

**DISERTASI**

**PENGARUH PEMBERIAN DAUN KELOR (*Moringa Oleifera*) PADA  
IBU HAMIL DAN MENYUSUI TERHADAP KUALITAS ASI DAN  
PERKEMBANGAN ANAK USIA 18–24 BULAN  
DI KABUPATEN JENEPONTO**

*The Effect of Moringa Leaves (*Moringa Oleifera*) in Pregnant Mothers  
and Breastfeeding Mothers on Breast Milk Quality and Child's  
Development at the Age of 18–24 Months in Jenepono Regency*

**KARMILA SARIH  
P1000316011**



**PROGRAM STUDI DOKTOR KESEHATAN MASYARAKAT  
PASCASARJANA UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2020**



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## DISERTASI

### PENGARUH PEMBERIAN DAUN KELOR (MORINGA OLEIFERA) PADA IBU HAMIL DAN MENYUSUI TERHADAP KUALITAS ASI DAN PERKEMBANGAN ANAK 18 – 24 BULAN DI KABUPATEN JENEPONTO

Disusun dan diajukan oleh

**KARMILA SARIH**  
Nomor Pokok P1000316011

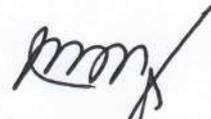
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Disertasi  
pada tanggal 21 Agustus 2020  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui  
Komisi Penasehat,

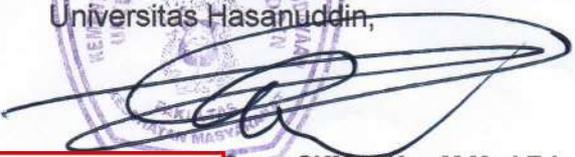
  
**Prof. Dr. Saifuddin Sirajuddin, MS**  
Promotor



**Prof. Dr. Muh. Tahir Abdullah, M.Sc.MSPH**  
Ko-Promotor

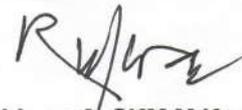


**Dr. dr. Martira Maddeppungeng, Sp.A(K)**  
Ko-Promotor

  
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Hasanuddin,

**Syam, SKM, M. Kes, M. Med. Ed.**

Ketua Program Studi Doktor (S3)  
Ilmu Kesehatan Masyarakat



**Prof. Dr. Ridwan A., SKM, M. Kes, M. Sc. PH**



## PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Karmila Sarih  
Nomor Pokok : P1000316011  
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan disertasi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Januari 2020

Yang menyatakan,



KARMILA SARIH



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan berkah, Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan disertasi ini dengan judul “Pengaruh pemberian daun kelor pada ibu hamil dan menyusui terhadap kualitas ASI dan perkembangan kognitif bayi usia 18-24 bulan di Kabupaten Jeneponto.” Salawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabiullah Muhammad SAW, keluar, sahabat, serta para pengikut beliau sampai akhir zaman.

Disertasi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan proses pendidikan dan memperoleh gelar Doktor pada Fakultas Ilmu Kesehatan Masyarakat Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar. Penyelesaian tulisan ini tentunya tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan yang sangat berharga ini, saya dengan hati yang tulus menghaturkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

**Prof. Dr. Saifuddin Sirajuddin, MS** selaku promotor yang ditengah kesibukannya yang sangat padat, beliau masih bersedia memberi arahan dan membagikan ilmunya dengan penuh kesabaran dan keramahan.

**Prof.Dr.dr.Muh.Tahir Abdullah,M.Sc,MSPH** selaku ko-  
promotor atas bimbingan, arahan dan nasehat yang sangat bermanfaat

untuk kami tetap semangat dan bersabar dalam menyelesaikan  
ini.



**Dr.dr. Martira Maddeppungeng, Sp.A(K)** selaku ko-promotor yang ditengah kesibukan yang sangat padat masih sempat meluangkan waktu untuk memberi arahan dan pehamanan kepada kami dalam menyempurnakan penulisan disertasi ini.

**Prof. dr. Veni Hadju, M.Sc, Ph.D, Dr. dr. Burhanuddin Bahar, MS** dan **Dr. Ariyanti Saleh, S.Kp., M.Si** sebagai penguji internal yang telah banyak memberikan nasehat dan bimbingan keilmuan maupun keahlian dalam penyelesaian disertasi ini.

**Prof. Dr. Ir. Ikeu Tanziha, MS** selaku penguji eksternal yang berkenan meluangkan waktu di sela-sela kesibukan beliau untuk memberikan arahan dan masukan yang bermanfaat sebagai perbaikan dalam penyempurnaan penyusunan disertasi ini.

