

PENGEMBANGAN FORMULA SIRUP ZINK DARI EKSTRAK IKAN BILIH (*Mystacoleucus-padangensis*) SEBAGAI ALTERNATIF SUPLEMENTASI ZINK ORGANIK PADA ANAK PENDEK (*STUNTED*) USIA 12-36 BULAN

Eva Yuniritha^{1,2}, Mohammad Juffrie^{3,4}, Djauhar Ismail^{3,4}, Suwijyo Pramono⁵

¹Program Doktor Ilmu Kedokteran dan Kesehatan (S3) FK UGM

²Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes RI Padang

³Bagian Ilmu Kesehatan Anak Rumah Sakit Umum Pusat Dr .Sardjito

⁴Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

⁵Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

e_yunitha@yahoo.co.id

ABSTRAK

Sirup zink ekstrak ikan bilih dibuat dari formulasi sirup dengan bahan dasar ikan bilih (*mystacoleucus padangensis*) yang mempunyai kandungan zink 27,8 mg/100 gram, lebih tinggi dibandingkan bahan pangan lain. Pemanfaatan ekstrak ikan bilih sebagai alternatif suplementasi zink organik untuk mengatasi defisiensi zink perlu diteliti dalam upaya percepatan penanggulangan masalah anak pendek (*stunted*) pada anak umur 12-36 bulan. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan formula sirup zink dari ekstrak ikan bilih (*mystacoleuseus padangensis*) sebagai alternatif suplementasi zink organik pada anak pendek (*stunted*). Penelitian eksperimental laboratorium ini dimulai dari ekstraksi ikan bilih dengan metode yang standar dilakukan di laboratorium Biologi dan Sediaan Cair Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Ekstrak ikan bilih mengandung kadar zink yang sangat tinggi (161,97 mg/100 gram), di formulasi menjadi formula sirup suspensi, dengan sediaan utama estrak Zink Citrat, Vitamin A dan protein, ditambah sirup simplek (64%), CMC-Na, Asam Citrat, perasa buah dan pewarna. Formula sirup suplementasi zink ini memenuhi syarat *International Zinc Nutrition Consultative Group* (IZiNCG), dengan 3 formulasi terbaik berdasarkan uji organoleptik, yaitu formula F 4.1, F 2.2 dan F 2.3. Formula sirup zink dari ekstrak ikan bilih dapat dijadikan sebagai alternatif suplementasi zink organik untuk menanggulangi defisiensi zink pada anak pendek (*stunted*).

Kata kunci: ekstrak ikan bilih, suplementasi zink, *stunting*

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT OF ZINC SYRUP FORMULA FROM BILIH FISH EXTRACT (*Mystacoleucus-padangensis*) AS AN ALTERNATIVE FOR ZINC ORGANIC SUPPLEMENTATION IN STUNTED CHILDREN AGED 12-36 MONTH

The extract of bilih fish (*mystaleuseuspadangensis*) zinc syrup is made from basic ingredient of bilih fish which contains 27,8 mg zinc/100 gram syrup. It is much higher than other food zinc source. The use of the extract of bilih fish as an alternative of organic zinc supplementation can be used for those who have zinc deficiency. Therefore, it is essential to be studied as an alternative intervention program for stunting in children aged 12-36 months. This objective of this study is to develop zinc formula syrup from the extract of bilih fish (*mystaleuseuspadangensis*) as an organic zinc supplementation for stunted children. This laboratory experimental research is begun by extracting the fish bilih using a standard method. The extract of bilih fish is formulated in the form of suspension syrup, at the laboratory of Biology and Liquid Preparation in the Faculty of Pharmacy, Gajah Mada University in Yogyakarta. The extract of bilih fish is very high in zinc content (161, 97 mg/100 gram), with main preparation of Zinc Citrate, Vitamin A and protein, added with simplex syrup (64%), CMC-Na, Citric Acid, fruit flavor and food color substances. This supplement syrup formula is based on International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG), with 3 best formulas based on organoleptic test, formula F 4.1, F 2.2 and F 2.3. The zinc syrup formula from extract of bilih fish could be an alternative of organic zinc supplementation to address zinc deficiency in stunted children.

Keywords: extract bilih, zinc supplementation, *stunting*

PENDAHULUAN

Komitmen nasional untuk mengatasi masalah gizi di Indonesia sudah cukup baik, karena sudah menjadi bagian dari misi nasional “Mewujudkan Bangsa yang Berdaya Saing” yang tertulis pada dokumen Rencana Pembangunan Jangka Panjang/RPJPN 2005-2025 (UU 17/2007 tentang RPJPN 2005-2025). Upaya-upaya yang bertujuan untuk meningkatkan sumber daya manusia, perlu dilakukan untuk mewujudkan misi tersebut, akan tetapi derajat kesehatan anak usia dini (0-6 tahun) di Indonesia masih sangat rendah. Hal ini ditunjukkan oleh tingginya angka kematian bayi (34/1000 kelahiran), angka kematian balita (45/1000 kelahiran hidup) dan yang menjadi masalah serius adalah masih tingginya prevalensi anak yang mengalami gangguan pertumbuhan linear atau pendek (*stunted*) yaitu anak balita yang memiliki indeks TB/U < -2SD^{1,2,3}.

Undang-undang nomor 23 Tahun 2002 tentang Perlindungan Anak menyatakan bahwa pemerintah wajib memenuhi hak-hak anak, yaitu tentang kelangsungan hidup, pertumbuhan dan perkembangannya serta perlindungan demi kepentingan terbaik anak⁴. Seluruh komponen bangsa, baik pemerintah, legislatif, swasta dan masyarakat bertanggung jawab dalam pemenuhan hak-hak tersebut. Salah satu misi pembangunan daerah, sebagaimana tercantum dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Propinsi Sumatera Barat 2010-2015 adalah mewujudkan sumber daya manusia yang cerdas, sehat, beriman dan berkualitas tinggi⁵. Upaya yang sudah dilakukan untuk mewujudkan misi tersebut, salah satunya adalah melalui peningkatan derajat kesehatan masyarakat, dengan salah satu indikatornya adalah perbaikan status gizi masyarakat^{1,3}.

Status gizi merupakan salah satu penentu kualitas sumber daya manusia⁶. Anak dengan status gizi baik akan memiliki daya tahan tubuh yang lebih kuat, kemampuan belajar yang lebih baik, serta produktifitas kerja yang lebih tinggi dimasa yang akan datang. Sebaliknya status gizi kurang akan berdampak pada rendahnya Index Pembangunan Kesehatan Masyarakat (IPKM) dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) yang merupakan indikator daya saing bangsa secara global⁷.

Kekurangan gizi pada anak usia dini (0-6 tahun) masih merupakan masalah yang memerlukan perhatian lebih besar terutama pada masyarakat golongan sosial ekonomi rendah. Rencana Aksi Daerah Pangan dan Gizi (RAD-PG) propinsi Sumatera Barat, mengacu pada kesepakatan internasional (MDGs) dan Rencana Aksi Nasional Pangan dan Gizi (RAN-PG), memprioritaskan pada penurunan prevalensi gizi buruk dan kurang balita menjadi 15,5 persen, penurunan prevalensi anak pendek (*stunted*) atau anak yang memiliki indeks TB/U < -2SD, menjadi 32 persen, dan anak kurus menjadi 6,6 persen pada tahun 2015^{1,5}.

