

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Balita

1. Definisi Balita

Balita adalah anak usia kurang dari lima tahun sehingga bayi usia dibawah satu tahun juga termasuk golongan ini. Balita usia 1-5 tahun dapat dibedakan menjadi dua yaitu anak usia lebih dari satu tahun sampai tiga tahun yang dikenal dengan batita dan anak usia lebih dari tiga tahun sampai lima tahun yang dikenal dengan usia prasekolah (Proverawati & Wati, 2010). Menurut Muaris, (2006), balita adalah anak yang telah menginjak usia di atas satu tahun atau lebih populer dengan pengertian usia anak di bawah lima tahun. Sedangkan menurut WHO, kelompok usia balita adalah 0-60 bulan (Widya Karya Pangan dan Gizi VI, 1998).

2. Pertumbuhan dan Perkembangan

Pertumbuhan adalah bertambah banyak dan besarnya sel seluruh bagian tubuh yang bersifat kuantitatif dan dapat diukur, sedangkan perkembangan adalah bertambah sempurnanya fungsi dari alat tubuh (Depkes RI). Setiap manusia yang hidup mengalami proses tumbuh kembang, tumbuh berarti berkaitan dengan perubahan ukuran, sedangkan kembang berhubungan dengan aspek diferensiasi bentuk atau fungsi termasuk perubahan emosi dan sosial. Tumbuh kembang merupakan proses continue sejak dari konsepsi sampai maturasi atau dewasa yang dipengaruhi oleh faktor bawaan dan lingkungan (Santoso, 1999).

Pertumbuhan (*growth*) berkaitan dengan masalah perubahan dalam besar, jumlah, ukuran atau dimensi tingkat sel, organ maupun individu, yang bisa diukur dengan ukuran berat (gram, pound, kilogram), ukuran panjang (cm, meter), umur tulang dan keseimbangan metabolic (retensi kalsium dan nitrogen tubuh) (Soetjiningsih, 1998).

Perkembangan (*development*) adalah bertambahnya kemampuan (*skill*) dalam struktur dan fungsi tubuh yang lebih kompleks dalam pola

yang teratur dan dapat diramalkan, sebagai hasil dari proses pematangan. Disini menyangkut adanya proses diferensiasi dari sel-sel tubuh, jaringan tubuh, organ-organ dan sistem organ yang berkembang sedemikian rupa sehingga masing-masing dapat memenuhi fungsinya. Termasuk juga perkembangan emosi, intelektual dan tingkah laku sebagai hasil interaksi dengan lingkungannya (Soetjningsih, 1998).

Kembang yang peristiwanya disebut perkembangan adalah proses yang berhubungan dengan fungsi organ atau alat tubuh karena terjadinya pematangan. Pada pematangan ini terjadi diferensiasi sel dan maturasi alat atau organ sesuai dengan fungsinya. Proses tersebut dapat diamati dengan bertambahnya kepandaian ketrampilan dan perilaku (Narendra, 2002).

Anak yang sehat akan mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang normal dan wajar, yaitu sesuai standar pertumbuhan fisik anak pada umumnya dan memiliki kemampuan sesuai standar kemampuan anak seusiannya.

Perkembangan anak sehat adalah anak yang dapat tumbuh kembang dengan baik dan teratur, jiwanya berkembang sesuai dengan tingkat umurnya, aktif, gembira, makannya teratur, bersih dan dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya (Santoso, 1999).

B. Stunting

1. Definisi Stunting

Status gizi sebagai refleksi kecukupan zat gizi, merupakan salah satu parameter penting dalam menilai tumbuh kembang anak dan kesehatan pada umumnya. Kecukupan dari zat gizi terutama energi dihitung menurut kebutuhan atas umur, jenis kelamin, aktifitas maupun kondisi dari individu (Pudjadi, 2001).

Stunting merupakan suatu keadaan dimana tinggi badan anak yang terlalu rendah. Stunting atau terlalu pendek berdasarkan umur adalah tinggi badan yang berada di bawah minus dua standar deviasi ($<-2SD$) dari tabel status gizi WHO *child growth standard* (WHO, 2012).

Bertubuh pendek atau stunting merupakan suatu terminologi untuk tinggi badan yang berada dibawah $-2SD$ atau persentil 3 pada kurva

pertumbuhan normal yang berlaku pada populasi tersebut. Tinggi badan menurut umur (TB/U) dapat digunakan untuk menilai status gizi masa lampau, sedangkan kelemahannya adalah tinggi badan tidak cepat naik sehingga kurang sensitive terhadap masalah gizi dalam jangka pendek.

2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Status Gizi *Stunting*

Stunting dapat disebabkan oleh berbagai faktor. WHO (2013) membagi penyebab terjadinya *stunting* pada anak menjadi 4 kategori besar yaitu faktor keluarga dan rumah tangga, makanan tambahan / komplementer yang tidak adekuat, menyusui dan infeksi. Faktor keluarga dan rumah tangga dibagi lagi menjadi faktor maternal dan faktor lingkungan rumah. Faktor maternal berupa nutrisi yang kurang pada saat prekonsepsi, kehamilan, dan laktasi, tinggi badan ibu yang rendah, infeksi, kehamilan pada usia remaja, kesehatan mental, *Intrauterine Growth Restriction* (IUGR) dan kelahiran preterm, jarak kehamilan yang pendek dan hipertensi. Faktor lingkungan rumah berupa stimulasi dan aktivitas anak yang tidak adekuat, perawatan yang kurang, sanitasi dan pasokan air yang tidak adekuat, akses dan ketersediaan pangan yang kurang, alokasi makanan dalam rumah tangga tidak sesuai, edukasi pengasuh yang rendah.

