

4 PEMBAHASAN

4.1 *Moringa Oleifera* terhadap Status Gizi Kurang Balita

“Ghidza” merupakan bahasa Arab yang memiliki arti makanan dan diterjemahkan sebagai *nutrition* atau “Gizi”(Suhaimi, 2019). Menurut Efina Amanda *et al.* (2022), setelah tubuh mengkonsumsi makanan, selanjutnya zat-zat gizi akan bekerja merupakan pengertian dari zat gizi. Status gizi kurang pada balita terjadi akibat adanya ketidakseimbangan zat gizi dengan kebutuhan tubuh yang menyebabkan *malnutrition* yaitu kelainan gizi seperti (Tutik Hidayati *et al.*, 2019) :

- *Overnutrition* : Dimana tubuh melebihi batas kebutuhan yang disebabkan oleh konsumsi zat-zat gizi tertentu dalam jangka waktu yang lama.
- *Undernutrition* : Dimana tubuh tidak dapat memenuhi kebutuhan yang disebabkan oleh kurangnya asupan zat-zat gizi sehari-hari

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya status gizi kurang dibedakan menjadi 2 bagian yaitu:

1. Penyebab langsung
 - Asupan Makanan harus memenuhi jumlah serta komposisi dari gizi seimbang (I Komang Agus Jaya Mataram, 2022).
 - Kualitas dan kuantitas dari jenis pangan yang dikonsumsi dapat mempengaruhi kesehatan tubuh (Irianti, 2018).

2. Penyebab tidak langsung

Sosial ekonomi, sanitasi lingkungan yang kurang baik (air yang kotor), pengetahuan akan hubungan kesehatan dengan makanan dan pendidikan yang rendah (Irianti, 2018).

“The Miracle Plant” merupakan sebutan untuk tanaman yang memiliki banyak manfaat seperti salah satunya adalah *Moringa Oleifera* (Nurul *et al.*, 2020). Menurut Nurul *et al.* (2020), tanaman Kelor dapat tumbuh 7 m – 15 m dengan diameter 20 cm – 40 cm, hal ini disebabkan karena termasuk ke dalam kategori *Moringaceae*. Selain itu memiliki bunga yang berwarna putih dan buah dengan panjang 30 cm (Erna, 2014). Kemudian memiliki batang yang kecil sehingga dapat mudah patah (Hendarto, 2019). Lalu pada daun Kelor muda memiliki warna hijau muda dan akan berubah menjadi hijau tua

(Zummatul Atika *et al.*, 2021). *Moringa oleifera* memiliki banyak kandungan gizi yang dapat memperbaiki status gizi pada anak maupun balita. Balita yang mengkonsumsi tepung daun *Moringa Oleifera* sebanyak 2-3 gram dalam sehari-hari mengalami kenaikan lebih tinggi jika dibandingkan dengan balita yang hanya mengkonsumsi 1 butir telur (Zakaria, Abdullah Tamrin, 2012 dalam Rahayu, Anna and Nurindahsari, 2018).

Status gizi kurang pada balita dapat diukur dengan melihat beberapa parameter seperti BB/TB, TB/U, BB/U, dan IMT/U. Dapat dilihat pada tabel 7 bahwa, pada parameter BB/U bahwa setelah dilakukan intervensi dengan menambahkan daun Kelor membuat berat badan balita meningkat. Menurut Netshiheni, Mashau and Jideani, (2019) menyatakan bahwa kandungan protein serta mineral pada daun Kelor adalah tinggi. Selain itu, pada penelitian Basri *et al.*, (2021) *Moringa Oleifera* yang digunakan dengan cara dikeringkan menjadi bubuk dan ada yang di *extract* menggunakan air, lalu nutrisi dari daun yang dikeringkan seperti Zn dan protein memiliki hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan daun yang di *extract*. Hal ini didukung oleh penelitian Tarigan, (2020) yang memiliki hasil sebelum intervensi balita memiliki berat badan 10,25 kg dan setelah diberikan *cookies* Kelor menjadi 10,59 kg dengan selisih 0,34 kg. Hal ini dikarenakan kandungan protein, karbohidrat dan, lemak total dari *cookies* tepung daun Kelor lebih tinggi jika dibandingkan dengan SNI yaitu sebesar 12,1%, 36,9%, dan 27,0%, sedangkan menurut SNI 9%, 30%, dan 9,5% (Tarigan, 2020). Dapat dilihat bahwa kedua penelitian tersebut memiliki dosis dan durasi perlakuan yang berbeda. Nilai *mean* setelah perlakuan daun Kelor ke dalam *cookies* dengan dosis 15 gram/keping dan 90 hari lamanya lebih tinggi hampir dua kali lipat, jika dibandingkan dengan dosis 600 mg/hari dan 28 hari perlakuan. Hal ini didukung oleh Talitha Best, (2015) bahwa dosis dan durasi perlakuan mempengaruhi efek dan hasil akhir intervensi. Terdapat dua penelitian lain yang tidak memenuhi kriteria inklusi dan datanya tidak dipakai tetapi memiliki trend yang sama yaitu (Talitha Best, 2015) dan (Tarigan, 2020). Penelitian Talitha Best, (2015) tidak dapat dimasukkan ke dalam tabel karena berupa buku. Penelitian Tarigan, (2020) tidak dapat dimasukkan ke dalam tabel data, dikarenakan tidak adanya peringkat jurnal pada artikel.