Di negara berkembang termasuk negara di Asia Tenggara, 40 persen anak usia dibawah 5 tahun termasuk pendek (*stunted*)^{8,9}. Di Indonesia prevalensi *stunted* (indeks TB/U < -2 SD) pada anak balita berkisar antara 36-40 persen, rata-rata secara nasional adalah 35,6 persen. Hasil Riskesdas tahun 2010 di Provinsi Sumatera Barat, prevalensi anak *stunted* 39,1 persen, lebih tinggi dari pada tahun 2007 yaitu sebesar 36,2 persen, dengan kategori sangat pendek 16,8 persen dan pendek 19,4 persen. Prevalensi anak pendek (*stunted*) di kota Padang 30,7 persen pada tahun 2007, pada tahun 2010 naik menjadi 33,7 persen^{2,9,10}, hal ini menggambarkan belum efektifnya program penanggulangan anak *stunted* yang sudah dilaksanakan.

Anak yang pendek (*stunted*) tidak hanya berdampak pada fisik yang lebih pendek, perkembangan psikomotor dan kognitif yang tidak maksimal^{11,12,13}, tetapi juga setelah dewasa mempunyai risiko tinggi menderita penyakit *syndrome metabolic* seperti obesitas, hipertensi, penyakit kardiovaskuler dan diabetes mellitus^{14,15,16}. Besarnya permasalahan anak *stunted* akan berdampak terhadap kualitas sumberdaya manusia dimasa yang akan datang dan apabila tidak dapat diatasi mulai dari kehamilan sampai anak berusia 2-3 tahun maka dampak dan risiko anak *stunted* tidak dapat dicegah¹¹.

Berbagai penelitian terbaru menyatakan bahwa *stunted* terjadi akibat defisiensi zat gizi mikro dalam waktu lama, diantaranya adalah defisiensi zink^{17,18,19}. Defisiensi Zink pada anak terjadi karena konsumsi dietnya rendah kandungan zink, kebutuhan tubuh meningkat misalnya selama kejar tumbuh pada anak^{20,21,22}.

Suplementasi zink menjadi kunci untuk mengatasi defisiensi zink selama masa pertumbuhan, karena zink merupakan komponen logam instrinsik yang mengaktifkan lebih dari 100 sistem enzim penting yang berperan dalam ekspresi gen, sintesis DNA, RNA dan pembelahan sel, regulasi nukleoprotein, pertumbuhan tulang, fungsi endokrin, respon imun dan fungsi kognitif anak^{20, 23}.

Defisiensi zink pada bayi dan anak berkaitan dengan MP-ASI yang tidak mengandung Zink dalam jumlah yang cukup²². Kebutuhan Zink bayi umur 6-24 bulan lebih kurang 2,8 mg/hari, 84-89 persen harus diambil dari makanan padat²⁴. Anak umur 1-3 tahun menurut *International Zinc Nutrition Consultatif Group* (IZiNCG) adalah 3 mg/hari dari diet vegetarian dan 3 mg/hari dari diet hewani²⁰. Berdasarkan rata-rata asupan ASI pada bayi 6-9 bulan, untuk memenuhi kebutuhan zink per hari dibutuhkan bahan makanan sumber zink yaitu 50-70 gr hati/daging dan 40 gr ikan segar^{25,26}. Bahan makanan sumber zink tersebut cenderung mahal, sehingga kebutuhan zink anak tidak terpenuhi. Oleh karena itu perlu suatu inovasi baru dengan memanfaatkan bahan pangan lokal lain yang mengandung zink dalam jumlah yang tinggi untuk suplementasi sehingga kebutuhan Zink anak terpenuhi^{13,26}.

Upaya penanggulangan anak *stunted* berbasis pangan yang banyak dilakukan adalah dengan pemberian makanan tambahan (PMT) berupa makanan selingan namun belum optimal menurunkan prevalensi anak *stunted*. Pengadaan Pemberian Makanan Tambahan (PMT) masih mengutamakan kandungan zat gizi makro tanpa mempertimbangkan adanya defisiensi zat gizi khusus seperti defisiensi zink pada anak *stunted*. Selama ini belum ada penelitian yang memberikan suplemen zink yang berasal dari zink organik, yang sudah dilakukan berupa suplementasi zink dari bahan organik yang pemberiannya dikombinasikan dengan Fe, vitamin A, dan beberapa zat gizi mikro lain^{20,21,22}. Penggunaan zink organik dari bahan pangan lokal sebagai bahan baku untuk suplementasi zink belum pernah digali dan dikembangkan sebagai upaya percepatan penanggulangan masalah anak *stunted*. Ditinjau dari perspektif ketahanan pangan yang berkelanjutan (*sustainable*), makanan alternatif berbasis potensi pangan lokal merupakan

sumberdaya pangan daerah yang mempunyai keunggulan komparatif ditinjau dari sisi agrososio ekonomi dan gizi-kesehatan²⁶.

Salah satu bahan pangan lokal yang mempunyai keunggulan ditinjau dari sisi agrososioekonomi dan gizi-kesehatan adalah ikan bilih (*mystacoleuseus padangensis*) karena kadar zink yang sangat tinggi dibanding bahan pangan lain baik hewani maupun nabati, sehingga sangat potensial bila digunakan sebagai suplementasi untuk mengatasi defisiensi zink pada anak pendek (*stunted*).^{27,28,29} Pemerintah melalui beberapa departemen terkait telah mengeluarkan beberapa kebijakan, untuk mempercepat penanggulangan masalah gizi, salah satunya adalah peningkatan ketahanan pangan tingkat rumah tangga. Hal tersebut dapat dikembangkan dengan sistem pangan yang berbasis keluarga, kemampuan produksi, dan keragaman sumber daya bahan pangan lokal. Pemanfaatan bahan pangan lokal dalam program penanggulangan masalah gizi kurang tidak hanya berupa pemberian MP-ASI, tapi dapat juga diberikan dalam bentuk makanan tambahan (*supplementary food*) sebagai upaya percepatan penanggulangan masalah anak pendek (*stunted*)³⁰.

Kriteria tertentu yang harus diperhatikan dalam mengembangkan makanan untuk suplementasi adalah mempunyai nilai gizi yang dipersyaratkan, memiliki nilai suplementasi yang baik, mengandung vitamin dan mineral dalam jumlah yang sesuai dan aman dikonsumsi. Makanan ini harus dibentuk sedemikian rupa sehingga bisa diterima oleh masyarakat^{21,26}.

