fungsi Zn adalah untuk membantu pembentukan hemoglobin. Hemoglobin dibentuk oleh succinyl CoA yang berasal dari siklus asam sitrat pada mitokondria dan asam amino glisin. Hasil dari reaksi kondensasi antara succinyl CoA dan glycine adalah asam  $\alpha$ -amino- $\beta$ -ketoadipic, yang secara cepat berdecarboxylasi untuk membentuk  $\delta$ -Aminolevulinate (ALA). Tahapan reaksi ini dikatalasi oleh sintesis ALA, yang merupakan pengontrol kadar enzim dalam biosintesis porphyrin (pada biosintesis ini melibatkan Fe) pada hati mamalia.

Pembentukan ALA terjadi pada mitokondria. Pada sitosol, dua molekul ALA dikondensasikan oleh enzim ALA dehidratase untuk membentuk dua molekul air dan satu porphobilinogen (PBG). ALA dehidratase adalah sebuah enzim yang berisi Zn. Jadi Sintesis ALA merupakan enzim kunci pada biosintesis Heme. Defisiensi Zn akan mempengaruhi pembentukan heme, disamping itu akan menurunkan pengambilan Fe (uptake) ke dalam eritrosit, menurunkan produksi eritrosit, dan mempengaruhi absorpsi Fe di mukosa usus (Muray & Robert, 2000).

Defisiensi Fe dan Zn akan mengakibatkan sirkulasi darah ke jaringan berkurang. Pada kondisi anemia (kadar Hb <11 mg/dL), akan diikuti rendahnya kadar albumin dalam darah. Disamping itu nafsu makan dan ketahanan tubuh akan turun, sehingga mudah terserang penyakit infeksi.

### **Keterkaitan Fe dan Zn dengan Pertumbuhan dan Perkembangan**

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa defisiensi Fe dan Zn berpengaruh pada pertumbuhan atau status gizi, akibat penurunan nafsu makan dan memburuknya sistem kekebalan tubuh terhadap berbagai penyakit infeksi. Besi dan Zn mempunyai peran penting pada sejumlah metabolisme dan dibutuhkan untuk pertumbuhan optimal, fungsi imun dan kognitif, serta kapasitas kerja. Defisiensi Zn dan Fe akan menurunkan dan menekan sistem imun. Zn dibutuhkan untuk pembentukan dan aktivasi T-limposit, yang merupakan bagian darah merah yang membantu mencegah infeksi. Disamping itu akan mendorong stress oksidatif dan gangguan DNA, serta menekan kemampuan sel untuk memperbaiki gangguan tersebut (Emily *et al.*, 2003). Beberapa penelitian menunjukkan pemberian suplementasi Fe dan Zn menunjukkan efek positif terhadap berat badan, dan perkembangan kognitif anak.

## **BAHAN DAN CARA**

Jenis penelitian adalah *quasi experimental* dengan *pre-post test design* yang terdiri dari 3 kelompok yaitu; (1) mendapatkan biskuit tempe-bekatul dengan fortifikasi Fe-Zn (kelompok intervensi), (2) mendapatkan biskuit tempe-bekatul tanpa fortifikasi Fe-Zn (kelompok pembanding 1), dan (3) mendapatkan biskuit tempe (kelompok pembanding 2). Tiap kelompok mendapatkan biskuit sebanyak 3 kali dalam satu minggu selama 12 minggu (100 g/pemberian (kemasan), mengandung

energi 402.83 kkal dan protein 13.32 g). Fortifikasi yang ditambahkan berupa Fe sulfat dan Zn sulfat masing-masing sebesar 10 mg/100 g biskuit<sup>14, 15</sup>.

Data asupan zat gizi diperoleh melalui pengolahan data *24-hour food recall* menggunakan program *Nutrisurvey*. Tingkat konsumsi dinilai dengan membandingkan antara asupan dan angka kecukupan gizi (AKG) 2004 untuk anak usia 1-5 tahun di Indonesia. Kadar albumin diukur dengan metode *Spektrofotometri* menggunakan darah vena. Data antropometri diolah menggunakan *Nutrisurvey* berdasar *z-score* BB/U, PB/U, dan BB/TB.