Balita yang memiliki status gizi sangat kurus (*severe wasted*) dan kurus (*wasted*) didiagnosis dengan parameter BB/TB (Hasyim *et al.*, 2021). Dapat dilihat di tabel 7 pada parameter BB/TB setelah diberikan intervensi mengalami perubahan peningkatan berat badan serta tinggi badan balita. Kelor dijadikan tepung dalam intervensi biskuit pada balita. Kandungan protein sebesar 18,63 g/100g pada tepung daun Kelor (Alain Mune *et al.*, 2016). Menurut Kusumawardani *et al.* (2018), kandungan *zinc* sebesar 0,0025 mg/100g, dan protein sebesar 43,14 g/100g. Lalu kandungan protein sebesar 26,02 g/100g (Augustyn *et al.*, 2017). Penggunaan Kelor dalam biskuit selain menaikkan nutrisi juga memberikan warna hijau, sehingga dapat menarik perhatian balita agar lebih ingin mencoba memakannya (Augustyn *et al.*, 2017). Hal ini didukung oleh penelitian Netshiheni *et al.*, (2019) menyatakan bahwa menambahkan daun Kelor ke dalam bubur dapat meningkatkan nilai nutrisi seperti protein yang telah difortifikasi memiliki hasil yang tinggi jika dibandingkan dengan sampel kontrol. Suhu ideal untuk memanggang kue kering yaitu 140°C – 160°C (Wibowo, 2014). Penggunaan suhu tinggi bertujuan untuk dapat menurunkan kadar air pada biskuit, yang disebabkan peningkatan suhu pemanggangan (Kusnadi, 2021). Kemudian, penggunaan Kelor bertujuan untuk meningkatkan nutrisi dari biskuit, akan tetapi dapat terjadi penurunan mineral dan juga protein yang disebabkan oleh denaturasi protein (Kusnadi, 2021). Penggunaan suhu tinggi dapat menyebabkan kehilangan nutrisi yang tidak besar, dikarenakan adanya kandungan air pada bahan serta kandungan nutrisi Kelor lebih tinggi jika dibandingkan dengan bahan pangan lain. Hal ini didukung oleh penelitian Augustyn *et al.*, (2017) yang memiliki biskuit Kelor serta mocaf lebih tinggi jika dibandingkan dengan standar dari kemenkes.

Penelitian oleh Zakaria, Hadju and Rosmini, (2018) menunjukkan bahwa bayi laki-laki dan perempuan berusia 4 bulan dan 6 bulan yang menerima intervensi kapsul ekstrak daun Kelor mengalami kenaikan berat badan. Sebaliknya, tinggi badan bayi laki-laki berusia 4 bulan turun sebanyak 0,4 cm, sedangkan yang berusia 6 bulan tidak mengalami perubahan tinggi badan. Pada bayi perempuan berusia 4 bulan mengalami kenaikan tinggi badan. Sebaliknya, pada balita berusia 6 bulan mengalami penurunan 0,2 cm. Terjadinya penurunan setelah intervensi dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti dosis yang diberikan kurang akibat adanya kendala saat dibuka terdapat serbuk

yang jatuh. Selain itu, dosis yang diberikan dengan menggunakan kapsul ekstrak daun Kelor mengandung 0,10g protein, sedangkan kapsul tepung daun Kelor mengandung protein sebesar 0,22g dengan lamanya intervensi 3 bulan (Zakaria, Hadju and Rosmini, 2018). Jika dibandingkan dengan standar kecukupan balita usia 4 bulan asupan protein yang dianjurkan sebesar 9 g/hari, sedangkan usia 6 bulan sebesar 15 g/hari (Kemenkes, 2019). Dapat dilihat bahwa jika dosis yang diberikan terlalu sedikit, maka hasil intervensi tidak dapat mengalami peningkatan, atau bahkan dapat mengalami penurunan. Hal ini didukung oleh Talitha Best, (2015) hasil setelah intervensi mengalami kenaikan atau penurunan dipengaruhi oleh penambahan dosis dan durasi perlakuan.

Kemudian untuk parameter TB/U sebelum diberikan dengan setelah pemberian mengalami perubahan peningkatan. Lalu dapat dilihat bahwa memiliki hasil yang signifikan, artinya adanya peningkatan hubungan sebelum perlakuan dengan setelah perlakuan mengalami kenaikan. Kemudian besarnya perubahan untuk berat badan sebesar 7,1% dan tinggi badan sebesar 3,6%. Lalu untuk parameter IMT/U sebelum diberikan intervensi memiliki hasil 1 anak=sangat kurus, 7 anak = kurus, 22 anak = normal. Lalu setelah diberikan intervensi 0= sangat kurus, 3 = anak kurus, 27 normal. Dapat dilihat bahwa setelah diberikan intervensi tidak ada anak berada pada kategori sangat kurus, serta kategori kurus telah berkurang 4 anak dan dalam kategori normal bertambah 5 anak. Terdapat peningkatan signifikan nilai IMT sebesar 6,7 dengan nilai korelasi 0,645 yang menunjukkan bahwa hubungan sebelum dan sesudah perubahan kuat atau memiliki kenaikan. Dapat dilihat bahwa setelah dilakukan intervensi pada balita tidak ada yang mengalami status gizi sangat kurus, dan yang memiliki status gizi kurus berkurang menjadi 3 anak. Hal ini dapat disebabkan dosis yang diberikan tidak sesuai dengan usia balita, karena di dalam data artikel tidak dicantumkan responden usia balita.

4.2 Hubungan Protein, Kalsium, dan Zinc dengan *Insulin Growth Factor*

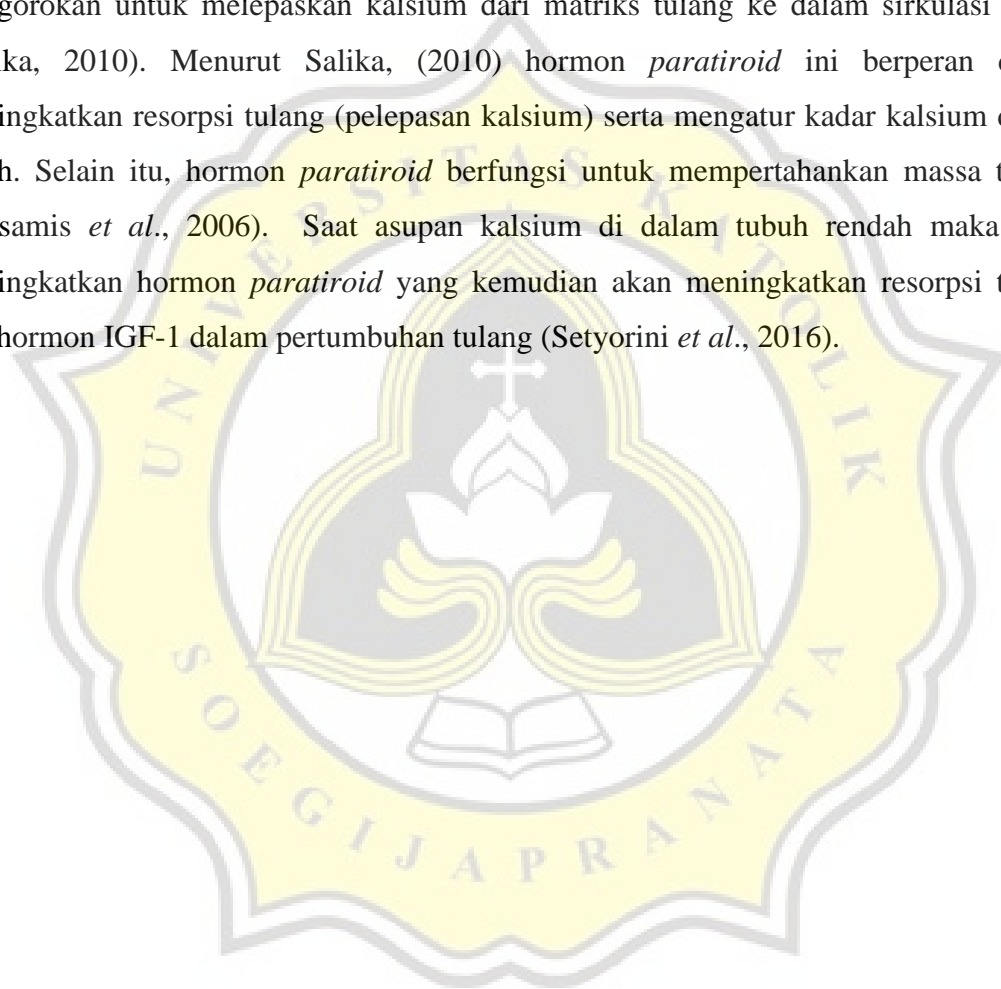
Insulin Growth Factor 1 (IGF-1) dapat disebut juga dengan *Somatomedin-C* didapatkan dari hormon pertumbuhan yang bekerja di hati kemudian menstimulasi produksi IGF-1 (Oz, M., & Roizen, 2009). IGF-1 berfungsi sebagai perantara dalam menghantarkan kerja *Growth Hormone* (GH) (Adriani, 2014). Selain itu, IGF-1 berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tulang (Adriani, 2014). Hal ini didukung oleh Oz, M., & Roizen, (2009) menyatakan yang menyebabkan adanya efek pemicu pertumbuhan dalam anak-anak adalah IGF-1.