Salah satu bahan pangan lokal di Sumatera Barat yang memenuhi syarat untuk diberikan sebagai bahan makanan suplemen adalah ikan bilih (*mystacoleuseus padangensis*). Ikan bilih ini memiliki keunggulan utama dibanding ikan lain karena kandungan zink nya yang tinggi, yaitu 173,29 ppm atau setara dengan 17,329 mg zink/100g bahan²⁸, jauh lebih tinggi dibanding kandungan zink dari hati sapi/ unggas 4,2-6,1 mg zink/100g bahan dan daging sapi 2,9-4,7 mg zink/100 g bahan²¹. Disamping itu ikan bilih juga mengandung protein, kalsium, vitamin A dan E yang tinggi. Mengingat pemberian dalam waktu lama perlu diperhatikan bentuk dan cara pemberian, serta karakteristik anak seperti umur dan kebiasaan makan. Berdasarkan hal tersebut, akan dilakukan pemanfaatan ekstrak

ikan bilih dalam bentuk sirup suspensi sebagai alternatif suplementasi zink organik sebagai upaya percepatan penanggulangan masalah anak pendek (*stunted*) umur 1 - 3 tahun. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan formula sirup zink dari ekstrak ikan bilih (*mystacoleuseus padangensis*) sebagai alternatif suplementasi zink organik pada anak pendek (*stunted*).

METODE PENELITIAN

Penelitian eksperimental laboratorium ini dilakukan secara bertahap, mulai dari tahap menyiapkan ekstrak ikan bilih sebagai bahan suplemen zink, tahap pengujian dan tahap formulasi sirup zink dari ekstrak ikan bilih yang dibuat berupa sirup suspensi dengan beberapa bahan tambahan sirup yang dibolehkan, sehingga mudah dalam pemberian dan bisa diterima oleh anak usia 12-36 bulan. Proses penelitian ini meliputi beberapa kegiatan, sebagai berikut:

1. Persiapan bahan dasar (tepung ikan Bilih) untuk di ekstraksi.
2. Ekstraksi ikan bilih (memisahkan substansi zink dari ikan bilih menggunakan pelarut) dengan tetap mempertahankan kandungan zat gizi lain seperti vitamin, protein dan mineral . Prinsip dalam pembuatan ekstrak zink adalah memanfaatkan semua zat gizi yang terdapat didalam ikan bilih (*mystacoleuseus-padangensis*) secara maksimal, untuk itu dilakukan 3 tahapan pokok proses ekstraksi.^{13,21, ,30,31,32}
 - a) Pembuatan konsentrat vitamin A dan E dengan melarutkan dalam ethanol 96 % selama 2 hari atau 48 jam (proses maserase).
 - b) Pembuatan konsentrat protein dengan mengatur pH 9-11 dengan melarutkan dalam NaOH 1N (proses pembasaan)
 - c) Pembuatan konsentrat zink dengan pembakaran dalam oven dengan suhu 600-800°C (proses pengabuan).
3. Analisa kadar zink dan zat gizi lain dilakukan terhadap ikan bilih dalam bentuk segar, tepung dan ekstrak. Analisa proksimat dilakukan untuk menentukan kadar protein, lemak, air, abu dan kadar serat yang ditentukan menurut metode standar *Association of Official Analytical*

Chemists (AOAC)^{36,47} sedangkan analisa kadar zink dan mineral lainnya dilakukan dengan metode *Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS)*^{39,46}, di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gadjah Mada, Laboratorium Kimia FMIPA UGM dan Laboratorium Chemix Pratama Yogyakarta.

4. Formulasi dan pembuatan sirup zink dari ekstrak ikan bilih untuk suplementasi³², dilakukan di laboratorium Biologi dan Sediaan Cair Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
5. Uji Kesukaan secara organoleptik terhadap rasa, aroma, dan tekstur sirup zink dari ekstrak ikan bilih.^{35,48}
6. Uji Toksisitas Akut dan Viskositas untuk mengetahui efek toksisitas akut dan kekentalan sirup zink dari ekstrak ikan bilih^{37,38}.
7. Uji mikrobiologi dan keamanan pangan untuk menghitung total mikroba dalam sirup zink dengan metoda *Total Plate Count* dan uji ethanol untuk melihat bahwa sirup zink bebas kandungan ethanol³⁶.
8. Uji Komisi Etik (*Ethics Committee Approval*) untuk jaminan bahwa produk sirup memenuhi syarat secara klinis dan etika penelitian dan uji daya terima sirup zink pada kelompok sasaran (anak usia 12-36 bulan) untuk melihat daya terima terhadap sirup zink dari ekstrak ikan bilih
9. Produksi, pengemasan dan pelabelan sirup zink dari ekstrak ikan bilih.

HASIL

Pembuatan Tepung Ikan Bilih

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan bilih (*mystacoleucus padangensis*) yang diperoleh langsung dari hasil tangkapan nelayan di danau Singkarak Kabupaten Solok Sumatera Barat. Ikan bilih terlebih dahulu dijadikan tepung, proses pembuatan tepung ikan bilih dilakukan dengan mekanisme sebagai berikut: ikan bilih dipisahkan dari kotorannya dan dicuci bersih lalu ditiriskan, diberi air perasan jeruk nipis dan sedikit garam, lalu dijemur dengan cahaya matahari sampai kering, sampai kadar air sekitar 4 persen. Ikan bilih yang sudah kering dihaluskan dengan mesin penggiling tepung dan diayak dengan ayakan ukuran 60 mesh,

dari proses tersebut dihasilkan tepung berwarna coklat muda dengan tekstur yang halus.

Ekstraksi

Tujuan ekstraksi ini adalah untuk memisahkan substansi *zink* dari ikan bilih dengan menggunakan pelarut dengan tetap mempertahankan kandungan zat gizi lain secara maksimal seperti vitamin A dan E, protein dan mineral lainnya. Pembuatan ekstrak zink menjadi sediaan sirup dilakukan untuk memudahkan pemberian suplemen zink kepada anak, dan memudahkan dalam melakukan monitoring. Proses ekstraksi ikan bilih (*mystacoleucus-padangensis*) dilakukan berdasarkan beberapa literatur melalui tiga tahapan pokok proses ekstraksi^{14,21, 31,32}, yaitu:

- 1) Maserasi dengan ethanol 96% dengan tujuan untuk mengambil ekstrak atau konsentrat vitamin A, dan E melalui maserasi dengan ethanol 96 % selama 2x24 jam dengan perbandingan 1:4-7, setelah itu ethanolnya diuapkan sampai habis. Untuk mengetahui ethanolnya dilakukan pemeriksaan kandungan ethanol pada konsentrat vitamin.
- 2) Pengaturan pH (pembasaan), bertujuan untuk mengambil konsentrat protein dengan mengatur pH 9-11 setelah dilarutkan dalam NaOH 1N, dengan perbandingan 1:10, kemudian dipanaskan dengan suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$, agar protein dapat larut sempurna.
- 3) Pengabuan, bertujuan untuk mengambil konsentrat zink dan mineral lainnya dengan membakar dalam muffle furnace pada suhu $600-800^{\circ}\text{C}$, setelah itu dilarutkan dalam HCl 0,1 N

selama minimal 1 hari untuk membersihkan dan menghaluskan tekstur.