Faktor makanan komplementer yang tidak adekuat dibagi lagi menjadi tiga, yaitu kualitas makanan yang rendah, cara pemberian yang tidak adekuat dan keamanan makanan dan minuman. Faktor ketiga yang menyebabkan *stunting* adalah pemberian Air Susu Ibu (ASI) yang salah karena inisiasi yang terlambat, tidak ASI eksklusif, penghentian menyusui yang terlalu cepat. Faktor keempat adalah infeksi klinis dan subklinis seperti infeksi pada usus : diare, environmental enteropathy, infeksi cacing, infeksi pernafasan, malaria, nafsu makan yang kurang akibat infeksi, inflamasi WHO (2013).

Sedangkan menurut penelitian Olukamakaiye (2013) terhadap anak sekolah di Nigeria, asupan makanan mempengaruhi kejadian *stunting*. Penelitiannya menunjukkan bahwa anak dengan rendahnya keanekaragaman jenis makanan yang dikonsumsi menjadi faktor risiko terjadinya *stunting*. Olukamakaiye juga mendukung bahwa anak dari sekolah pemerintah lebih banyak yang menderita *stunting* dibanding

dengan anak sekolah swasta. Hal tersebut dikarenakan malnutrisi yang disebabkan oleh keanekaragaman jenis makanan yang rendah.

3. Pencegahan *Stunting*

Pencegahan yang dapat dilakukan dalam upaya pencegahan *stunting* antara lain (Millenium Challenge Account, 2014) :

- a. Pemenuhan kebutuhan zat gizi ibu hamil. Ibu hamil perlu mendapatkan makanan yang cukup gizi, suplemen zat gizi (tablet zat besi), dan terpantaunya kesehatannya.
- b. ASI eksklusif sampai dengan usia 6 bulan dan setelah usia 6 bulan diberikan makanan pendamping ASI (MP ASI) yang cukup jumlah dan kualitasnya.
- c. Memantau pertumbuhan balita di posyandu merupakan upaya strategis untuk mendeteksi terjadinya gangguan pertumbuhan.
- d. Meningkatkan akses terhadap air bersih dan fasilitas sanitasi, serta menjaga kebersihan lingkungan. Rendahnya sanitasi dan kebersihan lingkungan akan memicu gangguan saluran pencernaan yang membuat energy untuk pertumbuhan akan teralihkan kepada perlawanan tubuh menghadapi infeksi. Semakin lama menderita infeksi maka resiko *stunting* akan semakin meningkat (Schmidt, 2014).

4. Zinc terhadap *Stunting*

Gangguan pertumbuhan linear (*stunting*) atau penyimpangan dari garis WHO/NCHS di Negara berkembang biasanya terjadi pada umur 4-6 bulan dan semakin memburuk selama tahun pertama pertumbuhannya. Biasanya sekitar umur 18-24 bulan, sehingga menjelang umur 24 bulan perbedaan kurvanya besar sekali. Setelah umur 24 bulan, kurvanya mendatar pada z-Score yang rendah tersebut (Karlberg, et al, 1994; ACC/SCN, 1997).

Indeks resiko defisiensi zinc berdasarkan persentase kecukupan asupan zinc dan makanan secara nasional dan prevalensinya terhadap *stunting* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Indeks Resiko Defisiensi Zinc berdasarkan Presentase Kecakupan Asupan Zinc dari Makanan dan Prevalensi Stunting

Resiko dari <i>Stunting</i>	Prevalensi dari <i>Stunting</i>	Penyerapan Zinc dari Sumber Makanan
Tinggi	≥20%	<63%
Sedang	≥10% s/d <20%	<63% s/d <75%
Rendah	<10%	>75%

Sumber : Hotz dan Brown (Gibson, 2005)

Penelitian yang dilakukan oleh Nurmayanti (2015) menunjukkan bahwa asupan *zinc* memiliki hubungan dengan kejadian stunting pada kasus anak SD kurang gizi di Kecamatan Bululawang Kabupaten Malang. Tingkat konsumsi zinc yang defisit memiliki resiko sebesar 4,889 kali dapat mengalami stunting dibandingkan dengan yang mempunyai kategori tingkat konsumsi baik.

C. Biskuit Tempe Kelor *Striata*

1. Tempe

Tempe didefinisikan sebagai produk yang dihasilkan dari fermentasi biji kedelai dengan menggunakan *Rhizopus sp.*, memiliki bentuk padatan kompak, berwarna putih sedikit keabu-abuan dan berbau khas tempe (BSN, 2009).

Proses fermentasi pada tempe meningkat nilai gizi pada bahan makanan ini. Menurut Astawan (2009) fermentasi pada tempe menyebabkan peningkatan asam lemak tidak jenuh, vitamin dan mineral yang dibutuhkan tubuh. Kandungan kolesterol serum dapat diturunkan oleh asam lemak tidak jenuh sebagai hasil fermentasi. Sementara itu, vitamin yang khususnya meningkat pada tempe sebagai hasil fermentasi adalah vitamin B12.

Vitamin B12 memiliki manfaat dalam proses pembentukan sel darah merah, yang mana kekurangan vitamin ini menimbulkan gejala pucat, sakit perut dan berat badan menurun. Secara keseluruhan kandungan vitamin B pada tempe bertambah kuantitas dan kualitasnya. Mineral Fe, Zn, Ca dan Mg juga meningkat karena aktivitas kapang yang menghasilkan enzim fitase yang menguraikan asam fitat pengikat mineral ini sebelumnya (Astawan, 2009).