Zinc memiliki hubungan untuk memproduksi hormon pertumbuhan tulang pada manusia dengan meningkatkan *Insulin Growth Factor* (IGF-1) (Dewi, E. K., & Nindya, 2017) (Muhammad, Nurhajjah and Revilla, 2018). *Insulin Growth Factor* (IGF-1) berfungsi sebagai perantara dalam hormon pertumbuhan (Dewi *et al.*, 2017). Dapat dilihat pada gambar 5. *zinc* bekerja dengan cara menginduksi neuropeptida pada hipotalamus yang merupakan hormon yang disebut dengan *Growth Hormone Releasing Hormone* (GHRH) untuk mengendalikan sel-sel serta organ di dalam tubuh (Muhammad, Nurhajjah and Revilla, 2018). Selanjutnya, merangsang hormon pertumbuhan (GH) atau dapat disebut dengan sel *somatotropin* yang dikeluarkan oleh hipofisis agar dapat mempercepat serta mengendalikan pertumbuhan tulang. Jika asupan *zinc* di dalam tubuh rendah maka dapat menghambat produksi hormon pertumbuhan serta produksi IGF-1 menjadi menurun.

Menurut Kemenkes, (2014) 1000 hari pertama merupakan rentannya terjadi asupan gizi yang tidak tercukupi, sehingga dapat memperlambat pertumbuhan pada anak. Dapat dilihat pada gambar 5. protein memiliki hubungan dalam membuat matriks tulang dengan cara menstimulasi *osteotrophic hormone* IGF-1 agar mencapai puncak massa tulang (*peak bone mass*) (Nurhasanah *et al.*, 2021) (Sari *et al.*, 2016). *Osteotrophic* adalah proses pendistribusian mineral kalsium ke dalam jaringan tulang. Jika asupan protein di dalam tubuh rendah maka dapat mempengaruhi pertumbuhan tulang serta produksi matriks tulang dan merusak massa tulang (Sari *et al.*, 2016). IGF-1 akan sulit untuk mencapai massa tulang (*peak bone mass*) serta mempengaruhi *osteoblast* yang

merupakan pembentuk tulang (Sari *et al.*, 2016). Hal ini didukung oleh Valsamis *et al.*, (2006) bahwa osteoblast merupakan proses untuk pembentukan tulang.

Kalsium di dalam tubuh didapatkan melalui proses *remodelling* yaitu perombakan dan pembentukan tulang kembali secara terus menerus (Valsamis *et al.*, 2006). Dapat dilihat pada gambar 5. *Remodeling* berfungsi untuk mempertahankan massa tulang (Setyorini *et al.*, 2016). Dalam proses ini dibantu oleh hormon *paratiroid* yang terletak di samping tenggorokan untuk melepaskan kalsium dari matriks tulang ke dalam sirkulasi darah (Salika, 2010). Menurut Salika, (2010) hormon *paratiroid* ini berperan dalam meningkatkan resorpsi tulang (pelepasan kalsium) serta mengatur kadar kalsium dalam darah. Selain itu, hormon *paratiroid* berfungsi untuk mempertahankan massa tulang (Valsamis *et al.*, 2006). Saat asupan kalsium di dalam tubuh rendah maka akan meningkatkan hormon *paratiroid* yang kemudian akan meningkatkan resorpsi tulang dan hormon IGF-1 dalam pertumbuhan tulang (Setyorini *et al.*, 2016).