Hasil ekstraksi tepung ikan bilih didapat kan tiga ekstrak (konsentrat) yaitu ekstrak vitamin A dalam bentuk cairan kental berwarna coklat muda, ekstrak (konsentrat) protein dalam bentuk cairan lebih kental berwarna coklat tua dan ekstrak zink dan mineral lain berupa serbuk berwarna putih.

Analisis kadar zink dan zat gizi lain .

Sebagai bahan pangan, daging ikan bilih merupakan sumber protein dan mineral yang bagus untuk kesehatan karena kandungan zat gizinya yang lengkap.^(28,29,30) Hasil analisa kandungan zink dalam 100 gram bahan ikan bilih segar sebanyak 17,3 mg, dalam bentuk tepung meningkat menjadi 28,2 mg dan dijadikan ekstrak meningkat hampir 10 kali kandungan zink pada ikan bilih segar yaitu 161,97 mg (Tabel 1).

Kandungan zink pada ikan bilih lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan pangan sumber zink hewani ataupun nabati lainnya. Selain kandungan zink, ikan bilih (*Mystacoleucus-padangensis*) juga mempunyai komposisi zat gizi yang lengkap seperti protein, kalsium, ferum, vitamin A, dan E (Tabel 2).

Kandungan zink pada ikan bilih lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan pangan sumber zink hewani ataupun nabati lainnya, seperti terlihat pada Tabel 3.

Berdasarkan uraian di atas terlihat bahwa ikan Bilih (*Mystacoleucus padangensis*) sangat berpotensi dan memenuhi syarat untuk dikembangkan sebagai bahan pangan lokal berkualitas untuk suplementasi zink.¹⁴

Tabel 1
Analisa Komposisi Zat Gizi dalam 100 gram Bahan

Bentuk Ikan	Energi	Protein	Lemak	Zink	Ca	P	Fe	Vit.A	Vit.E	Srt Ksr	Kdr Abu	Kdr Air
Bilih	kkal	%	%	mg	mg	mg	Mg	RE	mg	gr	%	%
Ikan segar		13,02	4,6	17,3	2,20	1,20						
Tepung Ikan	387,2	55,97	15	28,20	2785	9,35	104,66	389,9	2,65	4,37	12,8	8,65
Ekstrak Ikan	167,7	49,68		161,97	21792	7321	819	38999	2,65			

Sumber: ^{28, 29}

Tabel 2
Komposisi Zat Gizi Ikan Bilih dan Ikan Lain Dalam 100 gram Bahan

Kandungan Zat Gizi (100 Gram)	Energi kkal	Protein %	Lemak %	Zn mg	Ca mg	P mg	Fe Mg	Vit.A RE	Vit.E mg
Ikan Bilih segar	132	13,02	4,62	17,3	22	1,20	34,7	129,3	0,88
Ikan Tongkol	100	13,7	0,7	-	20	200	1,0		
Ikan Bandeng	123	14,8	2,3	-	20	150	0,3		
Belut	70	14,6	0,3	1,2	49	155	1,5		
Ikan Bader	193	19,0	13	-	48	150	0,4		
Ikan Mujair	89	18,7	1,0	-	96	209	1,5		
Ikan Mas	85	16,0	2,0	-	20	150	2,0		
Udang segar	91	21	0,2	1,2	136	170	8,0		

Sumber: ^{29,34}

Tabel 3
Kandungan Zink Ikan Bilih dan Bahan Pangan Lainnya

Kelompok Pangan	Kandungan Zink
	mg/100g
Ikan Bilih	17,33
Ikan Teri	12,65
Ikan Gabus	0,40
Hati, ginjal sapi	4,20-6,10
Daging sapi	2,90-4,70
Unggas (ayam, itik, dll)	1,80-3,00
Kacang merah	2,75
Kacang kedele putih	3,07
Beras merah	1,20

Sumber: ^{14, 22, 29,34,46}

Formulasi dan pembuatan sirup zink untuk suplementasi.

Formula sirup suspensi dari ekstrak ikan bilih terdiri dari sediaan utama ekstrak Zink Citrat, ekstrak Vitamin A dan ekstrak protein, dan bahan tambahan sirup simplek (64%), CMC-Na untuk pengental sirup, nifagin sebagai anti mikroba, pewarna dan perasa makanan yang dibolehkan serta aquades. Uji coba formula sirup dilakukan sampai diperoleh formulasi yang tepat atau sesuai dosis untuk suplementasi pada anak usia 12-36 bulan, berdasarkan *International Zinc Nutrition Consultative Group* (IzinCG) dan modifikasi dengan AKG 2012.^{43,46,50} Formulasi sirup yang sudah memenuhi syarat dan dosis untuk suplementasi zink,^{21, 50} di buat dalam 3 variasi rasa dan 9 komposisi. Selanjutnya dilakukan uji organoleptik untuk memilih formula sirup terbaik, formulasi sirup terpilih diteruskan dengan uji toksisitas, viskositas, mikrobiologi,

dan daya terima pada kelompok sasaran.

Uji Kesukaan secara organoleptik

Uji organoleptik dilakukan untuk melihat penerimaan konsumen terhadap formula sirup dengan menggunakan uji kesukaan (uji hedonik). Skala hedonik menggunakan rentang nilai 1-5, yaitu : amat suka (5), sangat suka (4), suka (3), agak suka (2) dan tidak suka (1). Pada uji ini panelis sebagai wakil dari konsumen diminta mengungkapkan tanggapan pribadinya tentang kesukaan atau sebaliknya (ketidaksukaan), disamping itu mereka juga mengemukakan tingkat kesukaan/ketidaksukaan terhadap sifat sensori atau kualitas.^{31,35,48} Pengujian dilakukan oleh panelis 30 orang mahasiswa S1 Gizi Universitas Respati Yogyakarta semester 5, yang sudah mempunyai kompetensi dasar dalam prinsip dan metode uji organoleptik.

Tabel 4
Rata-Rata Hasil Uji Organoleptik terhadap Rasa, Aroma, Warna dan Tekstur Sirup

Formula	Kode	Komposisi Formula	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Rata-rata
F 4.1	856	Formula 4 rasa melon	4,24	3,60	3,00	3,20	3,51
F 3.3	594	Formula 3 rasa strawberi	3,72	3,08	2,44	2,76	3,00
F 2.1	903	Formula 2 rasa melon	3,64	3,52	2,78	2,48	3,09
F 2.3	179	Formula 2 rasa strawberl	3,44	3,52	2,72	3,12	3,20
F 4.3	620	Formula 4 rasa strawberi	3,28	2,96	2,56	3,08	2,97
F 3.1	716	Formula 3 rasa melon	3,24	3,52	2,48	2,36	2,90
F 2.2	235	Formula 2 rasa jeruk	3,80	3,60	3,04	3,24	3,42
F 3.2	482	Formula 3 rasa jeruk	3,12	2,88	2,72	3,12	2,96
F 4.2	361	Formula 4 rasa jeruk	2,96	3,44	2,92	2,60	2,98