2. Nilai Gizi Tempe

Tabel 2. Nilai Gizi Tempe Per 100 Gram Bahan Kering

Komponen	Nilai Gizi
Energi	450 kkal
Abu	3,6 g
Lemak	46,5 g
Karbohidrat	19,7 g
Protein	46,5 g
Serat	7,2 g
Kalsium	347 mg
Fosfor	724 mg
Besi	9 mg
Tiamin	0,28 mg
Riboflavin	0,65 mg
Niasin	2,52 mg
Asam Pantotenat	520 mg
Piridoksin	100 mg
Vitamin B12	3,9 mg
Biotin	53 mg
Zinc	2,87 mg

Sumber : Hermina, dkk., 1995 dalam Nurdin, 2002.

3. Manfaat Tempe

Keunggulan tempe terjadi sebagai hasil dari proses fermentasi kapang seperti *rhizopus oryzae*, *rhizopus stoloniferus* dan *rhizopus oligosporus*. Penguraian asam fitat yang berimplikasi pada peningkatan penyerapan Fe, Zn, Ca dan Mg sangat bermanfaat untuk meningkatkan nafsu makan pada seseorang termasuk, balita. Keberadaan peningkatan Fe dan Zn juga akan membantu peningkatan absorpsi protein dan zat gizi makro yang akhirnya membantu tumbuh kembang balita.

Tempe dapat meningkatkan kadar hemoglobin darah. Penelitian yang dilakukan oleh Yustiardi (2009) pada 16 anak sekolah, dibagi menjadi kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Kelompok perlakuan yang diberikan tempe 100mg/hari selama 10 hari adanya peningkatan Hb darah sebesar 0,90 g/dl.

Manfaat lain dari tempe adalah dapat menurunkan kadar kolesterol darah. Studi dilakukan pada 10 orang ibu-ibu Perum Korpri Bukit Sambiroto Semarang. Intervensi yang dilakukan dengan pemberian tempe 75 gram selama 14 hari ini menunjukkan adanya penurunan kolesterol darah sebesar 21,23 mg/dl antara sebelum dan setelah intervensi (Hasan, 2007).

4. Kelor

Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan *family moringaceae* yang berasal dari daerah sekitar Himalaya di Utara India dan sekarang dapat ditemukan di semua daerah tropis di seluruh dunia mulai dari belahan Asia Selatan sampai dengan Afrika Barat. Di Indonesia, khususnya di pedesaan, tanaman kelor digunakan sebagai tanaman pagar yang dimanfaatkan sebagai bahan sayuran (Simbolon, dkk 2008).

Tanaman kelor mempunyai daun yang tidak terlalu lebat dan daunnya berbentuk bulat telur (oval) dengan ukuran kecil-kecil, bersusun majemuk dalam satu tangkai, sehingga daun kelor dapat dikonsumsi baik dalam kondisi segar, dimasak atau disimpan dalam bentuk tepung selama beberapa bulan tanpa pendinginan dan dlaporkan tanpa terjadi kehilangan nilai gizi. Daun kelor mengandung berbagai unsur gizi diantaranya protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral, kelor telah digunakan untuk mengatasi malnutrisi, terutama untuk balita dan ibu menyusui (Winarti, 2010).

Manurut Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor Indonesia, bahwa salah satu hal yang membuat kelor menjadi perhatian dunia dan memberikan harapan sebagai tanaman yang dapat menyelamatkan jutaan manusia yang kekurangan gizi adalah kelor kaya dengan kandungan nutrisi dan senyawa yang dibutuhkan tubuh. seluruh bagian tanaman kelor dapat dimanfaatkan untuk penyembuhan, menjaga dan meningkatkan kualitas kesehatan manusia dan terutama sumber asupan gizi keluarga. Bahkan, kandungan kelor diketahui berkali lipat dibandingkan bahan makanan sumber nutrisi lainnya, seperti tampak dalam gambar berikut :

Gambar 3. Kandungan Gizi pada Daun Kelor
Gambar daun kelor

	3 kali Potassium Pisang	4 kali Vitamin A Wortel	25 kali Zat Besi Bayam	7 kali Vitamin C Jeruk	4 kali Calcium Susu	2 kali Protein yogurt
	15 kali Potassium Pisang	10 kali Vitamin A Wortel	25 times Zat Besi Bayam	1/2 kali Vitamin C Jeruk	17 kali Calcium Susu	9 kali Protein yogurt

Gambar tepung daun kelor

Sumber : Pusat Informasi dan Pengetahuan Tanaman Kelor

Indonesia, 2015.

Senyawa antioksidan yang terkandung dalam kelor adalah vitamin A, vitamin C, vitamin E, Vitamin K, vitamin B (*choline*), vitamin B1 (*thiamin*), vitamin B2 (*riboflavin*), vitamin B3 (*niacin*), vitamin B6, *alanine*, *alpha-carotene*, *arginine*, *beta-carotene*, *beta-sitosterol*, *caffeoylquinic acid*, *campesterol*, *glutathione*, *histidine*, *indole acetic acid*, *indoleacetoritrile*, *kaemperal*, *leucine*, *lutein*, *methionine*, *tryptophan*, *xanthins*, *xanthophyll*, *zeatin*, *zeaxanthin*, *zinc*.