Uji Anova digunakan untuk melihat perbedaan kadar albumin, asupan zat gizi dan pertumbuhan di antara kelompok perlakuan. Analisis regresi berganda untuk mengetahui pengaruh pemberian biskuit tempe-bekatul fortifikasi Fe dan Zn terhadap peningkatan kadar albumin, asupan zat gizi dan pertumbuhan anak balita KEP yang anemia, dengan menyertakan beberapa variabel pengganggu. Untuk menyimpulkan menggunakan nilai  $p=0.05$ , keseluruhan analisis statistik menggunakan program *SPSS for Window* versi 15.0.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Subjek Awal Penelitian

Sampel anak balita kurang gizi pada awal penelitian berjumlah 105 orang yang terbagi atas 3 kelompok (masing-masing kelompok 35 anak) yaitu: (1) kelompok yang mendapatkan Biskuit Tempe-Bekatul dengan fortifikasi Fe dan Zn (kelompok intervensi), (2) kelompok yang mendapatkan Biskuit Tempe-Bekatul tanpa fortifikasi Fe dan Zn (kelompok pembanding 1), dan (3) kelompok yang mendapatkan Biskuit Tempe (kelompok pembanding 2). Semua sampel memenuhi kriteria inklusi yang ditetapkan, yaitu menderita kurang gizi berdasarkan pemeriksaan albumin ( $<3$  g/dL), menderita anemia (Hb  $<11$  g/dL), dan responden (orang tua anak) setuju mengikuti penelitian.

Pada akhir penelitian terdapat 14 sampel yang *drop out* karena berbagai alasan, antara lain karena pada akhir pengamatan sampel mengalami komplikasi yang mengharuskan rawat inap (2 orang), pindah mengikuti orang tua ke desa (2 orang) dan tidak mengikuti protokol penelitian (10 orang). Dengan demikian, jumlah sampel di akhir penelitian sebanyak 91 orang, yang terdiri dari 30 anak untuk kelompok intervensi, 31 anak untuk kelompok pembanding 1, dan 30 anak untuk kelompok pembanding 2.

Berdasarkan hasil pengumpulan data awal, dapat dikemukakan karakteristik sampel anak balita dan keluarga seperti tertuang dalam Tabel 1 dan Tabel 2. Hasil analisis *Anova* menunjukkan tidak ada perbedaan karakteristik sampel antara kelompok intervensi dan kelompok pembanding 1 maupun kelompok pembanding 2, sehingga dapat dikatakan bahwa ke-3 kelompok homogen pada awal penelitian ( $p>0,05$ ).

Usia anak balita sampel penelitian berkisar 21.8-51.3 bulan. Jenis kelamin perempuan lebih dominan pada kelompok intervensi, sebaliknya jenis kelamin laki-laki lebih mendominasi pada kelompok pembanding. Rerata status gizi sampel berdasarkan *Z-score* untuk BB/U berkisar antara -3.503 dan 1.477, untuk TB/U berkisar -2.83 hingga 0.17, sedangkan untuk BB/TB memiliki kisaran yang lebih sempit yaitu -1.80 hingga 0.60.

Berdasarkan hasil *recall* makanan yang dikonsumsi oleh sampel penelitian di awal penelitian menunjukkan bahwa rerata asupan energi masih kurang dari kebutuhan berdasarkan angka kecukupan zat gizi yang dianjurkan (AKG) untuk penduduk Indonesia tahun 2004. Menurut AKG, kecukupan energi dan protein untuk

anak balita adalah 1000-1500 kkal dan 25-39 g. Jika dilihat dari prosentase asupan energi sampel penelitian dibandingkan AKG seperti dalam Tabel 5, tampak bahwa rerata asupan energi kurang dari 70% (*cut of* asupan dikatakan cukup), sedangkan untuk rerata asupan protein dapat dikatakan cukup. Akan tetapi jika dilihat dari rentang nilai *standart deviasi* (SD) yang cukup besar untuk asupan energi maupun protein, maka di antara sampel ada memiliki asupan energi dan protein yang berada jauh di bawah *cut of* cukup, bahkan tergolong buruk (>50%). Prosentase asupan energi dibanding AKG terendah untuk kelompok intervensi, pembandingan 1, dan 2, masing-masing berurutan adalah 28.29%, 29,66%, dan 32.56, sedangkan untuk prosentase asupan protein terendah secara berurutan adalah 35.59%, 33,4%, dan 34.76%.