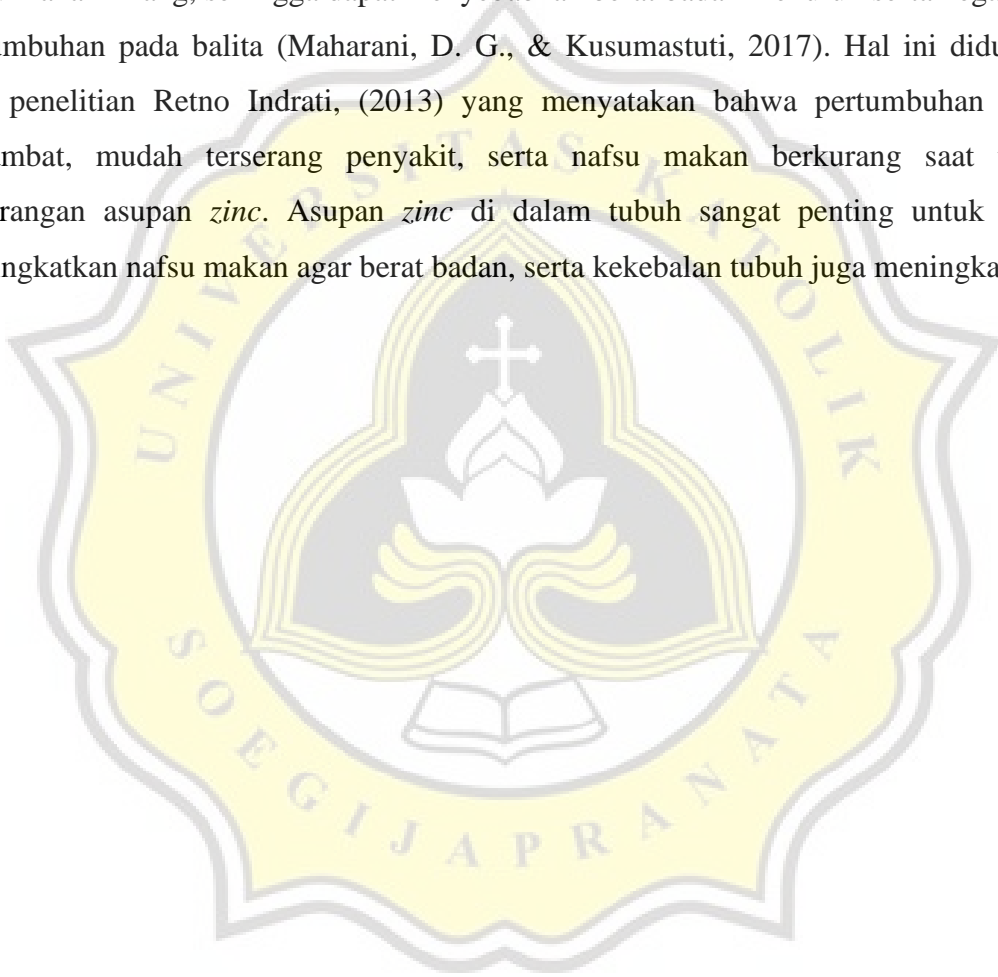


4.3 Hubungan Protein, Kalsium, dan Zinc dengan Penambahan Berat Badan

Protein dapat meningkatkan berat badan melalui massa otot. Hal ini didukung oleh Senowati, (2018) bahwa asupan protein berperan pada sintesis protein otot yang akan berpengaruh pada massa otot. Menurut Siska, Zahtamal and Putri, (2019) jika mengkonsumsi protein yang lebih maka dapat meningkatkan berat badan dari penambahan massa otot. Peningkatan asupan protein dapat membuat sintesis protein meningkat serta menurunkan degradasi protein yang membuat terjadinya keseimbangan protein ke arah positif (Setiowati, 2013). Keseimbangan protein yang positif didapatkan saat proses sintesis protein melebihi pemecahan protein (Anna Fitriani, 2021). Pemecahan protein dapat terjadi lebih besar dari sintesis protein pada saat tubuh tidak melakukan aktivitas seperti tidur serta tidak berolahraga (Anna Fitriani, 2021). Saat tubuh mengkonsumsi protein maka dicerna menjadi asam amino. Asam amino esensial berfungsi mendukung sintesis protein otot untuk pertumbuhan, pembangunan, serta memperbaiki jaringan tubuh (Made Astawan, Ayu P.G. Prayudani, 2021). *Branched Chain Amino Acids* (BCAA) merupakan asam amino esensial yang berperan dalam sintesis protein otot seperti valin, leusin, dan isoleusin (Made Astawan, Ayu P.G. Prayudani, 2021).

Kalsium merupakan salah satu unsur yang penting karena berfungsi untuk memenuhi kepadatan tulang (Wirakusumah, 2007). Jika asupan kalsium di dalam tubuh tercukupi, maka tulang menjadi kuat dan padat (Wirakusumah, 2007). Semakin padat tulang berat badan juga dapat meningkat. Hal ini didukung oleh Andini, (2019) semakin rendah IMT yang dimiliki seseorang, maka semakin tinggi terjadinya gangguan kepadatan tulang. Namun, semakin tinggi IMT maka kemungkinan terjadinya gangguan kepadatan tulang semakin rendah (Andini, 2019). Saat kalsium di dalam tubuh berkurang, maka tubuh akan mendapatkan kalsium dari tulang (*remodelling*), jika semakin banyak kalsium diambil maka tulang semakin menipis bahkan dapat menyebabkan pengeroposan (Wirakusumah, 2007). Menurut Hayati dan Herwana, (2018) tulang menjadi rapuh akibat kepadatan tulang menurun, dikarenakan oleh sel-sel yang menyebabkan pengikisan tulang atau dapat disebut dengan *osteoklas* bekerja lebih cepat dari sel-sel pembentukan tulang yaitu *osteoblast*.

Zinc adalah mikronutrien yang berfungsi untuk tumbuh kembang serta meningkatkan kekebalan tubuh (imunitas) pada anak (Riskiyah, 2017). Hal ini didukung oleh Maharani, D. G., & Kusumastuti, (2017) bahwa peranan *zinc* sebagai sistem imunitas, pertumbuhan, perkembangan, serta metabolisme balita. Hal ini dikarenakan aktivitas sel-sel imunitas akan melawan masuknya infeksi ke dalam tubuh manusia dengan cara mengkonsumsi *zinc* sebagai sistem pertahanan tubuh (Asiah *et al.*, 2020). Saat asupan di dalam tubuh berkurang maka anak akan mengalami defisiensi *zinc* yang menyebabkan nafsu makan hilang, sehingga dapat menyebabkan berat badan menurun serta kegagalan pertumbuhan pada balita (Maharani, D. G., & Kusumastuti, 2017). Hal ini didukung oleh penelitian Retno Indrati, (2013) yang menyatakan bahwa pertumbuhan dapat terhambat, mudah terserang penyakit, serta nafsu makan berkurang saat tubuh kekurangan asupan *zinc*. Asupan *zinc* di dalam tubuh sangat penting untuk dapat meningkatkan nafsu makan agar berat badan, serta kekebalan tubuh juga meningkat.



4.4 Kandungan Protein pada Daun *Moringa Oleifera*

Protein memiliki fungsi untuk membentuk jaringan yang rusak serta membentuk jaringan yang baru, seperti pada balita untuk membentuk struktur organ tubuh tulang, gigi, dan otot (Mardiah, 2006). Protein juga berfungsi sebagai antibodi untuk melawan berbagai penyakit (Mardiah, 2006). Protein dibedakan menjadi dua yaitu asam amino esensial (tidak dapat disintesis dalam tubuh) dan non esensial (dapat disintesis dalam tubuh) (Nurhayat *et al.*, 2018). Balita sangat membutuhkan asam amino esensial dengan jumlah yang lebih banyak jika dibandingkan dengan orang dewasa untuk membangun jaringan ikat (Mardiah, 2006). Menurut Rudy Purwanto *et al.* (2018), mengungkapkan bahwa jaringan ikat bertugas untuk menyusun sistem sirkulasi darah, melindungi organ-organ tubuh serta menyokong dan memperkuat jaringan lain seperti jaringan lemak yang berfungsi untuk menyimpan energi. Pada balita jaringan ikat yang dimiliki masih sangat muda, sehingga jika terkena benturan akan lebih mudah memar (lebih rentan) (Parinduri, 2020).