Skor hasil uji organoleptik untuk kesukaan terhadap rasa, warna, tekstur dan aroma sirup dengan skala Hedonik dijumlahkan, kemudian di ranking berdasarkan nilai tertinggi. Setelah di ranking formula yang memperoleh nilai paling tinggi adalah formula yang paling disukai atau ranking 1.^{35,48} Hasil pengolahan data uji organoleptik (uji ranking) menunjukkan formula yang terbaik dari segi cita rasa (rasa, aroma, warna, tekstur, penampilan keseluruhan), seperti disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan nilai hasil uji organoleptik yang diberikan oleh panelis secara keseluruhan, F 4.1 (formula 4 rasa melon) mempunyai nilai kesukaan tertinggi (ranking 1), F 2.2 (formula 4 rasa jeruk) nilai tertinggi nomor 2 dan F2.3 (Formula 2 rasa strawberi) nilai tertinggi nomor 3 (ranking 3), dibandingkan formula lainnya. Hasil uji statistik nilai kesukaan terhadap cita rasa secara keseluruhan diketahui tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap ke tiga perlakuan ($p < 0,05$), sehingga ke tiga formula dapat dipilih untuk dianalisis dan dikembangkan untuk tahap selanjutnya .

Uji Toksisitas Akut dan Viskositas Sirup

Uji Toksisitas ini bertujuan untuk mengetahui efek toksisitas akut sirup zink ekstrak ikan bilih (*mystacoleuseus padangensis*) yang diukur secara kuantitatif dengan LD₅₀.³⁷ Objek uji dibagi dalam 4

kelompok yaitu satu kontrol, dan 3 perlakuan (3 peringkat dosis 0,5 ml; 1,0 ml; dan 1,5 m/KgBB per oral). Pengamatan gejala toksik dilakukan selama 24 jam, sedangkan jumlah hewan mati selama 14 hari. Selama 14 hari pengamatan tidak terdapat satu ekor pun mencit yang mati, dari seluruh kelompok. Hasil pengamatan uji kualitatif, tidak ada gejala toksik yang signifikan pada seluruh mencit di seluruh kelompok.

Pada hari ke-15 semua mencit ditimbang berat badan per hari dan dihitung pertambahan berat badan dari hari pertama sampai hari terakhir. Pemberian sirup zink pada ketiga kelompok perlakuan menunjukkan perbedaan pada pertambahan berat badan mencit. Dosis terbesar yang diberikan (1,5 ml) membuat mencit menjadi lebih aktif sehingga energi yang digunakan lebih banyak, dan menyebabkan pertambahan berat badannya menjadi kurang.

Uji viskositas dilakukan untuk melihat kekentalan sirup suspensi. Pengukuran kekentalan dilakukan dengan metode Sathe dan Salunkhe,⁴⁹ bahan yang diukur kekentalannya ditimbang sebanyak 25 gram kemudian ditambahkan air panas 80°C dengan rasio bahan dan air (1 :6) dan kemudian diaduk sehingga merata dan diukur kekentalannya. Hasil Pengukuran dinyatakan dalam centipoise dan suhu saat pengukuran adalah 40 °C. Hasil uji viskositas dari sirup ekstrak ikan bilih dilakukan 150 poise atau 150 d.Pa.S, berada dalam batas normal.^{32, 49}

Tabel 5
Hasil Uji Mikrobiologi dan Uji Ethanol Sirup Ekstrak Ikan Bilih

Uji	Hasil	Standar Normal
Total Plate Count (TPC)	$10^{-4} = 6-8\text{CFU/ml}$ $10^{-5} = 2-3\text{CFU/ml}$	$1.0 \times 10^4 - 2 \times 10^4^{**}$
Salmonela (koloni)	0 (-)	0 (-)
Escherisia coli (koloni)	0 (-)	0 (-)
Ethanol	-0,5378 % -0,5254 %	0 0

Uji Mikrobiologi dan Keamanan Pangan

Uji mikrobiologi dilakukan melalui perhitungan total mikroba dengan metoda *Total Plate Count* menggunakan *Plate Count Agar* (PCA). Total Bakteri koliform dihitung dengan metode *Hitungan Cawan*. Uji ethanol juga dilakukan untuk melihat apakah didalam sirup tidak terdapat ethanol. Hasil uji TPC dinyatakan dalam jumlah koloni bakteri (cfu/g : cfu = colony forming unit) /gram) = jumlah koloni x 1 /pengenceran³⁵ Hasil uji ethanol dapat dilihat pada Tabel 5.

Uji Komisi Etik (*Ethics Committee Approval*) dan Uji Daya Terima Sirup Zink.

Sebelum memberikan sirup ekstrak ikan bilih (bilih zink syrup) terpilih kepada kelompok sasaran yaitu anak pendek (*stunted*) usia 12-36 bulan, telah dilakukan Uji Komisi Etik (*Ethics Committee Approval*) dengan nomor Ref: KE/FK/184/EC di Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta sebagai persyaratan untuk jaminan bahwa produk memenuhi syarat secara klinis dan etika penelitian apabila diberikan kepada sasaran (Hasil Uji Komisi Etik dapat dilihat pada lampiran). Untuk melihat daya terima anak terhadap sirup ekstrak ikan bilih (bilih zink syrup), dilakukan uji daya terima pada anak usia 12- 36 bulan di Pos-PAUD Terintegrasi "Hayati" Kelurahan Sungai Sapih Kecamatan Kuranji Kota Padang. Hasil uji menunjukkan bahwa sirup ekstrak ikan bilih dapat diterima dengan baik oleh anak karena dari 17 orang yang diberikan tidak ada yang menolak, bahkan ada yang meminta lagi.

Produksi, Pengemasan dan Pelabelan Sirup

Sirup zink organik dari ekstrak ikan bilih yang sudah di formulasi mempunyai komposisi kandungan zat gizi lengkap (Tabel 6). Sesuai dengan bahan dasar dan kandungan utama yang terdapat dalam sirup, sirup ini di beri nama "BILIHZINK SYRUP".

Produk sirup dikemas dalam botol plastik dari bahan PET, PETE (*Polyethylene terephthalate*), bersifat jernih dan transparan, dengan ukuran 120 ml yang aman digunakan untuk bahan makanan dan minuman.⁵¹ Botol kemasan sirup disterilkan sebelum digunakan dengan cara merendam dalam air panas pada suhu 80°C dengan tutup botol terbuka selama 5-10 menit, lalu di keluarkan dan dibiarkan sampai kering. Sirup yang sudah dingin dimasukkan kedalam botol sebanyak 100 ml, ditutup erat dan di beri label. Label harus mencakup merek produk yaitu Bilihzink Syrup, dan memuat informasi produk sirup seperti volume, komposisi bahan, kandungan zat gizi, aturan pakai, tanggal produksi dan kadaluarsa.⁵⁰

Perkiraan Biaya Produksi Sirup

Perhitungan biaya produksi "Bilihzink Syrup" dalam penelitian ini belum memperhitungkan biaya variabel secara keseluruhan (biaya pengemasan dan biaya transportasi) serta biaya tetap (biaya bahan tambahan, peralatan dan bangunan). Biaya yang di perhitungkan baru biaya bahan baku sirup meliputi ikan bilih dan bahan tambahan sirup. Perkiraan biaya bahan baku (ikan Bilih) berdsarkan kebutuhan anak / hari, diuraikan pada Tabel 7.