5. Nilai Gizi Kelor

Tabel 3. Nilai Gizi Daun Kelor Segar dan Daun Kering (tiap 100 gram daun kelor)

Komponen	Daun Segar	Daun Kering
Energi (Kal)	92	205
Karbohidrat (g)	12,5	38,2
Protein (g)	6,8	27,1
Lemak (g)	1,70	2,3
Beta Carotene (Vit. A) (mg)	6,78	18,9
Niacin (B3) (mg)	0,8	8,2
Tembaga (mg)	0,07	0,57
Serat (g)	0,09	19,2
Riboflavin (B2) (mg)	0,05	20,5
Zat Besi (mg)	0,85	28,2
Zinc (mg)	0,16	3,29
Thiamin (B1) (mg)	0,06	2,64
Fosfor (mg)	70	204
Kalsium (mg)	440	2.003
Vitamin C (mg)	220	17,3

Sumber : Simbolon, dkk, 2008.

6. Manfaat Kelor

Di Negara berkembang, tanaman kelor digunakan untuk mengatasi malnutrisi, Karena tingginya kandungan vitamin dan mineral. Bahkan di Afrika, tanaman kelor menjadi sangat populer dan diproduksi sebagai suplemen nutrisi bagi orang yang menderita HIV, dan dikembangkan karena mudah dan murah. Di samping itu tanaman kelor telah berhasil digunakan untuk mengatasi malnutrisi pada anak-anak dan wanita hamil. Pada wanita hamil menunjukkan produksi susu yang lebih tinggi bila mengkonsumsi daun kelor yang ditambahkan pada makanannya pada anak-anak menunjukkan pertambahan berat badan yang signifikan (Winarti, 2010).

Tanaman kelor kaya akan vitamin A dan C, khususnya *carotene*, yang akan diubah menjadi vitamin A dalam tubuh dan secara nyata berpengaruh terhadap *hepatoprotective*. Daun kelor merupakan sumber protein (besi dan kalsium), juga sumber vitamin B. memiliki kandungan lemak yang rendah daun kelor merupakan sumber protein (dengan asam amino dan sistine) (Winarti, 2010).

7. Biskuit Tempe Kelor Striata

Biskuit adalah sejenis makanan yang terbuat dari tepung terigu serta penambahan bahan makanan lain, melalui proses pemanasan dan pencetakan (BSN, 1992). Biskuit merupakan produk yang diperoleh dengan proses pemanggangan adonan dari tepung terigu dengan penambahan makanan lain dan dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan pangan (BTP) yang diijinkan (Wijaya dan Aprianita, 2010).

Biskuit Tempe Kelor merupakan produk kelor yang telah ditepungkan bersama tempe. Biskuit Tempe Kelor Striata adalah biskuit yang diformulasikan dari bahan-bahan alami yang diolah tanpa bahan tambahan pangan (seperti : perisa, pewarna, pengawet) sehingga aman untuk bayi 6 bulan ke atas dan anak-anak. Selain dapat dijadikan sumber makanan tambahan untuk pendamping ASI pada bayi usia 6 bulan ke atas, biskuit tersebut dapat dijadikan sebagai jajanan sehat untuk anak-anak dan orang dewasa. (Striata, 2017).

8. Nilai Gizi pada Biskuit Tempe Kelor Striata

Tabel 4. Nilai Gizi pada Biskuit Tempe Kelor *Striata* per 100 Gram

Komponen	Nilai Gizi
Air	1,98%
Energi	454,8 kkal
Protein	16,28 g
Lemak	14,44 g
Karbohidrat	65,03 g

Sumber : *Striata*, 2017.

D. Zinc

1. Definisi *Zinc*

Elemen *zinc* merupakan *trace element* yang esensial bagi tubuh, beberapa jenis enzim memerlukan *zinc* bagi fungsinya dan bahkan ada enzim yang mengandung *zinc* dalam struktur molekulnya, diantaranya *Carbonic anhydrase* dan *Phosphatase* alkalis (Sediaoetama, 2000).

Zinc berperan luas pada metabolisme tubuh. *zinc* berperan aktif dalam seluruh bagian tubuh sebagai konstituen lebih dari 200 metaloenzim yang terlibat dalam metabolisme karbohidrat, lemak, protein serta sintesis dan pemecahan asam nukleat (Sunstead, 1985).

Zinc termasuk zat gizi mikro yang mutlak dibutuhkan untuk memelihara kehidupan yang optimal, meski dalam jumlah yang sangat kecil. Kelompok yang paling rentan terhadap defisiensi *zinc* adalah anak dalam masa pertumbuhan (Soegih, 1992).

Menurut *Recommended Dietary Allowence* (RDA), kebutuhan *zinc* untuk:

1. Bayi sampai usia 6 bulan membutuhkan 2 mg/hari
2. Anak-anak usia 7 bulan sampai 3 tahun membutuhkan 3 mg/hari
3. Anak-anak usia 4 sampai 8 tahun membutuhkan 5 mg/hari

Tubuh mengandung 2 – 2,5 gram *zinc* yang tersebar di hampir semua sel. Sebagian besar *zinc* berada di dalam hati, pankreas, ginjal, otot dan tulang. Jaringan yang banyak mengandung *zinc* adalah bagian-bagian mata, kelenjar prostat, spermatozoa, kulit, rambut dan kuku. Di dalam cairan tubuh, *zinc* terutama merupakan ion intraseluler. *Zinc* di

dalam plasma hanya merupakan 0,1% dari seluruh *zinc* di dalam tubuh yang mempunyai masa pergantian yang cepat (Almatsier, 2001).