Rerata kadar Hb sampel penelitian pada kelompok intervensi maupun pembandingan menunjukkan kisaran yang hampir sama, yaitu  $10.38 \pm 0.96$  untuk kelompok intervensi,  $10.24 \pm 0.75$  untuk kelompok pembandingan 1 dan  $10.62 \pm 0.81$  untuk kelompok pembandingan 2. Tidak jauh berbeda dengan kadar Hb, rerata kadar albumin di antara ke-3 kelompok juga menunjukkan kisaran yang hampir sama, yaitu  $2.69 \pm 0.31$ ,  $2.73 \pm 0.35$ , dan  $2.68 \pm 0.27$  masing-masing berurutan untuk kelompok intervensi, pembandingan 1 dan 2.

Sejalan dengan pertumbuhan atau status gizi yang rendah, skor perkembangan motorik sampel penelitian (berdasarkan grafik perkembangan Dra. I. L. Gamayanti) menunjukkan hasil yang rendah pula. Rerata skor perkembangan untuk kelompok intervensi adalah  $50 \pm 9$ , untuk kelompok pembandingan 1 sebesar  $48 \pm 10$ , dan untuk kelompok pembandingan 2 adalah  $50 \pm 7$ .

Konsumsi makanan yang kurang dari kebutuhan akan mempengaruhi status gizi yang selanjutnya berdampak langsung pada penurunan status imun atau kekebalan tubuh seseorang. Kondisi ini akan memperburuk status kesehatan, sehingga anak mudah terserang beberapa penyakit yang bersumber dari lingkungan yang buruk, seperti penyakit infeksi. Hasil wawancara kepada responden (orang tua sampel) dan pemeriksaan oleh tenaga medis/dokter menunjukkan bahwa tingkat kesakitan subjek penelitian cukup tinggi, khususnya untuk penyakit infeksi saluran pernafasan akut (ISPA), pilek maupun batuk. Hampir sebagian besar subjek penelitian menderita ISPA yaitu 80% pada kelompok intervensi, serta 83.9% dan 83.3% masing-masing untuk kelompok pembandingan 1 dan 2. Semua sampel pada awal penelitian tidak ada yang sedang menderita diare, namun ada 12 anak (4 anak dari kelompok intervensi dan 8 anak dari kelompok pembandingan 1) yang menderita demam tapi tidak tergolong tinggi ( $\pm 38^\circ\text{C}$ ).

Mekanisme interaksi antara infeksi dan malnutrisi atau KEP pada umumnya disertai dengan penekanan sistem kekebalan tubuh. Keadaan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut: (1) pada malnutrisi terjadi penurunan sintesis protein, penurunan regenerasi sel, dan terjadi gangguan metabolisme, (2) pada infeksi terjadi proses peradangan, demam, dan katabolisme naik disertai peningkatan nitrogen urin, dan (3) pada penekanan imunitas terjadi sistem kekebalan sel yang menurun, respon antibodi tidak memadai, disertai imunitas mukosa menurun dan gangguan fungsi fagosit. Mekanisme inilah yang menjelaskan mengapa anak yang menderita malnutrisi sering terserang penyakit infeksi.

Berdasarkan hasil wawancara oleh enumerator kepada responden sebagaimana dalam Tabel 1, tampak bahwa sebagian besar orang tua sampel berpendidikan dasar (SD/SLTP) dengan rata-rata status pekerjaan ibu sebagian besar tidak bekerja atau sebagai ibu rumah tangga. Hampir seluruh ayah sampel penelitian bekerja sebagai buruh dengan penghasilan rata-rata keluarga berkisar Rp. 350.000,00 sampai Rp 650.000,00.

Kondisi rumah sebagian sampel penelitian tergolong kurang memadai sebagai tempat tinggal yang sehat, demikian halnya lingkungan di sekitar rumah tempat tinggal. Daerah tempat penelitian tergolong daerah yang padat penduduk dengan sebagian besar penduduk adalah pendatang (bukan penduduk asli setempat) yang berasal dari berbagai daerah di luar atau sekitar Surakarta. Sebagian besar lantai rumah sampel terbuat dari semen, dinding rumah terbuat dari tembok dan papan, sedangkan fasilitas mandi cuci kakus (MCK) sebagian besar menggunakan fasilitas umum.