Tabel 6
Komposisi Zat Gizi Formula Sirup Zink dari Ekstrak Ikan Bilih dalam 100 ml

Kandungan Zat Gizi	Jumlah		Satuan	% AKG/ 1 sdt
	1 botol (100 ml)	1 sdt (10 ml)		
Energi	62,14	6,28	kkal	0,56
Protein	0,50	0,05	g	0.20
Zink	60	6,00	mg	150
Kalsium	8072,56	807,26	mg	124,2
Pospor	2710,06	271,0	mg	54,24
Ferum	303,33	30,33	mg	216,70
Vitamin A	1444,6	14,44	RE	36,12
Vitamin E	0,98	0,05	mg	1,64

Keterangan: 1 sendok takar (sdt) = 10 ml = 3 mg zink

Tabel 7
Perkiraan Biaya Bahan Dasar (Ikan Bilih) per anak/ hari

Kebutuhan 1 org subjek	Ekstrak Zink	Tepung Ikan	Ikan kering	Ikan basah	Harga (Rp)
	gram	gram	gram	gram kg	
1 botol sirup (100 ml) utk 5 hr	37,04	841,82	926	2778 2,78	22.224
Kebutuhan 1 orang anak/ hari	7,41	168,36	185,20	555,60 0,56	4444,80

Harga bahan dasar (ikan bilih) untuk 1 botol sirup adalah sekitar Rp. 23.000, 00 (dua puluh tiga ribu rupiah) per botol atau harga 1 orang anak yang diberikan suplementasi zink dari ekstrak ikan bilih bila dibulatkan adalah Rp 4500,- sehari.

BAHASAN

Senyawa kimia zink yang dihasil dari penelitian ini adalah senyawa zink klorida (zinc chloride/ ZnCl₂), termasuk salah satu dari senyawa zink yang dapat digunakan sebagai suplementasi pangan.^{21,50} Karakteristik senyawa zink klorida berwarna putih, sedikit kecut, sedikit berbau dan larut dalam air^{45, 50}, oleh karena itu perlu diformulasi menjadi bentuk sediaan sirup suspensi yang dapat diterima dari segi cita rasa dan mudah diberikan kepada sasaran (anak usia 12-36 bulan). Sirup merupakan bentuk sediaan suplementasi yang memiliki keuntungan dapat memasok jumlah zat gizi mikro yang optimal (sesuai dosis), bentuk yang mudah diserap, dan seringkali merupakan cara tercepat untuk mengontrol defisiensi pada

individu atau kelompok penduduk yang teridentifikasi.⁵⁰

Sirup suplementasi zink organik dari ekstrak ikan bilih (*Mystacoleucus-padangensis*) mempunyai keunggulan utama kandungan zink tinggi, berdasarkan hal tersebut sirup ini di beri nama "Bilihzink Syrup". Komposisi proksimat sirup zink dari ekstrak ikan bilih (*Mystacoleucus-padangensis*) memenuhi syarat sebagai bahan pangan lokal untuk suplementasi zink organik, karena mengandung kadar zink yang sangat tinggi (161,97mg/100gram) jauh lebih tinggi dibanding ikan lainnya.^{13,50} Selain itu komposisi zat gizi lain (protein, kalsium, Ferum, vitamin A, dan vitamin E) pada sirup juga lengkap, sesuai dengan syarat dari bahan makanan untuk suplementasi.⁵⁰

Uji mikrobiologi melalui perhitungan total mikroba dengan metoda *Total Plate Count* berada dalam batas yang dapat diterima, tidak mengandung *E. coli* dan *Salmonella* serta dari uji ethanol tidak terdapat ethanol didalam sirup, hal ini menunjukkan bahwa sirup suplemen zink dari ekstrak ikan bilih menurut parameter mikrobiologi termasuk kriteria aman

dikonsumsi.^{35,45} Hasil uji toksisitas sirup suplementasi zink pada mencit dengan dosis maksimal (1,5 ml/kgBB), tidak menimbulkan kematian. Berdasarkan kesepakatan para ahli, bila pada dosis maksimal tidak ada kematian pada hewan coba, maka senyawa tersebut termasuk dalam kriteria praktis tidak toksik.³⁶ Dosis maksimal pada manusia yang dikonversikan menjadi 0,01287 mg/KgBB pada mencit, tidak menimbulkan kematian pada seluruh hewan coba, sehingga dapat disimpulkan bahwa sirup suplementasi zink dalam kriteria Loomis termasuk dalam kriteria praktis tidak toksik.³⁷

Sirup suplemen zink dari ekstrak ikan bilih (Bilihzink Syrup) sudah mendapatkan jaminan dari Komisi Etik (*Ethics Committee Approval*) Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan nomor Ref: KE/FK/184/EC secara klinis dan etika penelitian aman bila diberikan kepada sasaran. Uji daya terima juga menunjukkan bahwa sirup ekstrak ikan bilih dapat diterima dengan baik oleh anak usia 12-36 bulan.

International Zinc Nutrition Consultative Group atau IZinCG merekomendasikan dosis suplemen untuk anak 7 bulan hingga 3 tahun (5 mg / hari),²¹ kebutuhan zink untuk anak usia 1-3 tahun berdasarkan AKG 2012 adalah 4 mg per hari.⁴² Dosis yang dianjurkan untuk mengejar pertumbuhan pada anak-anak usia dini yang menderita kekurangan gizi berat (z-skor < -3 SD) adalah 10 mg / hari, dengan asumsi bahwa penambahan jaringan adalah sekitar 30 g / hari dan diperlukan zink 20 ug per gram jaringan, sekitar 2 kali kebutuhan zink untuk fisiologis.⁴⁴ Berdasarkan hal tersebut, maka dosis suplementasi zink yang di berikan untuk anak usia 12-36 bulan (1-3 tahun) pada penelitian ini adalah 10 mg/ hari. Bila 100 ml sirup mengandung 60 mg zink, atau 10 ml = 6 mg zink, maka untuk memenuhi kebutuhan 10 mg zink sehari diperlukan sirup sekitar 16,6 ml atau dibulatkan menjadi 20 ml (12 mg zink) yang diberikan 3 x 1 sendok takar sirup (1sdt) = 7 ml sehari.⁴⁴ Suplementasi zink yang diberikan sesuai dengan dosis dan dalam jangka waktu tertentu, diharapkan dapat meningkatkan nafsu makan, meningkatkan daya tahan tubuh dan bila diberikan dalam jangka waktu minimal 3 bulan akan dapat memacu pertumbuhan tulang, menambah tinggi badan dan meningkatkan kecerdasan.^{13,21,44}