Kandungan protein daun segar dan daun kering *Moringa Oleifera* ditunjukkan pada tabel 8. Berdasarkan hasil penelitian pada daun segar memiliki selisih sebesar 1,41 mg/100g. Menurut Matali, Wungouw and Sapulete, (2017) bahwa salah satu cara untuk menaikkan status gizi menjadi lebih baik dengan mengkonsumsi susu. Konsumsi susu di Indonesia lebih rendah yaitu 11,09 liter jika dibandingkan dengan Negara ASEAN sebesar 20 liter (Clara M Kusharto *et al.*, 2020). Kambing dapat dipergunakan untuk dijadikan susu, hal ini dikarenakan khasiat dari susu kambing lebih tinggi jika dibandingkan susu sapi seperti kalsium dan protein (Clara M Kusharto *et al.*, 2020). Susu sapi segar dan susu kambing memiliki kandungan protein yang lebih rendah yaitu sebesar 3,2 g/100g dan 4,3 g/100g, jika dibandingkan dengan daun Kelor segar (Panganku.org, 2018).

Produk olahan susu yang banyak dikenal serta berkembang cukup baik adalah yogurt dengan adanya berbagai merek dan jenis yang beredar di pasaran (Kabuli, K. K., Indriani, Y., & Situmorang, 2018). Manfaat dari yogurt untuk orang yang memiliki keterbatasan dalam mengkonsumsi susu dikarenakan adanya *lactose intolerance*

(Kabuli, K. K., Indriani, Y., & Situmorang, 2018). Menurut Erna, (2014) protein dalam daun Kelor segar lebih besar yaitu 6,7 mg/100g, jika dibandingkan dengan yogurt 3,1 mg/100g. Hal ini didukung oleh penelitian Dhakar *et al.*, (2011), Islam *et al.*, (2021) dan Sahay *et al.*, (2017) mengungkapkan hasil penelitian protein *Moringa Oleifera* sebesar 6,7 g/100g. Lalu menurut penelitian Mahmood *et al.* (2010), kandungan protein daun Kelor segar sebesar 6,6 g/100g. Selain itu, menurut Kemenkes, (2018) dan (Panganku.org, 2018) standar mengenai daun segar *Moringa Oleifera* sebesar 5,1 g/100g.

Selanjutnya, Kemenkes, (2019) mengungkapkan kebutuhan protein untuk balita yaitu:

- Balita usia 0-5 bulan sebesar 9 g/hari
- Balita usia 6-11 bulan sebesar 15 g/hari
- Balita usia 1-3 tahun sebesar 20 g/hari
- Balita usia 4-6 tahun sebesar 25 g/hari

Balita yang mengalami kekurangan protein memiliki ciri-ciri warna kulit lebih pucat (jika mengalami anemia akan lebih pucat), tidak memiliki nafsu makan, tidak aktif, tampak murung, pertumbuhan menjadi terhambat, warna rambut hitam akan berubah perlahan-lahan menjadi coklat kemerahan serta mudah rontok (Mahayu, 2016). Dapat dilihat bahwa kandungan protein daun Kelor segar tergolong tinggi jika dibandingkan dengan bahan pangan lain, sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan zat gizi protein dalam sehari-hari untuk mencegah terjadinya kekurangan gizi.

Pada artikel jurnal daun Kelor kering menyatakan bahwa memiliki hasil yang berbeda-beda. Pada sampel yang diambil dari Ouagadougou dibedakan menjadi 3 bagian yaitu *sector* 4, 13, dan 26 dilakukan pendinginan (*cooling*) terlebih dahulu sebelum digunakan. Pendinginan dilakukan pada suhu -1°C hingga $+10^{\circ}\text{C}$, bertujuan untuk dapat memberikan umur simpan yang panjang dengan menghambat dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang dapat merusak bahan pangan (A Rachman Ibrahim *et al.*, 2021). Hal ini didukung oleh Agus Susilo *et al.*, (2019) bahwa penggunaan suhu -2°C hingga $+10^{\circ}\text{C}$ bertujuan untuk pendinginan bahan pangan. Selain itu pendinginan berpengaruh terhadap nilai gizi, karena pendinginan bertujuan untuk menghambat penurunan nutrisi yang berlangsung cepat (Agus Susilo *et al.*, 2019). Kandungan

protein pada daun Kelor kering lebih tinggi yaitu diatas 20 g/100g jika dibandingkan dengan daun Kelor segar. Hal ini didukung oleh penelitian (Teixeira *et al.*, 2014) yang memiliki kandungan protein sebesar 28,65 g/100g. Selain itu, dalam penelitian (Ijarotimi, Fagbemi and Osundahunsi, 2013) memiliki hasil 29,93 g/100g dalam daun Kelor kering.

Perbedaan hasil dipengaruhi oleh pengambilan daun yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu pucuk, daun muda, dan daun tua (Tri Akbar, Suketi and Gema Kartika, 2019). Menurut Laka and Wangge, (2020) bahwa pucuk daun serta daun muda banyak menyimpan nitrogen serta berfungsi sebagai membentuk protein, bahan fotosintesis, dan sintesis klorofil. Namun, hal ini tidak sesuai dengan Saputri *et al.* (2019), bahwa kandungan protein terbesar pada daun tua karena daun dapat tumbuh lebih hijau dan lebar jika terdapat kandungan nitrogen yang tinggi serta nitrogen memiliki fungsi dalam meningkatkan kadar protein, memberikan warna hijau, dan mempercepat pertumbuhan. Proses berlangsungnya fotosintesis dibantu oleh nitrogen untuk meningkatkan kadar protein, laju pertumbuhan lebih cepat, serta warna lebih hijau (Irwan, 2020). Saat daun berwarna kuning pucat dikarenakan kandungan protein lebih rendah dan dapat mengalami pertumbuhan serta fotosintesis yang lambat (Irwan, 2020). Hal ini didukung oleh (Pade, S. W., & Bulotio, 2019) menyatakan kandungan klorofil yang lebih tinggi membuat peningkatan laju fotosintesis lebih cepat. Semakin tingginya kandungan nitrogen pada daun, maka hasil produksi bahan kering yang dihasilkan juga tinggi (Saputri *et al.*, 2019)