### Perubahan Asupan Zat Gizi, Berat Badan dan Kadar Albumin Subjek pada Akhir Penelitian

Perubahan asupan zat gizi, berat badan dan kadar albumin subjek penelitian diukur setelah 12 minggu intervensi. Adanya perubahan pada beberapa indikator ini digunakan untuk mengetahui sejauhmana keberhasilan penelitian yang telah dilakukan.

Berdasarkan data akhir penelitian tampak bahwa terjadi peningkatan asupan energi dan protein, berat badan dan kadar albumin pada semua kelompok penelitian, baik untuk kelompok intervensi maupun pembanding. Peningkatan skor pada masing-masing variabel menunjukkan angka yang berbeda-beda pada tiap kelompok, akan tetapi berdasarkan hasil uji statistik (*Anova*) ternyata tidak terdapat perbedaan yang *significant*, baik untuk peningkatan berat badan dan kadar albumin pada ke-3 kelompok ( $p > 0.05$ ). Dengan kata lain bahwa peningkatan asupan energi dan protein, berat badan dan kadar albumin tidak berbeda atau setara pada ke-3 kelompok.

Rerata prosentase peningkatan asupan energi dibanding AKG terbesar tampak pada kelompok intervensi ( $2.49 \pm 36.98$ ), sedangkan untuk asupan protein tampak pada kelompok pembanding 2 ( $10.1 \pm 58.18$ ). Rerata peningkatan berat badan terbesar adalah kelompok pembanding 1 ( $0.99 \pm 1.45$  kg) diikuti kelompok intervensi ( $0.61 \pm 2.34$  kg) dan kelompok pembanding 2 ( $0.24 \pm 0.65$  kg).

Hal serupa juga terlihat untuk peningkatan albumin. Peningkatan level albumin tertinggi terdapat pada kelompok pembanding 1 ( $1.09 \pm 1.38$ ), diikuti kelompok pembanding 2 ( $0.92 \pm 0.41$ ) dan kelompok intervensi ( $0.95 \pm 0.50$ ). Data selengkapnya tertuang dalam Tabel 1.

Tabel 1.  
Peningkatan Asupan Zat Gizi, Berat Badan dan Kadar Albumin pada Anak Balita KEP Anemia setelah 12 Minggu Pengamatan

Jenis pemeriksaan	Kelompok			P value <sup>†</sup>
	Intervensi*	Pembanding 1*	Pembanding 2*	
Asupan energi (% AKG)	2.49±36.98	0.81±30.93	0.32±28.68	0.963
Asupan protein (% AKG)	5.54±66.34	6.43±57.30	10.1±58.18	0.954
Berat badan (kg)	0.61±2.34	0.99±1.45	0.24±0.65	0.208
Kadar albumin (g/dL)	0.95±0.50	1.09±1.38	0.92±0.41	0.727

\*: *mean*±SD, †: uji Anova

Pertumbuhan dan perkembangan anak dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling terkait, diantaranya akses terhadap makanan, pola asuh orang tua, kesehatan lingkungan, asupan zat gizi, adanya penyakit infeksi, ideologi, serta struktur ekonomi keluarga yang terkait dengan sumber daya potensial dan situasi politik suatu negara.

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, bahwa pemberian makanan tambahan dalam waktu yang relatif lama akan memperbaiki berat badan dan albumin darah. Hal ini dapat dijelaskan bahwa asupan zat gizi secara langsung akan mempengaruhi status gizi seseorang, artinya jika jumlah asupan zat gizi yang berasal dari makanan yang dikonsumsi meningkat, maka status gizi pun akan meningkat pula. Disisi lain, bertambahnya usia secara fisiologis yang normal juga mempengaruhi peningkatan konsumsi makanan, sehingga jumlah asupan zat gizi juga bertambah.

Pemberian biskuit dari tempe pada anak gizi buruk dapat meningkatkan pertumbuhan atau status gizi.<sup>17,18</sup> Penelitian di India dilaporkan bahwa pemberian bekatul untuk makanan suplemen anak gizi kurang dapat memperbaiki status gizi anak. Pemberian suplemen bekatul pada anak-anak kurang gizi di India, Afrika, Amerika Selatan, dan Asia Tenggara terbukti meningkatkan sistem kekebalan tubuh dan memperbaiki nafsu makan. Phytoestrogen pada tempe maupun kedelai yang berupa isoflavon dapat meningkatkan imunitas tubuh, sedangkan bekatul mempunyai aktivitas biologi dalam meningkatkan aktivasi makrofag dan sistem kekebalan tubuh. Dengan membaiknya sistem kekebalan tubuh, maka absorpsi zat gizi juga membaik.