Rincian perhitungan biaya produksi sirup zink dari ekstrak ikan bilih (Bilihzink Syrup), baru dihitung dalam skala laboratorium dengan jumlah produksi yang masih sedikit. Analisis biaya produksi sirup perbotol dari efek manfaat dan prospek pengembangan sirup ke depan tidak mahal, namun bila produksi dilakukan terus menerus perlu dihitung biaya produksi total yang meliputi biaya tidak tetap (bahan baku, bahan bakar, transportasi, kemasan dan pemeliharaan) dan biaya tetap (biaya investasi, listrik dan biaya promosi).⁵²

Ditinjau dari beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam pemanfaatan bahan pangan lokal untuk suplementasi, yaitu mempunyai nilai gizi yang dipersyaratkan; aman di konsumsi; harga relatif murah; mudah disimpan dan didistribusikan,^{13,42,52} dapat disimpulkan bahwa formula sirup zink dari ekstrak ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) dapat dijadikan alternatif suplementasi zink organik untuk menanggulangi defisiensi zink pada anak pendek (*stunted*).⁵⁰

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Ikan Bilih (*Mystacoleucus padangensis*) sangat berpotensi dikembangkan sebagai bahan pangan lokal berkualitas karena kandungan zink dan zat gizi lainnya sangat tinggi dan memenuhi syarat sebagai bahan makanan untuk suplementasi zink dalam bentuk sirup.

Formula sirup terbaik 1, 2 dan 3 dari segi citarasa (warna, tekstur, aroma dan rasa) berdasarkan hasil uji organoleptik adalah formula 4 rasa melon (F 4.1), formula 4 rasa jeruk (F 2.2) dan Formula 2 rasa strawberi (F2.3). Hasil uji statistik nilai kesukaan terhadap cita rasa secara keseluruhan tidak menunjukkan beda nyata terhadap ke tiga perlakuan ($p < 0,05$), sehingga ke tiga formula dapat dipilih dan dikembangkan. Hasil uji toksisitas, uji viskositas, uji ethanol, uji mikrobiologi menunjukkan sirup zink dari ekstrak ikan bilih berada dalam kriteria aman untuk dikonsumsi. Hasil Uji daya terima menunjukkan bahwa sirup ekstrak ikan bilih dapat diterima dengan baik oleh anak usia 12-36 bulan dan mendapat jaminan bahwa produk memenuhi syarat secara klinis dan etika penelitian apabila diberikan kepada sasaran

anak pendek (*stunted*) usia 12-36 bulan, dari uji Komisi Etik (Ethics Committee Approval) Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan nomor Ref: KE/FK/184/EC. Formula sirup zink dari ekstrak ikan bilih (*Mystacoleucus-padangensis*) di formulasi sesuai dosis zink untuk suplementasi yang dianjurkan menurut IZiNCG, dapat dijadikan sebagai alternatif suplementasi zink organik untuk menanggulangi defisiensi zink pada anak pendek (*stunted*) usia 12-36 bulan. Sesuai dengan bahan dasar dan kandungan utama yang terdapat dalam sirup, sirup ini di beri nama "BILIHZINK SYRUP".

Saran

Studi lebih lanjut dapat dikembangkan untuk membuat ekstrak ikan bilih dalam bentuk tepung menjadi produk Makanan Formula Fungsional Tinggi Zink, Calsium dan Protein untuk anak balita, anak sekolah dan ibu hamil berupa formula MP-ASI, Cookies Ikan Bilih dan Nugget Ikan Bilih. Proses pengolahan makanan formula fungsional ini tidak memerlukan keahlian khusus dan dapat dilakukan dengan pemberdayaan masyarakat seperti melibatkan kelompok – kelompok masyarakat di wilayah yang berada di sekitar sentra produksi seperti PKK, Majelis Taklim, atau Karang Taruna, untuk itu perlu dilakukan pelatihan (TOT) bagi kelompok tersebut dengan kerja sama lintas sektor untuk tenaga pelaksana. Agar nilai zat gizi makro dan mikro dari produk ikan bilih berupa formula MP-ASI, Cookies Ikan Bilih dan Nugget Ikan Bilih dan sirup "Bilihzink" dapat dipertahankan, diperlukan kerjasama lintas sektor dalam pengadaan alat dan aplikasi teknologi tepat guna yang akan digunakan dalam proses produksi dan pendistribusian, seperti dalam pengadaan alat pengering bahan, alat penggiling tepung, alat ekstraksi, alat pemanas dan alat pengemasan. Pemberian Sirup Bilihzink untuk menanggulangi masalah gizi terutama masalah anak pendek, perlu diikuti dengan penyuluhan dan monitoring serta evaluasi. Agar pelaksanaannya dapat berjalan secara berkala sesuai dengan program yang direncanakan diperlukan advokasi dan sosialisasi kepada para pengambil kebijakan untuk mengeluarkan kebijakan daerah yang berpihak kepada pelaksanaan program.

RUJUKAN

1. Atmarita. Masalah Anak Pendek di Indonesia dan Implikasinya Terhadap Kemajuan Negara Kesatuan RI, 2010.
2. Kementerian Kesehatan. Riset Kesehatan Dasar 2010. Laporan Nasional. Jakarta: Balitbangkes: 2010
3. Armida. Rencana Aksi Nasional Pangan dan Gizi Bappenas, 2011.
4. Depkes RI. Rencana Aksi Nasional Pencegahan dan Penanggulangan Gizi Buruk Tahun 2005-2009. Jakarta: Direktorat Gizi, 2004
5. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. Rencana aksi nasional pangan dan gizi (RAN-PG) tahun 2011-2015. Jakarta: Bappenas, 2011.
6. World Health Organization. WHO Child Growth Standards. Geneva: WHO, 2009.
7. Ebot, J. O. There's no place like home: Urban-rural differentials in nutritional status among children in Ethiopia. Available from: <http://hdl.handle.net/2152/ETD-UT-2010-08-1874>
8. Ramli, Agho KE, Inder KJ, Bowe SJ, Jennifer J, Dibley MJ. Prevalence and risk factors for stunting and severe stunting among under-fives in North Maluku province of Indonesia. BMC Pediatrics. 2009; 9:64-69
9. Dinas Kesehatan Kota Padang. Profil Kesehatan Kota Padang tahun 2008. Padang: Dinas Kesehatan, 2008.
10. Departemen Kesehatan. Riset Kesehatan Dasar 2007. Laporan Nasional. Jakarta: Balitbangkes, 2008
11. Liu J, Adrian R, Peter H V, Dalais C, Mednick SA. Malnutrition at Age 3 Years and Lower Cognitive Ability at Age 11 Years. . Independence From Psychosocial Adversity.2003;157(6):593-600.
12. Rosalind GS, Manger MK, Krittaphol W, Pongeharoen T, Gowachirapant S, Bailey KB, et.al. Does zinc deficiency play a role in stunting among primary school children in NE Thailand? Br J Nutr ; 2007; 97(1): 167-175.
13. Golden M H. Proposed recommended nutrient densities for moderately malnourished children. Food and Nutrition Bulletin 2009; 30(3 Suppl):S267-342