Biasanya hanya sekitar 30% dari *zinc* yang ada dalam makanan diserap, tetapi jika konsumsi makanan rendah maka tingkat penyerapan mungkin naik hingga 50%. Tidak ada cadangan *zinc* dalam tubuh, sehingga unsur ini diperlukan setiap hari (Michael, 2013).

2. Jumlah dan Distribusi Zinc

Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) tahun 2013 kebutuhan *zinc* dalam sehari pada anak-anak usia 1-3 tahun adalah sebesar 4 mg/hari dan pada anak-anak usia 4-6 tahun adalah sebesar 5 mg/hari (AKG, 2013). Dalam tubuh orang dewasa rata-rata kandungan *zinc* sebesar 1,4-2,5 gram, yang sebagian besar berada dalam tulang dan tidak dapat digunakan untuk metabolisme. Urat daging mengandung sekitar 65% dikarenakan massanya yang besar.

Konsentrasi *zinc* tertinggi berada dalam jaringan penutup(kulit, rambut, dan kuku), dalam retina dan dalam organ reproduksi pria. Konsentrasi *zinc* plasma/serum mendekati 1 µg/ml (100 µg/dl). Darah secara keseluruhan (*whole blood*) mengandung *zinc* sekitar 10 kali lebih tinggi karena adanya anhidrase karbonik dalam sel darah merah (Linder, 2010).

3. Metabolisme Zinc

Metabolisme *zinc* menyerupai metabolisme besi, *zinc* diangkut oleh albumin dan transferin masuk ke aliran darah dan dibawa ke hati. Kelebihan *zinc* disimpan dalam hati dalam bentuk metalotionein, lainnya dibawa ke pankreas dan jaringan tubuh lain. Kira-kira 90% cadangan *zinc* dalam tubuh berubah pelan-pelan dan kemudian tidak langsung siap untuk dilakukan metabolisme. Sisa *zinc* yang mendasar disebut kelompok *zinc* yang dapat berubah cepat, yang mana diperkirakan menjadi penting untuk memelihara fungsi biologi pada manusia. *Zinc* yang dapat berubah cepat dapat pindah ke dalam dan keluar dari kompartemen plasma dalam waktu sekitar 3 hari. Di dalam pankreas *zinc* digunakan untuk membuat enzim pencernaan yang pada waktu makan dikeluarkan ke dalam saluran cerna. Dengan demikian saluran cerna menerima *zinc* dari dua sumber, yaitu dari makanan dan

cairan pencernaan yang berasal dari pankreas. Persediaan *zinc* yang layak dengan diet yang tetap dapat mencukupi kebutuhan *zinc* yang normal untuk pertumbuhan dan pemeliharaan.

Zinc dikeluarkan tubuh melalui usus, ginjal dan kulit. Pengeluaran melalui usus berkisar antara 0,5 – 3 mg/hari tergantung dari asupan *zinc*. Lebih kurang 0,7 mg *zinc*/hari dikeluarkan melalui urine manusia sehat. Keadaan kelaparan dan katabolisme otot meningkatkan pengeluaran *zinc* dalam urine dan tinja. Ekskresi *zinc* melalui kulit sekitar 0,5 mg/hari dan dipengaruhi oleh asupan *zinc*, latihan yang berlebihan serta suhu kamar.

Perbedaan kecil di dalam pengambilan atau pelepasan *zinc* dari sekeliling tempat dapat mempunyai efek pada konsentrasi *zinc* plasma, konsentrasi *zinc* plasma tidak dapat dipercaya menandai adanya total *zinc* dalam tubuh yang tersimpan di semua keadaan. Faktor lain yang dapat mempengaruhi konsentrasi *zinc* plasma adalah hypoalbuminemia yang dapat mempengaruhi penyerapan dan pengangkutan *zinc*, penyakit usus yang bertentangan dengan penyerapan dan pengangkutan *zinc*, kehamilan, infeksi dan bentuk tekanan lain seperti luka jaringan yang dikarenakan pembedahan (Brown & Sara, 2002).

4. Absorpsi *Zinc*

Absorpsi *zinc* diatur oleh metalotionin yang disintesis di dalam sel dinding saluran cerna. Bila konsumsi *zinc* tinggi, di dalam sel dinding saluran cerna sebagian diubah menjadi metalotionin sebagai simpanan, sehingga absorpsi berkurang. Seperti halnya dengan besi, bentuk simpanan ini akan dibuang bersama sel-sel dinding usus halus yang umurnya adalah 2-5 hari. Metalotionin di dalam hati mengikat *zinc* hingga dibutuhkan oleh tubuh. Distribusi *zinc* antara cairan ekstraseluler, jaringan dan organ dipengaruhi oleh keseimbangan hormone dan situasi stress. Hati memegang peranan penting dalam redistribusi ini.

Proses absorpsi membutuhkan alat angkut dan terjadi dibagian atas usus halus (duodenum). *Zinc* diangkut oleh albumin dan transferin masuk ke aliran darah dan hati. Nilai albumin dalam plasma merupakan penentu utama absorpsi *zinc*. Albumin merupakan alat transpor utama *zinc*, absorpsi *zinc* menurun bila nilai albumin darah menurun, misalnya

dalam keadaan gizi kurang atau kehamilan. Dalam keadaan normal kejenuhan transferin akan besi biasanya kurang dari 50%. Bila perbandingan antara besi dengan *zinc* lebih dari 1:2, transferin yang tersedia untuk *zinc* berkurang. Sehingga menghambat absorpsi *zinc*, sebaliknya, dosis tinggi *zinc* juga menghambat absorpsi besi. Hal ini perlu dipertimbangkan bila menggunakan suplemen mineral. Banyaknya *zinc* yang diabsorpsi berkisar antara 15-40%. Seperti halnya besi, absorpsi *zinc* dipengaruhi oleh status *zinc* tubuh. Bila lebih banyak *zinc* yang dibutuhkan, lebih banyak pula jumlah *zinc* yang diabsorpsi (Almatsier, 2001).