Pada kondisi kekurangan zat gizi, absorpsi zat gizi akan lebih efisien sehingga utilisasi zat gizi di dalam tubuh lebih optimal. Disisi lain, Fe dan Zn mampu memperbaiki imunitas tubuh. Zn sendiri berfungsi memperbaiki indra pengecap, sehingga memperbaiki nafsu makan. Zn juga merupakan komponen penting dalam pembentukan enzim *ALA dehidratase*, yaitu enzim kunci dalam biosintesis *Heme*. Dengan meningkatnya *uptake* Fe ke dalam eritrosit, maka sirkulasi dan penggunaan zat gizi di dalam tubuh lebih optimal. Sebagai salah satu *outputnya* adalah asupan zat gizi membaik, berat badan bertambah, demikian halnya untuk kadar albumin.

### **Efek Pemberian Biskuit Tempe Bekatul Fortifikasi Fe dan Zn terhadap Berat Badan dan Kadar Albumin Subjek pada Akhir Penelitian**

Guna menguji efektivitas pemberian biskuit tempe-bekatul fortifikasi Fe dan Zn terhadap peningkatan berat badan dan kadar albumin anak balita subjek penelitian maka dilakukan uji statistik dengan memperhitungkan beberapa variabel perancu yang mempengaruhi beberapa variabel luaran dalam penelitian ini. Dengan demikian, dapat diketahui apakah perbaikan yang terjadi pada sampel penelitian merupakan efek dari intervensi yang diberikan atau karena faktor lain yang termasuk dalam variabel perancu.



Tabel 2.  
Efek Pemberian Biskuit Tempe Bekatul (TB) Fortifikasi Fe dan Zn terhadap Peningkatan Berat Badan Anak Balita KEP setelah 12 Minggu Intervensi (kontrol: Biskuit TB tanpa Fortifikasi)

Variabel	b	95% Confidence interval		Z	P value
Jenis biskuit					
Biskuit TB tanpa fortifikasi					
Biskuit TB fortifikasi Fe-Zn	0.805	-0.276	1.887	1.499	1.887
Jenis kelamin					
Perempuan					
Laki-laki	-1.089	-2.200	0.022	-1.972	0.055
Kadar Albumin awal					
≥2.5 g/dL					
<2.5 g/dL	-1.266	-2.955	0.422	-1.510	0.138
Kadar Hb awal					
≥10 g/dL					
<10 g/dL	-0.368	-1.481	0.744	-0.666	0.508
Status gizi (BB/TB)					
<-2 SD					
≥-2 SD	0.442	-0.853	1.737	0.687	0.495
Penyakit ISPA					
Negatif					
Positif	0.036	-1.325	1.397	0.053	0.958
Asupan energi					
<70% AKG					
≥70% AKG	-0.300	-1.540	0.941	-0.486	0.629
Asupan protein					
<70% AKG					
≥70% AKG	-0.734	-1.999	0.530	-1.169	0.249
Pendidikan ibu					
SMP/SD					
SMU/PT	-0.213	-1.293	0.867	-0.398	0.693
Pekerjaan ibu					
Bekerja					
Tidak bekerja	0.973	-0.206	2.152	1.661	0.103
Pendapatan orang tua					
≥Rp. 650.000					
<Rp. 650.000	-0.435	-1.772	0.903	-0.654	0.516
Constant	2.396	0.174	4.619	2.171	0.035

Hasil analisis statistik dengan memperhitungkan variabel-variabel pengganggu seperti jenis kelamin, morbiditas ISPA, status gizi awal, tingkat asupan energi dan protein, kadar Hb dan albumin awal, pengetahuan dan pekerjaan ibu, serta pendapatan orang tua menunjukkan bahwa pemberian biskuit tempe bekatul fortifikasi Fe dan Zn tidak berpengaruh *significant* terhadap peningkatan berat badan subjek setelah 12 minggu intervensi, baik dibandingkan dengan kelompok pembanding 1 (p=0.141) maupun kelompok pembanding 2 (p=0.667) (Tabel 3 dan Tabel 4).