Jika dibandingkan dengan daun segar, daun kering memiliki hasil yang lebih besar. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan dari beberapa faktor seperti (Ika Maryani, 2019):

- Pencucian : Proses untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada daun.
- Penirisan : Proses untuk mengurangi air yang masih menempel pada daun Kelor, hal ini bertujuan agar pada saat pengeringan tidak ada air yang ikut terbawa.
- Pengeringan : Proses ini menggunakan suhu ruangan yang tertutup 30⁰ C-35⁰C selama 2 hari hingga kadar air < 5%. Daun Kelor yang telah kering

diremas untuk mengetahui bahwa kadar air di dalam daun kurang dari 5%. Pengeringan dilakukan kepada kedua sisi daun hingga merata dengan baik. Selanjutnya tangkai daun akan dipisahkan serta akan diletakkan ke dalam tempat seperti rak dengan ketebalan maksimal 2 cm. Proses ini cukup *tricky* karena hasil pengeringan yang baik akan menghasilkan warna hijau, jika terlalu lama dalam pengeringan daun dapat berubah warna menjadi kuning kecoklatan.

- Penyimpanan: penyimpanan dilakukan untuk menghindari udara masuk dengan menggunakan *container* plastik *food grade*.

Menurut Kurniawati and Fitriyya, (2018) dalam penelitiannya menggunakan sinar matahari untuk mengeringkan daun Kelor selama 1-2 hari. Pengeringan daun Kelor tidak menggunakan suhu tinggi, karena dapat menyebabkan kerusakan pada protein (Amelia Zuliyanti Siregar *et al.*, 2008). Protein dapat rusak jika dipanaskan jika suhu melebihi 60°C (Abdurahman, 2006). Selain itu daun Kelor kering yang telah dihancurkan menjadi bubuk lebih mudah menyerap kelembapan di sekitar ruangan selama atau setelah penggilingan, sehingga dapat disimpan ke dalam wadah kedap udara, terlindung oleh cahaya, serta suhu dijaga agar tetap 24⁰ C atau 75,2⁰ F (Mishra, Singh and Singh, 2012). Hal ini akan membuat bubuk daun Kelor dapat digunakan hingga 6 bulan (Mishra *et al.*, 2012). Semakin tinggi kadar air dalam bahan pangan akan membuat umur simpan rendah, hal ini disebabkan kerusakan dari mikroba (Chinwe *et al.*, 2015).

Pengeringan menggunakan oven dengan suhu 60°C dan 80°C selama 24 jam dapat mengakibatkan kandungan protein menurun (Olabode *et al.*, 2015). Hal ini dikarenakan suhu yang digunakan lebih tinggi, jika dibandingkan dengan artikel data (Ijarotimi, Fagbemi and Osundahunsi, 2013) yang menggunakan suhu 40°C selama 48 jam.

4.5 Kandungan Kalsium pada Daun *Moringa Oleifera*

Kalsium dibutuhkan pada masa balita karena dapat mempengaruhi tulang menjadi kuat atau mudah rapuh (Whitney English, 2021). Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 9 daun segar *Moringa Oleifera* memiliki hasil yang tidak jauh berbeda dengan selisih 0,25 mg/100g. Hal ini didukung oleh penelitian Sahay *et al.*, (2017), Mahmood *et al.*, (2010), Islam *et al.*, (2021) dan Dhakar *et al.*, (2011) menyatakan bahwa kandungan kalsium pada *Moringa Oleifera* sebesar 440 mg/100g. Lalu (Rajput *et al.*, 2017) melaporkan hasil penelitian yang dimiliki sebesar 475,33 mg/100g. Akan tetapi berbanding jauh dengan Kemenkes, (2018) dan Panganku.org, (2018) bahwa kandungan daun Kelor segar sebesar 1.077 mg/100g.

Kebutuhan kalsium umumnya didapat dengan mengkonsumsi susu, hal ini disampaikan oleh (Whitney English, 2021) anak yang tidak meminum susu sapi memiliki perawakan yang lebih rendah. Menurut Matali, Wungouw and Sapulete, (2017) bahwa susu dapat membuat status gizi anak menjadi lebih baik. Hal ini didukung oleh (Fikawati *et al.*, 2019) berdasarkan penelitiannya balita yang mengkonsumsi susu memiliki asupan kalsium lebih besar jika dibandingkan dengan balita yang tidak mengkonsumsi susu. Akan tetapi *Moringa Oleifera* memiliki kandungan kalsium yang lebih besar jika dibandingkan dengan susu. Menurut penelitian Erna, (2014) kandungan kalsium pada daun *Moringa Oleifera* lebih besar yaitu 440 mg/100 g, jika dibandingkan dengan susu sebesar 120 mg/100g.

Dapat dilihat bahwa daun kering *Moringa Oleifera* memiliki kandungan nutrisi diatas 1000 mg/100g. Perbedaan nutrisi kandungan *Moringa Oleifera* disebabkan pemilihan daun yang digunakan, daun yang berwarna hijau tua (klorofil lebih tinggi) memiliki kandungan kalsium juga lebih tinggi jika dibandingkan dengan daun pada pucuk (klorofil rendah) (Irwan, 2020). Hal ini didukung oleh Hasyim and Hapzah, (2019) bahwa kandungan kalsium paling tinggi pada daun Kelor tua yang dikeringkan, hal ini disebabkan umur penggunaan daun (pucuk, muda, dan tua) memberikan hasil nutrisi yang berbeda-beda. Hal ini didukung oleh Dhakar *et al.*, (2011) sebesar 2.003 mg/100g kandungan kalsium pada daun kering *Moringa Oleifera*. Lalu menurut Rajput *et al.*

(2017), melaporkan hasil penelitian sebesar 2.032,83 mg/100g kandungan kalsium pada daun Kelor kering. Pada daun, kalsium bertujuan untuk mengatur penyerapan ion, saat kandungan kalsium tinggi maka pertumbuhan akan lebih besar (Irwan, 2020). Jika kandungan kalsium di daun Kelor rendah maka mengakibatkan pertumbuhan terhambat sehingga daun dapat berubah menjadi kerdil (Irwan, 2020).