Jika tubuh mengalami defisiensi *zinc* akan menghambat sirkulasi *zinc* di dalam tubuh dari pankreas ke saluran cerna sehingga mengakibatkan gangguan fungsi pankreas, gangguan saluran cerna. Kondisi tersebut dapat menyebabkan penurunan ketajaman indra rasa sehingga dapat menyebabkan nafsu makan menurun.

Bahan makanan sumber *zinc* ataupun suplemen *zinc* dapat membantu meningkatkan sirkulasi *zinc* di dalam tubuh dari pankreas ke saluran cerna, sehingga dapat memperbaiki pembentukan kilomikron dan permukaan saluran cerna. Kondisi tersebut dapat meningkatkan ketajaman indra rasa sehingga nafsu makan meningkat (Almatsier, 2001).

E. *Zinc* dan Pertumbuhan

Zinc umumnya ada di dalam otak, dimana *zinc* mengikat protein. Kekurangan *zinc* akan berakibat fatal terutama pada pembentukan struktur otak, fungsi otak dan mengganggu respon tingkah laku dan emosi (Black, 1998).

Sejak janin sampai akhir pertumbuhan sekitar 18 tahun, peran *zinc* dalam tumbuh kembang anak terutama terkait dengan perannya pada proses metabolisme, yaitu peranan *zinc* sebagai komponen metaloenzim, konformasi polimerase dan berbagai fungsi sebagai ion bebas pada stabilitas membrane. Beberapa peran ini yang terpenting adalah peranan *zinc* sebagai komponen metaloenzim (Prasad, 1997).

Umur juga mempengaruhi faktor yang penting dalam hubungan antara defisiensi *zinc* dengan perkembangan kognitif anak. Karena selama masa pertumbuhan dan perkembangan cepat, seperti pada masa remaja jika konsumsi makan tidak cukup dan seimbang, maka anak akan kekurangan zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan dan perkembangan tersebut seperti protein, vitamin dan mineral mikronutrien tertentu. Anak-anak yang berasal dari pedesaan dan dari keluarga dengan penghasilan rendah ditemukan mempunyai konsentrasi *zinc* dalam plasma yang rendah selama masa pertumbuhan dan masa remaja (Butrimovitz dan Purdy, 1998 cit Black, 1998) dan keadaan gizi anak yang berasal dari keluarga yang berpenghasilan menengah menderita defisiensi *zinc* yang sedang selama masa pertumbuhan (Skinner, et al., 1997 cit Black, 1998).

Anak yang masih menyusui, air susu ibu tidak dapat mensuplai *zinc* dalam jumlah yang lebih. Dan juga adalah sulit untuk memenuhi kebutuhan *zinc* bayi dan anak selama masa transisi dari air susu ke makanan padat. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Brown (1998) menunjukkan bahwa *zinc* yang dibutuhkan dari makanan tambahan berbeda dengan *zinc* yang harus dipenuhi setiap hari (diperkirakan 2,8 mg/hari untuk usia 6 – 24 bulan) dan asupan *zinc* dari air susu ibu. Makanan tambahan harus menyediakan 84 – 89% *zinc* yang dibutuhkan bayi pada usia 6 – 24 bulan. Berdasarkan rata-rata asupan ASI di Negara berkembang, bayi yang berusia 6 – 9 bulan membutuhkan 50 – 7 gram hati atau daging yang tidak berlemak setiap hari atau kira-kira 40 gram ikan segar, untuk memenuhi tambahan *zinc* yang dianjurkan dari makanan padat. Dari analisa ini mereka menyarankan untuk memberikan suplementasi *zinc* atau fortifikasi *zinc* selama masa pertumbuhan karena bayi dan anak di Negara berkembang tidak mungkin memenuhi kebutuhan *zinc* mereka dari makanan.

F. *Zinc* dalam Rambut

Kadar *zinc* rambut merupakan biomeker dalam mengetahui status *zinc* tubuh dimana *zinc* rambut akan diambil sebagai *zinc* endogen untuk mencukupi kebutuhan *zinc*. Analisis kadar *zinc* rambut lebih tepat menggambarkan status *zinc* masa lampau, dimana stunting merupakan

kondisi malnutrisi yang sudah berlangsung dalam jangka waktu lama (*chronic malnutrition*) (Lowe, 2009 dalam rahmawati, 2012).

Zinc dari batang rambut mencerminkan jumlah zinc yang tersedia untuk folikel rambut pada saat pertumbuhan. Dengan asumsi tingkat normal pertumbuhan rambut, konsentrasi zinc dalam proksimal 1 - 2 cm dari rambut mencerminkan serapan zinc oleh folikel 4 - 8 minggu. Oleh karena itu korelasi positif antara konsentrasi zinc rambut dan indeks biokimia lain dapat diamati pada defisiensi zinc kronis (Gibson, 2005). Status zinc dikategorikan normal $\geq 100 - 500$ ppm dan defisiensi < 100 ppm berdasarkan analisis kadar zinc dalam rambut (Yusar, 2009).