Tabel 3.  
Efek Pemberian Biskuit Tempe Bekatul (TB) Fortifikasi Fe dan Zn terhadap Peningkatan Berat Badan Anak Balita KEP setelah 12 Minggu Intervensi

Variabel	b	95% Confidence interval		Z	P value
Jenis biskuit					
Biskuit Tempe					
Biskuit TB fortifikasi Fe-Zn	-0.100	-0.562	0.362	-0.431	0.667
Jenis kelamin					
Perempuan					
Laki-laki	-0.600	-1.346	0.146	-1.603	0.113
Kadar Albumin awal					
≥2.5 g/dL					
<2.5 g/dL	-0.809	-2.044	0.426	-1.306	0.196
Kadar Hb awal					
≥10 g/dL					
<10 g/dL	-0.273	-1.089	0.544	-0.665	0.508
Status gizi (BB/TB)					
<-2 SD					
≥-2 SD	-0.127	-0.936	0.682	-0.313	0.755
Penyakit ISPA					
Negatif					
Positif	0.022	-0.937	0.982	0.046	0.963
Asupan energi					
<70% AKG					
≥70% AKG	-0.252	-1.154	0.651	-0.556	0.580
Asupan protein					
<70% AKG					
≥70% AKG	-0.447	-1.323	0.429	-1.018	0.313
Pendidikan ibu					
SMP/SD					
SMU/PT	0.033	-0.708	0.774	0.010	0.088
Pekerjaan ibu					
Bekerja					
Tidak bekerja	0.747	-0.036	1.529	1.902	0.061
Pendapatan orang tua					
≥Rp. 650.000					
<Rp. 650.000	-0.403	-1.356	0.550	-0.842	0.402
Constant	2.032	0.401	3.663	2.483	0.015

Hal serupa juga tampak pada peningkatan albumin baik untuk kelompok intervensi yang dibandingkan dengan kelompok pembanding 1 maupun kelompok pembanding 2. Hasil analisis *logistik linier* berganda pada Tabel 4 sampai dengan Tabel 11 menunjukkan bahwa pemberian biskuit tempe bekatul fortifikasi Fe dan Zn tidak berpengaruh *significant* terhadap peningkatan albumin subjek penelitian setelah 12 minggu intervensi.

Jika menggunakan tingkat kesalahan 10% ( $\alpha=0.1$ ), maka peningkatan berat badan subjek penelitian selama intervensi dipengaruhi oleh jenis kelamin dan pendidikan ibu, yaitu nilai p masing-masing adalah 0.055 dan 0.088. Kedua nilai ini berurutan untuk kontrol kelompok pembanding 1 dan 2. Apabila dicermati dari nilai  $\beta$ , tampak bahwa anak laki-laki menunjukkan peningkatan berat badan yang lebih rendah 108.9% dibandingkan anak perempuan ( $\beta=-1.089$ ). Adapun untuk subjek penelitian

yang ibunya berpendidikan SMU/PT menunjukkan peningkatan berat badan yang lebih tinggi 3.3% dibanding subjek yang ibunya berpendidikan SLPT/SD ( $\beta=0.033$ ).

Berat badan menggambarkan keseimbangan antara asupan energi dan zat gizi dengan penggunaan zat gizi tersebut di dalam tubuh, baik untuk mencukupi kebutuhan metabolisme basal, aktivitas, *specific dynamic action* (SDA) maupun untuk kebutuhan khusus seperti adanya stress/injuri/sepsis dan masa pertumbuhan. Kecukupan asupan zat gizi yang berasal dari makanan yang dikonsumsi sehari-hari dan adanya penyakit akan mempengaruhi secara langsung status berat badan seseorang. Jenis kelamin secara tidak langsung akan mempengaruhi kebutuhan energi basal seseorang. Perbedaan komposisi tubuh (tulang dan masa otot) serta aktivitas yang biasanya tinggi pada anak laki-laki membawa konsekuensi kebutuhan energi dan zat gizi yang lebih tinggi pula dibanding anak perempuan. Hal inilah yang mungkin dapat menjelaskan mengapa dengan ukuran dan jumlah konsumsi makanan sehari-hari yang sama antara 2 anak laki-laki dan perempuan, ternyata menghasilkan berat badan yang berbeda (laki-laki lebih rendah dibanding perempuan).