14. Hoffman DJ, Sawaya AI, Verreschi I, Tucker KL, Susan RB. Why are nutritionally stunted children at increased risk of obesity. *Am J Clin Nutr.* 200; 72(3): 702-707.
15. Victoria A, Susan J, Didier M, Hem N, Hok P, Bailey KB, Gibsond RS. Co-existing micronutrient deficiencies among stunted Cambodian infants and toddlers. *Asia Pac J Clin Nutr* 2008;17(1):72-79
16. Kimani-Murage EW, Kathleen K, Pettifor JM, Tollman SM, Dunger DB, Xavier FG, et al. The prevalence of stunting, overweight and obesity, and metabolic disease risk in rural South African children. *BMC Public Health.* 2010; 10: 158-165
17. Branca, F. and Ferrari, M. Impact of Micronutrient Deficiencies on Growth: The Stunting Syndrome. *Annals of Nutrition and Metabolism.* Ann Nutr Metab. 2002; 46(Suppl. 1): 8-17
18. Ramakrishnan U, Nguyen P, Martorel R. Effects of micronutrients on growth of children under 5 y of age: meta-analyses of single and multiple nutrient interventions. *Am J Clin Nutr.* 2009; 89(1); 91-203.
19. Ejaz MS, Latif, N. Stunting and micronutrient deficiencies in malnourished children. *J Pak Med Assoc.* 2010; 60(7): 543-547.
20. Salgueiro MJ, Zubillaga MB, Lysionek AE, Caro RA, Weill R, Boccio JR.. The Role of Zinc in the Growth and Development. *Nutrition.* 2002; 18(6): 510-519.
21. Hotz, C. and K. H. Brown. "Assessment of the Risk of Zinc deficiency in Populations. *Nutrition Bulletin.* 2004; 25: S91-S204.
22. Abrams SA. Zinc deficiency and supplementation in children and adolescents. Available from: <http://www.uptodate.com/contents/zinc-deficiency-and-supplementation-in-children-and-adolescents>. Accessed: 18 November 2011.
23. Kenneth HB, Romana DL, Joanne EA, Peerson JM, Mary EP. Comparison of the effects of zinc delivered in a fortified food or a liquid supplement on the growth, morbidity, and plasma zinc concentrations of young Peruvian children. *Am J Clin Nutr.* 2007; 85(2): 538-547.
24. Juan AR, Ruel MT, Maria CS, Lonnerdal B, Brown KH. Zinc supplementation improves the growth of stunted rural Guatemalan infants. *Journal of Nutrition.* 1998; 128(3): 556-562.
25. Kattelman KK, Ho M, Specker BL.. Effect of Timing of Introduction of Complementary Foods on Iron and Zinc Status of Formula Fed Infants at 12, 24, and 36 Months of Age. *J Am Diet Assoc.* 2001; 101(4): 443-447.
26. Harijono. Kajian Pengembangan Makanan Tambahan Balita Berbasis Pangan Lokal. Surabaya: Badan Ketahanan Pangan Jawa Timur, 2002.
27. Syandri H. Ancaman terhadap plasma nutfah ikan bilih (*Mystacoleus padangensis*) dan upaya pelestariannya di habitat Danau Singkarak. . Padang: Universitas Bung Hatta, 2008.
28. Yuniritha E. Analisis Kadar Zat Gizi Makro dan Mikro Ikan Bilih (*Mystacoleus Padangensis*). Yogyakarta: FK-UGM, 2012.
29. Arsil P. Kajian Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Bilih di Danau Singkarak, Provinsi Sumbar,. Bandung: ITB, 2008
30. Anderson VP, Cornwall J, Jack S, Gibson RS. Intakes from non-breastmilk foods for stunted toddlers living in poor urban villages of Phnom Penh, Cambodia, are inadequate. *Journal compilation Maternal and Child Nutrition.* 2008; 4(2): 146-159.
31. Harborne JB. Metode Fitokimia. Bandung: ITB Press, 1996.
32. Kristberg K, Arason S . Utilization of By-Products in the Fish Industry. London: Springer, 2007.
33. Mien K, Hermana, Nils AZ, Apriyantono RR, Hartati Budi, Simamora T. Tabel Komposisi Pangan Indonesia. Jakarta: Gramedia, 2008.
34. Rahayu WP. Penuntun Praktikum Penilaian Organoleptik . Bogor: Jurusan Teknologi Pangan IPB: 1998.
35. Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari N. Analisis Pangan, Bogor: IPB Press, 1989.
36. Donatus IA. Toksikologi Dasar. Yogyakarta: Fakultas Farmasi UGM, 2001
37. Loomis TA. Essential of toxicology. 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1987.
38. Herman S. Studi Masalah Gizi Mikro di Indonesia: Perhatian khusus pada kurang vitamin A (KVA), Anemia, dan Seng. Laporan Penelitian. Bogor: Puslitbang Gizi, 2009.

39. Cousins RJ. Zinc. In: Present Knowledge in Nutrition. Ninth Edition. eds. Bowman BA, Russel RM. Washington: ILSI, 2006. p.445-547
40. Salgueiro M, Zubollaga M, Lysionek Al. The Role of Zinc in the Growth and Development of Children. Nutrition 2002;18: 510–519.
41. Yuniritha E. Pola Konsumsi dan Asupan Zat Gizi Anak Pendek (stunted) Usia 12-36 Bulan di Kecamatan Junjung Sirih Kabupaten Solok. Laporan Penelitian. Yogyakarta: FK-UGM, 2013.
42. Kartono D, Hardinsyah, Jahari AB. Penyempurnaan Kecukupan Gizi untuk Orang Indonesia, AKG 2012. Dalam:Widya Karya Pangan dan Gizi X. Jakarta: LIPI, 2012.
43. Imdad A, Bhutta Z A. Effect of preventive zinc supplementation on linear growth in children under 5 years of age in developing countries. BMC Public Health, 2011; 11(3): S22-28.
44. Merialdi M, Caulfield LE, Zavaleta N, Figueroa A, Dominici F, Dipietro JA, et al. Randomized Controlled Trial Of Prenatal Zinc Supplementation And The Development Of Fetal Heart Rate. Am J Obstet Gynecol, 2004; 190 (4): 1106-12
45. Brown K H, Hess S. Suplemen and Zinc Intervention Strategis. Food and Nutrition Buletin. United Nations University Press, 2009.
46. AOAC. Official methods of analysis (15th ed.). Washington DC: Association of Official Analytical Chemists, 1990.
47. Amerine MA, Pangborn, Roessler EB. 1965. Principles of sensory evaluation of foods, New York: Academic Press, 1965.
48. Sathe SK, Salunkhe DK. Functional properties of great northern bean (*Phaseolus vulgaris*) proteins: Emulsion, foaming, viscosity and gelation properties. J. Food Sci. 1981;46: 71-75.
49. Allen L, Benoist BD, Dary O, Hurrell R. Guidelines on food fortification with micronutrients. France: World Health Organization, 2006.
50. Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. Materi Talkshow di RRI tentang Kemasan Pangan. Jakarta: Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya, 2008.
51. Aziz JA. Analisis Prospek Pengembangan Industri Sirup Salak Bangkalan. Bogor: Embryo, 2008.