Dapat dilihat pada tabel 9 untuk daun kering *Moringa Oleifera* bahwa hasil metode ICP-MS lebih tinggi jika dibandingkan dengan ICP-OES. Hal ini dipengaruhi proses pengabuan basah dan kering yang dilakukan. Pada data dengan metode pengabuan basah (ICP-OES) menggunakan asam nitrat atau HNO_3 sebagai pengoksidasi, sehingga Ca dapat teroksidasi dan larut (Asmorowati *et al*, 2020). Lalu penggunaan HCl sebagai oksidator akan dikombinasikan dengan HNO_3 untuk dapat mendestruksi, agar dapat mengubah logam menjadi senyawa logam klorida, dan diubah menjadi kompleks anion yang stabil (Asmorowati *et al*, 2020). Penggunaan suhu rendah pada pengabuan basah bertujuan agar menghindari kehilangan mineral akibat penguapan (Asmorowati *et al*, 2020). Pada data dengan pengabuan kering (ICP-MS) menggunakan suhu tinggi berkisar antara 500°C - 600°C untuk mendestruksi komponen organik, hingga terbentuk abu berwarna putih keabu-abuan (Nur Endah Saputri, 2022). Hal ini didukung oleh Suoth, (2022) bahwa suhu yang digunakan berkisar antara 400°C - 800°C . Dapat dilihat pada data bahwa semakin dikeringkan maka nilai nutrisi semakin meningkat, hal ini dikarenakan ukuran partikel yang sangat kecil akibat menggunakan proses penumbukan dan tidak adanya kandungan air akan membuat nilai nutrisi semakin tinggi (Basri *et al.*, 2021).

Moringa Oleifera memiliki nutrisi yang berbeda-beda, hal ini bergantung pada umur daun seperti (pucuk, daun muda, dan daun tua) (Irwan, 2020). Daun Kelor tua selalu menyimpan banyak nutrisi, kemudian disalurkan ke daun Kelor muda untuk menunjang perkembangan serta pertumbuhan (Mubarak *et al.*, 2017). Menurut Yang, Chang and Lévassieur, (2006) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kandungan kalsium di daun tua (*mature leaves*) lebih tinggi yaitu sebesar 454 mg/100g jika dibandingkan dengan tunas muda 82 mg/100g. Hal ini didukung oleh Irwan, (2020) bahwa daun Kelor tua lebih tinggi mengandung kalsium jika dibandingkan dengan daun di pucuk. Dapat

dilihat bahwa pada *dry leaves* hasil terendah dan tertinggi menggunakan pengabuan kering, hal ini dapat dipengaruhi oleh pemilihan daun yang digunakan sebelum diabukan.

Berdasarkan Kemenkes, (2019) tentang angka kecukupan kalsium dalam sehari yaitu :

- Bayi usia 0-5 bulan sebesar 200 mg/hari
- Bayi usia 6-11 bulan sebesar 270 mg/hari
- Bayi usia 1-3 tahun sebesar 650 mg/hari
- Bayi usia 4-6 tahun sebesar 1.000 mg/hari

Jika mengkonsumsi kalsium di atas anjuran atau batas yang seharusnya, dapat dikeluarkan lewat urine dan tidak menyebabkan toksik (Milah, 2019).

Mineral dapat rusak jika dipanaskan melebihi suhu 100⁰C (Apriadji, 2007). Suhu ruangan yang digunakan untuk mengeringkan daun Kelor sebesar 30⁰C - 35⁰C selama 2 hari hingga kadar air < 5% (Ika Maryani, 2019). Pengeringan yang digunakan dengan menggunakan sinar matahari banyak digunakan dikarenakan suhu yang relatif rendah (Taufan *et al.*, 2020). Menurut Kurniawati and Fitriyya, (2018) lamanya pengeringan menggunakan sinar matahari selama 1-2 hari. Kandungan serta kadar mineral akan lebih tinggi saat kadar air di dalam daun menurun (Kurniawati and Fitriyya, 2018). Menurut Mbah, B. O., Eme, P. E., & Paul, (2012) berdasarkan penelitiannya, yang menggunakan oven dengan suhu 60⁰C selama 4 jam memberikan hasil bahwa kandungan kalsium daun Kelor lebih tinggi jika dibandingkan dengan pengeringan yang menggunakan sinar matahari. Lalu proses pengeringan dengan menggunakan *freeze drying* dilakukan menggunakan suhu dan tekanan rendah dibawah 0⁰C (Purwoko *et al.*, 2020). Menurut Agus Susilo *et al.* (2019), pembekuan dapat menghambat penurunan nutrisi yang berlangsung cepat. Akan tetapi pada tahap ini juga dipengaruhi oleh perlakuan lainnya seperti pengabuan basah, sehingga masih terdapat air yang ada pada daun Kelor dan nutrisinya tidak setinggi dengan pengeringan oven atau sinar matahari jika dibandingkan.

4.6 Kandungan Zinc pada Daun *Moringa Oleifera*

Zinc merupakan suatu komponen yang berfungsi dalam transpor karbon dioksida serta dalam sintesis protein. Adanya gangguan dari fungsi otak, respon tingkah laku, serta pembentukan struktur otak dapat terjadi jika kekurangan asupan *zinc* (Adriani, 2014). Jika anak tidak dapat mencukupi kebutuhan asupan *zinc* dalam sehari-hari dapat berdampak pada pertumbuhan secara linier, penurunan berat badan, penyembuhan luka yang lama (Endah Yani *et al.*, 2016). Hal ini didukung oleh Putra *et al.*, (2021) yang menyatakan pertumbuhan linier pada anak dapat terganggu jika kebutuhan nutrisi tidak tercukupi serta dengan jangka waktu yang lama dapat menyebabkan pengerdilan yaitu dimana pertumbuhan anak dibawah rata-rata. Selain itu tidak bisa hanya disupply dari asupan ASI untuk memenuhi kebutuhan *zinc* dalam sehari-hari ditambah dengan semakin berkembang dan bertumbuhnya anak maka kebutuhan asupan semakin besar. Menurut Kemenkes, (2019) kebutuhan asupan *zinc* dalam sehari untuk balita sebagai berikut:

- Balita usia 0-5 bulan sebesar 1,1 mg/hari
- Balita usia 6-11 bulan sebesar 3 mg/hari
- Balita usia 1-3 tahun sebesar 3 mg/hari
- Balita usia 4-6 tahun sebesar 5 mg/hari

Dapat dilihat pada tabel 10 kandungan *zinc* pada daun segar *Moringa Oleifera* memiliki selisih sebesar 1,14-0,94 mg/20g. Jika dibandingkan dengan Panganku.org, (2018) dan Kemenkes, (2018) sebesar 0,012 mg/20g dari 0,6 mg/100g. Dapat dilihat bahwa kandungan daun segar pada *Moringa Oleifera* masih lebih tinggi. Lalu menurut Rajput *et al.* (2017), memperoleh hasil penelitian sebesar 0,15 mg/20g dari 7,63 mg/100g. Dapat dilihat bahwa kandungan *zinc* pada *Moringa Oleifera* lebih dari 0,012 mg/20g. Tetapi menurut penelitian Dhakar *et al.* (2011), memiliki hasil yang berbeda dibawah standar yang seharusnya yaitu sebesar 0,0032 mg/20g dari 0,16 mg/100g.