Pendidikan ibu merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi pola asuh terhadap putra-putrinya. Semakin tinggi pendidikan ibu atau orang tua, maka akan diikuti dengan pemahaman terhadap suatu konsep yang lebih baik. Termasuk dalam hal ini adalah pemberian makanan yang bergizi dan sesuai dengan kebutuhan anak.

Berdasarkan Tabel 4 dan 5 tampak bahwa pemberian biskuit tempe bekatul dengan fortifikasi Fe dan Zn tidak berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar albumin setelah 12 minggu intervensi setelah mempertimbangkan beberapa variabel perancu ( $p>0.05$ ). Namun demikian, jika dilihat dari nilai  $\beta$  (mengabaikan tingkat kemaknaan), terlihat pola bahwa anak yang asupan proteinnya  $\geq 70\%$  AKG menunjukkan peningkatan kadar albumin 55.4% dan 40.2% lebih tinggi dibandingkan anak yang asupan proteinnya  $<70\%$  AKG, masing-masing dengan kontrol kelompok pembanding 1 dan 2. Sintesis protein dalam hati terutama sintesis albumin sangat responsif terhadap *influks* (masuk) asam amino dari makanan. Jika asupan protein meningkat, maka sintesis albumin juga akan meningkat.

## SIMPULAN

Asupan energi dan protein, berat badan dan kadar albumin anak balita yang mendapat biskuit tempe-bekatul fortifikasi Fe-Zn meningkat sama dengan anak balita yang mendapat biskuit tempe bekatul tanpa fortifikasi Fe-Zn maupun biskuit tempe terigu.

## Rekomendasi

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut guna mengetahui efek tempe terhadap status kesehatan dan status imunologis anak kurang gizi. Demikian juga dilakukan pengembangan teknik pengolahan makanan dengan memanfaatkan campuran tempe dan sereal (terigu, bekatul, dll) sebagai makanan tambahan bagi anak pada masa pertumbuhan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmarita. 2005. Nutrition Problem in Indonesia. Artikel disampaikan dalam: *An Integrated International Seminar and Workshop on Lifestyle-Related Diseases*. Gadjah Mada University, 19-20 March 2005.
- Murray & Robert, K. 2000. *Harper's Biochemistry*. Amerika
- Kralik, A., Eder, K., & Kirchgessner, M. 1996. Influence of Zinc and Selenium deficiency on parameters relating to thyroid hormone metabolism. *Horm Metab Res*. 28:223-26

- Whittaker, P. 1998. Iron and Zinc interactions in human. *Am J Clin Nutr.* 68 (2S): 442S.
- Oppenheimer, S. J. 2001. Iron and relation to immunity and infectious disease. *J Nutr.* 131: 616S-635S
- Gibson, R. S., Heath, M., & Ferguson, E.L. 2002. Risk of suboptimal iron and zinc nutriture among adolescent girls in Australia and New Zealand: causes, consequences, and solution. *Asia Pacific J Clin Nutr.* 11 (Suppl): S543-S552.
- Mark, J., M. 1999. Legumes and soybeans: overview of their nutritrional profiles and health effects. *Am J Clin Nutr.* 70 (suppl): 439S-50S.
- Zhan, S. & Suzanne, C. 2005. Meta-analysis of the effects of soy protein containing isoflavones on the lipid profile. *Am J Clin Nutr.* 81: 397-408.
- Russell, J., Merritt, & Belinda, H. J. 2004. Safety of Soy-Based Formulas Containing Isoflavones: The Clinical Evidence. *American Society for Nutritional Sciences:* 1220S-1224S.
- AAP (American Academy of Pediatrics) Committee on Nutrition. 1998. Soy protein-based formulas: recommendations for use in infant feeding. *Clin. Pediatr.* 1001:148-153.
- Mendoza, C., Janet, M. P., Kenneth, H. B., & Bo Lonnerdal. 2004. Effect of micronutrient fortificant mixture and 2 amounts of calcium on iron and zink absorption in from a processed food supplement. *Am J Clin Nutr.* 79:244-50.
- Partawihardja I.S., 1990. Pengaruh suplementasi tempe terhadap kecepatan tumbuh pada penderita diare anak umur 6-24 bulan. Disertasi. UNDIP Semarang.
- Widianarko, B. A., Rika P., Retnaningsih. 2000. Tempe, makanan populer dan bergizi tinggi. <http://www.ristek.go.id>.
- Ismawati, R. 2000. Pengaruh pemberian makanan tambahan dari tepung formula tempe dengan fortifikasi Fe terhadap penambahan berat badan dan kadar hemoglobin pada Balita KEP Anemia di Kecamatan Benowo Kota Surabaya. *JKPKBPPK*.
- Rao, N. 2001. Nutritive Value of Rice bran. *NFI Bulletin*.
- Dull, B. J. 2001. Bread that taste bran new. *Asia Pacific Food Industry*.