Beberapa bukti menunjukkan bahwa konsentrasi zinc yang rendah dalam sampel rambut yang dikumpulkan selama masa anak-anak dapat mencerminkan status zinc sub optimal kronis selama tidak terdapat gangguan seperti malnutrisi energi, protein. Konsentrasi zinc rambut rendah dilaporkan pertama kali dalam kasus defisiensi zinc laki-laki muda dewasa kerdil di Timur Tengah (Strain, 1996 dalam Gibson, 2005). Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Gibson (2005) menunjukkan hubungan yang signifikan antara konsentrasi zinc rambut dan indeks makanan, terutama rasio fitat zinc dalam subjek yang mengkonsumsi makanan terutama nabati.

Penelitian yang dilakukan oleh Nurmawati (2015) menunjukkan bahwa kadar zinc rambut memiliki hubungan dengan kejadian stunting pada kasus anak SD kurang gizi di Kecamatan Bululawang Kabupaten Malang. Kadar zinc rambut yang defisit memiliki resiko sebesar 116,286 kali dapat mengalami kurang gizi dengan stunting dibandingkan yang memiliki kadar zinc rambut normal.

G. Kelebihan dan Defisiensi Zinc

Kelebihan *zinc* hingga dua sampai tiga kali AKG menurunkan absorpsi tembaga. Kelebihan sampai sepuluh kali AKG mempengaruhi metabolisme kolesterol, mengubah nilai protein dan tampaknya dapat mempercepat timbulnya arteroklerosis. Dosis sebanyak 2 gram atau lebih dapat menyebabkan muntah, diare, demam, kelelahan yang sangat, anemia dan gangguan reproduksi. Suplemen *zinc* bisa menyebabkan keracunan (Almatsier, 2001).

Prasad dan Halsted mengatakan bahwa defisiensi *zinc* menyebabkan *stunting* dan *hypogonadism* pada anak laki-laki petani Iranian. Mereka kemudian menjelaskan dalam hipotesis mereka pada remaja di *Egyptian* dan Iranian melalui penelitian tentang metabolisme *zinc* dan percobaan terapeutik. Defisiensi *zinc* juga diketahui terjadi pada anak-anak dan orang dewasa di beberapa Negara dan menjadi masalah kesehatan masyarakat yang penting (*Reeport of Meeting Baltimore, 1996*).

Menurut MC. Nall. AD dalam Sanstead, H (1991) menunjukkan bahwa *zinc* berpengaruh terhadap hormon pertumbuhan, rendahnya tingkat Insulin like *Growth Factor I* (I GF-I), *Growth Hormon* (GH) Reseptor dan GH Binding Protein RNA seringkali dihubungkan dengan defisiensi *zinc*. Rendahnya system regulasi dari hormon pertumbuhan dapat mengakibatkan pertumbuhan linier dan kadang sampai terhenti pertumbuhan berat badan.

Tanda-tanda defisiensi *zinc* adalah gangguan pertumbuhan dan kematangan seksual. Fungsi pencernaan terganggu, Karena gangguan fungsi pankreas, gangguan pembentukan kilomikron dan kerusakan permukaan saluran cerna. Di samping itu dapat terjadi diare dan gangguan fungsi kekebalan. Kekurangan *zinc* kronis mengganggu pusat sistem saraf dan fungsi otak. Karena kekurangan *zinc* mengganggu metabolisme vitamin A, sering terlihat yang terdapat pada kekurangan vitamin A. Kekurangan *zinc* juga mengganggu fungsi kelenjar tiroid dan laju metabolisme, gangguan nafsu makan, penurunan ketajaman indra rasa serta memperlambat penyembuhan luka (Almatsier, 2001).

Gejala klinis kekurangan *zinc* terdiri dari pertumbuhan yang terlambat, *dermatosis*, *hipogonadisme*, *oligospermi*, adaptasi yang menurun, gangguan imunitas, rambut rontok dan nafsu makan berkurang (Pudjiadi, 2001).

H. Bahan Makanan Yang Membantu dan Menghambat Zinc

Beberapa bahan makanan yang dapat meningkatkan penyerapan *zinc* adalah asam askorbat dan sitrat (papaya, jambu biji, pisang, mangga, semangka, pir, jeruk, lemon, apel, jus nanas, kembang kol dan limau), asam malak dan tartat (wortel, kentang, tomat, labu, kol, dan lobak cina), asam amino sistein (daging, kambing, daging babi, hati, ayam dan ikan) dan produk-produk fermentasi (kecap kacang kedele, acar/asinan kubis).

Beberapa makanan yang dapat menghambat penyerapan *zinc* adalah fitat (beras, terigu, gandum, kacang kedele, susu coklat, kacang dan tumbuhan polong), polifenol (the, kopi, bayam, kacang, tumbuhan polong dan rempah-rempah), kalsium dan fosfat (susu dan keju) (Gillespie, 1998).

Pada umumnya diet tinggi protein mengandung banyak *zinc*, sedangkan makanan yang mengandung terutama karbohidrat konsentrasinya rendah. Sumber utama *zinc* terdapat pada bahan makanan berasal dari hewani, seperti daging, ikan, kerang, ayam, telur dan sebagainya (Pudjadi, 2001). Selain itu makanan yang mengandung fitat dan makanan berserat menghalangi absorpsi *zinc* (Eschlemen, 1996).