Menurut Matali *et al.* (2017), menyatakan bahwa mengkonsumsi susu dapat membuat status gizi pada anak menjadi lebih baik. Salah satunya dengan mengkonsumsi susu kedelai sebagai alternatif untuk konsumen yang memiliki *lactose intolerance*

(Fathurohman *et al.*, 2020). Selain itu susu kedelai memiliki harga yang lebih murah jika dibandingkan dengan susu hewani serta memiliki nilai gizi yang baik (Fathurohman *et al.*, 2020). Untuk kandungan *zinc* pada daun kering *Moringa Oleifera* lebih tinggi yaitu > 1 mg/100g, jika dibandingkan dengan susu kedelai sebesar 1mg/100g (Kemenkes, 2018). Hal ini didukung oleh Dhakar *et al.*, (2011) sebesar 3,29 mg/100g. Kemudian Rajput *et al.*, (2017) memperoleh hasil penelitian sebesar 26,69 mg/100g.

Dapat dilihat di tabel 10, pada daun kering sebelum perlakuan *proximate*, daun diabukan terlebih dahulu. Hasil terendah pada perlakuan pengabuan kering menghasilkan 1,61 mg/g, sedangkan hasil tertinggi pada pengabuan basah menghasilkan 3,8 mg/g. Menurut Suoth, (2022) kandungan Zn akan membentuk ZnO akibat oksidasi yang terjadi dan cukup stabil pada suhu yang digunakan berkisar 400⁰C -800⁰C. Suhu yang digunakan untuk perlakuan pada hasil terendah sebesar 550⁰C. Menurut Nur Endah Saputri, (2022) menyatakan bahwa suhu pengabuan kering berkisar 500⁰C - 600⁰C hingga terbentuk abu berwarna putih keabu-abuan. Menurut Herlinawati *et al.* (2019), menyatakan bahwa suhu tinggi yang digunakan pada pengabuan kering akan membuat kehilangan mineral.

Perbedaan hasil kandungan *zinc* pada daun dikarenakan teknik pengambilan (pemangkas) yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu (Tri Akbar *et al.*, 2019):

- Lapisan pertama adalah pucuk daun memiliki warna hijau muda.
- Lapisan kedua adalah daun muda yang berusia sedang dengan warna hijau.
- Lapisan ketiga adalah daun tua dengan warna hijau gelap.

Menurut penelitian Irwan, (2020) kandungan nutrisi *zinc* pada daun Kelor muda atau tua lebih rendah jika dibandingkan dengan daun di bagian pucuk. Hal ini dikarenakan, salah satu fungsi dari *zinc* sebagai katalisator pembentuk protein (Novizan, 2002). Pembentukan protein dibantu dengan kandungan nitrogen di daun melalui proses fotosintesis (Laka and Wangge, 2020). Jika kandungan di dalam daun Kelor rendah (kekurangan *zinc*) maka akan menyebabkan daun menjadi mengecil atau kerdil, serta ruas batang memendek (Tioner Purba *et al.*, 2021). Hal ini didukung Irwan, (2020) bahwa pertumbuhan akan terhambat jika saat proses fotosintesis tidak dapat

berlangsung dengan cepat. Kandungan *zinc* merupakan salah satu zat gizi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan balita, terlebih pada kandungan yang dimiliki daun Kelor yang dapat mencukupi kebutuhan dalam sehari, sehingga nilai gizi pada balita dapat meningkat (Hasyim and Hapzah, 2019).

Pengeringan yang dilakukan menggunakan matahari dilakukan selama 1-2 hari (Kurniawati and Fitriyya, 2018). Hal ini didukung oleh Ika Maryani, (2019) menggunakan suhu 30⁰C - 35⁰C selama 2 hari hingga kadar air < 5%. Mineral dapat rusak jika dipanaskan melebihi suhu 100⁰C (Apriadji, 2007). Penggunaan oven sebagai pengering daun Kelor dengan suhu 60⁰C selama 4 jam memberikan hasil yang lebih rendah jika dibandingkan dengan pengeringan sinar matahari (Mbah, B. O., Eme, P. E., & Paul, 2012). Hal ini sesuai dengan hasil data yang menggunakan pengeringan matahari lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan oven. Kemudian penggunaan *freeze drying* dilakukan pada suhu dan tekanan rendah dibawah 0⁰C (Purwoko *et al.*, 2020). Proses ini menggunakan konsentrasi uap air pada bagian depan pengeringan dengan kondensor untuk menghilangkan uap air selama proses berlangsung (Purwoko *et al.*, 2020). Menurut Agus Susilo *et al.* (2019), pembekuan dapat menghambat penurunan nutrisi yang berlangsung cepat. Sehingga dapat dilihat bahwa hasil data yang menggunakan *freezer drying* lebih tinggi.

Kekurangan asupan *zinc* dapat terjadi pada balita dikarenakan pola pemberian makan tidak baik, kualitas makanan yang diberikan rendah, atau tingkat ketersediaan *zinc* yang terbatas (Adriani, 2014). Jika berlangsung dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan diare, pertumbuhan kerdil, kehilangan nafsu makan, dan sistem kekebalan tubuh menjadi menurun (Stone, 2010). Kelebihan asupan *zinc* dapat menyebabkan demam, muntah, serta diare (Adriani, 2014). Jika mengkonsumsi melewati batas yang seharusnya dengan jangka waktu yang lama akan dapat menyebabkan keracunan serta menyebabkan iritasi pada saluran cerna (*gastrointestinal*) dan muntah (Adriani, 2014). *Gastrointestinal* adalah saluran untuk menyerap nutrisi, melakukan ekskresi untuk sisa-sisa pencernaan, membantu hati untuk dapat memproduksi *immunoglobulin (antibody)* (Novita Verayanti Manalu *et al.*, 2021).