Tabel 4.  
Efek Pemberian Biskuit Tempe Bekatul (TB) Fortifikasi Fe dan Zn terhadap Peningkatan Kadar Albumin Anak Balita KEP setelah 12 Minggu Intervensi (kontrol: Biskuit TB tanpa Fortifikasi)

Variabel	b	95% Confidence interval		Z	P value
Jenis biskuit					
Biskuit TB tanpa fortifikasi					
Biskuit TB fortifikasi Fe-Zn	-0.034	-0.626	0.558	-0.115	0.909
Jenis kelamin					
Perempuan					
Laki-laki	-0.012	-0.620	0.597	-0.039	0.969
Kadar Albumin awal					
$\geq 2.5$ g/dL					
$< 2.5$ g/dL	-0.015	-0.940	0.909	-0.033	0.974
Kadar Hb awal					
$\geq 10$ g/dL					
$< 10$ g/dL	0.229	-0.380	0.839	0.758	0.453
Status gizi (BB/TB)					
$< -2$ SD					
$\geq -2$ SD	-0.323	-1.032	0.386	-0.916	0.364
Penyakit ISPA					
Negatif					
Positif	-0.023	-0.768	-0.722	-0.063	0.950
Asupan energi					
$< 70\%$ AKG					
$\geq 70\%$ AKG	-0.022	-0.701	0.658	-0.064	0.949
Asupan protein					
$< 70\%$ AKG					
$\geq 70\%$ AKG	0.554	-0.139	1.247	1.610	0.114
Pendidikan ibu					
SMP/SD					
SMU/PT	-0.465	-1.056	0.126	-1.582	0.120
Pekerjaan ibu					
Bekerja					
Tidak bekerja	0.587	-0.059	1.233	1.830	0.074
Pendapatan orang tua					
$\geq$ Rp. 650.000					
$<$ Rp. 650.000					
Constant	-0.779	-0.438	1.996	1.289	0.204

Tabel 5.  
Efek Pemberian Biskuit Tempe Bekatul (TB) Fortifikasi Fe dan Zn terhadap  
Peningkatan Kadar Albumin Anak Balita KEP setelah 12 Minggu Intervensi  
(kontrol: Biskuit Tempe Terigu)

Variabel	b	95% Confidence interval		Z	P value
Jenis biskuit					
Biskuit Tempe					
Biskuit TB fortifikasi Fe-Zn	-0.064	-0.308	0.180	-0.525	0.601
Jenis kelamin					
Perempuan					
Laki-laki	-0.042	-0.436	0.352	-0.214	0.831
Kadar Albumin awal					
$\geq 2.5$ g/dL					
$< 2.5$ g/dL	-0.028	-0.680	0.624	-0.084	0.933
Kadar Hb awal					
$\geq 10$ g/dL					
$< 10$ g/dL	0.188	-0.243	0.619	0.869	0.388
Status gizi (BB/TB)					
$< -2$ SD					
$\geq -2$ SD	-0.306	-0.733	0.121	-1.426	0.158
Penyakit ISPA					
Negatif					
Positif	0.055	-0.452	0.561	0.215	0.830
Asupan energi					
$< 70\%$ AKG					
$\geq 70\%$ AKG	-0.007	-0.484	0.469	-0.030	0.976
Asupan protein					
$< 70\%$ AKG					
$\geq 70\%$ AKG	0.402	-0.061	0.864	1.731	0.088
Pendidikan ibu					
SMP/SD					
SMU/PT	-0.373	-0.764	0.018	-0.902	0.061
Pekerjaan ibu					
Bekerja					
Tidak bekerja	0.371	-0.042	0.784	1.791	0.077
Pendapatan orang tua					
$\geq$ Rp. 650.000					
$<$ Rp. 650.000	0.297	-0.206	0.800	1.177	0.243
Constant	0.910	0.049	1.771	2.107	0.039