I. Interaksi *Zinc*, Protein dan Lemak

Di dalam usus halus protein makanan dicerna total menjadi asam amino, yang kemudian diserap melalui sel-sel ephitelium dinding usus. Semua asam amino larut dalam air sehingga dapat berdifusi secara pasif melalui membrane sel. Setelah asam amino diserap ke dalam jaringan dinding usus, terus dialirkan ke dalam kapiler darah dan melalui vena porta ke dalam hati. Didalam aliran darah asam amino ditransport bersama albumin, tetapi ikatannya sangat longgar sehingga dianggap sebagai asam amino bebas (Sediaoetama, 2000).

Protein (asam amino) berperan dalam metabolisme *zinc*. *Zinc* diikat oleh suatu protein intestinal kaya sistein (*CRIP/Cystein-Rich Intestinal Protein*). Selanjutnya *zinc* dipindahkan ke metalotionin atau melintasi sisi serosa enterosit untuk berikatan dengan albumin. *Zinc* dibawa dan terkonsentrasi di hati setelah berpindah dari intestinal ke sirkulasi porta. Albumin diidentifikasi sebagai protein plasma yang membawa *zinc* ke darah porta. Komponen plasma lain yang mengandung *zinc* adalah makroglobulin, transferrin dan asam amino khususnya sistein dan histidin (Kohlmeier, 2003).

Distribusi *zinc* yang telah diabsorpsi ke jaringan ekstrahepatik terutama terjadi oleh plasma yang mengandung sekitar 3 mg *zinc* atau sekitar 0,1% dari total *zinc* di dalam tubuh. *Zinc* terikat longgar dengan albumin an asam amino. Fraksi ini bertanggung jawab pada transport *zinc* dari hati ke jaringan. Semua *zinc* yang diabsorpsi diangkut ari plasma ke jaringan sehingga

pertukaran zinc dari plasma ke dalam jaringan sangat cepat untuk memelihara konsentrasi plasma zinc yang relatif konstan (Gropper et al, 2005).

Di dalam duodenum lemak dipecah oleh enzim lipase yang berasal dari sekresi pankreas. Trigliserida dipecah menghasilkan metabolit di- dan monogliserida serta asam lemak bebas dan gliserol (Sedioetama, 2000)

Gliserol (suatu ikatan 3-karbon seperti piruvat akan tetapi dengan susunan H dan OH pada karbon yang berbeda) memasuki jalur metabolisme di antara glukosa dan piruvat dan dapat diubah menjadi glukosa atau piruvat. Piruvat kemudian diubah menjadi asetil KoA untuk kemudian memasuki siklus TCA (*Tri Carbocyclic Acid*) (Sedioetama, 2000).

Sedangkan sebagian besar asam lemak alami terdiri dari atom karbon dalam jumlah genap, biasanya enam belas atau delapan belas karbon. Asam lemak mula-mula akan dipecah melalui proses oksidasi ke dalam unit-unit yang terdiri atas 2-karbon. Tiap pecahan 2-karbon ini akan mengikat satu molekul KoA akan membentuk asetil KoA. Proses perubahan asam lemak menjadi banyak molekul asetil KoA dinamakan beta-oksidasi. Setiap molekul asetil KoA akan memasuki siklus TCA seperti halnya yang dilakukan glukosa. Setiap kali unit dua karbon pecah dari molekul asam lemak, akan dilepas sedikit energy. Bila unit 2-karbon ini kemudian memasuki siklus TCA dalam bentuk asetil KoA akan dihasilkan energy sebanyak kurang lebih tiga kali lipat (Almatsier, 2001).

J. Penentuan Status *Zinc*

Angka normal status *zinc* dalam rambut menurut Yusar (2009) adalah $\geq 100 - 500$ ppm. lebih jelasnya dapat kita lihat dalam tabel 5 di bawah ini untuk mengetahui nilai rujukan kadar *zinc* di berbagai cairan dan jaringan tubuh.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Kadar *Zinc* Rambut

Kategori	Kadar <i>Zinc</i> Rambut (ppm)
a. Defisiensi <i>zinc</i> kronis	<70
b. Defisiensi <i>zinc</i> ringan	70 - 100
c. Kadar <i>zinc</i> normal	>100 - 500
d. Kadar <i>zinc</i> diatas normal	>500

Sumber : Yusar, 2009

Terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan untuk menetapkan status *zinc* yaitu melalui kadar *zinc* plasma atau serum, kadar *zinc* eritrosit, kadar *zinc* leukosit dan netrofil, kadar *zinc* rambut, kadar *zinc* urin, kadar *zinc* air liur, uji ketajaman pengecap. Keseimbangan metabolisme *zinc*, studi isotop, respon pertumbuhan dan perkembangan seksual terhadap *zinc*, enzim yang tergantung pada *zinc* misalnya aktifitas alkali fosfatase. Konsentrasi *zinc* dalam serum atau plasma adalah parameter yang paling sering digunakan sebagai parameter untuk menetapkan kadar *zinc* seseorang karena mudah dilakukan dan cukup akurat. Sedangkan konsentrasi *zinc* dalam rambut dapat dipakai pada studi lapangan. (Hidayat, 1999).

Tanda klinis defisiensi *zinc* pada anak balita, seperti terhabatnya pertumbuhan dan rendahnya nafsu makan (anorexia), seringkali di hubungkan dengan konsentrasi *zinc* pada rambut kurang dari 70 µg/g (1,07 µmol/g), sehingga nilai ini sering digunakan sebagai “*cut off point*” konsentrasi *zinc* pada rambut yang dapat menunjukkan status *zinc* dibawah normal pada anak (Gibson, 2005).