Secara khusus penghargaan dan ucapan terima kasih juga kami haturkan kepada :

1. Prof. Dr. Hj. Dwia Aries Tina Pulubuhu, MA, selaku Rektor Universitas Hasanuddin, yang telah memberi izin dan kesempatan kepada kami untuk menimbah ilmu pada Program Studi Doktor (S3) Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar
2. Dr. Aminuddin Syam, SKM, M.Kes.,M.Med, selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin



3. Prof. Dr. Ridwan A, SKM, M.Kes, M.Sc.PH selaku Ketua Program Studi S3 Ilmu Kesehatan Masyarakat Unuversitas Hasanuddin
4. Dr. H.M. Syafruddin Nurdin, M. Kes, selaku Kepala Dinas Keshatan Kabupaten Jeneponto yang telah memberi izi pelaksanaan penelitian ini di wilayah kabupaten Jeneponto.
5. Kepala Puskesmas Binamu, Tamalatea, Bontoramba, Bangkala, Tino dan Tolo beserta staf dan jajarannya.
6. Seluruh Staf pengajar S3 Fakultas Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar yang telah memberikan bekal ilmu yang sangat bermanfaat.
7. Teman-teman Angkatan Ke-III (2016) Program Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
8. Irma Suryani, SE MM, sebagai pengelola S3 Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin .

Terkhusus kepada keluarga kecilku, Suami dan anak-anakku yang senantiasa memberikan motovasi dan doa yang tulus, sehingga Allah SWT memberikan kekuatan dan kemudahan dalam penyelesaian studi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan dan penulisan dari disertasi ni masih jauh dari sempurna. Olehnya itu, segala

n, saran dan kritikaqn yang sifatnya korektif dan konstruktif dari pihak sangat kami harapkan.



Semoga segala usaha dan kerja keras penulis dalam penyelesaian tulisan ini senantiasa memberikan manfaat bagi kemaslahatan manusia dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, Januari 2020

Penulis

KARMILA SARIH



## ABSTRAK

**KARMILA SARIH.** Pengaruh Pemberian Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) pada Ibu Hamil dan Menyusui Terhadap Kualitas ASI dan Perkembangan Anak usia 18–24 Bulan di Kabupaten Jeneponto (dibimbing oleh **Saifuddin Sirajuddin, Muh.Tahir Abdullah, dan Martira Maddeppungeng**)

Kekurangan gizi masa kehamilan dan anak usia dini menyebabkan keterlambatan pertumbuhan fisik, perkembangan motorik, dan gangguan perkembangan kognitif. Tujuan penelitian ini adalah menilai perbedaan kadar DHA dan AA ASI serta perkembangan motorik, kognitif dan sosioemosional anak usia 18- 24 bulan pada pemberian ekstrak daun kelor, tepung kelor dan besi asam folat.

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain prospektif longitudinal. Sampel penelitian sebanyak 64 ibu menyusui dan anaknya yang di ambil secara purposif berdasarkan kriteria inklusi. Analisa kadar DHA dan AA ASI menggunakan metode elisa, dan penilaian perkembangan anak menggunakan instrumen CREDI. Data dianalisis secara statistik dengan *Kruska/ Wallis Test* dan *spearman Test*

Hasil penelitian menunjukkan kadar DHA dan AA ASI tidak berbeda secara signifikan ( $p>0,05$ ) antara kelompok MLP, MLE dan IFA. Skor perkembangan motorik, kognitif dan sosioemosional anak tidak berbeda secara signifikan antara ke tiga kelompok intervensi ( $p>0,05$ ). Kadar DHA dalam ASI yang diberikan secara eksklusif berhubungan secara signifikan ( $p=0,042$ ) dengan skor perkembangan kognitif, namun tidak signifikan ( $p>0,05$ ) pada skor perkembangan motorik dan sosioemosional. Kadar AA ASI eksklusif dan non eksklusif, tidak berhubungan secara signifikan dengan ketiga skor perkembangan anak usia 18-24 bulan

Pengaruh pemberian ekstrak daun kelor pada ibu hamil dan menyusui terhadap kadar DHA, AA ASI, dan perkembangan anak usia 18-24 bulan tidak berbeda dengan pemberian tepung daun kelor dan besi asam folat. Kadar DHA ASI eksklusif berpengaruh terhadap skor perkembangan kognitif anak. Ekstrak daun kelor bisa menjadi alternatif pilihan menggantikan besi asam folat untuk pemenuhan asam lemak ALA dan LA ibu hamil dan menyusui.

**Kata kunci** : Daun kelor, ibu hamil dan menyusui, kualitas ASI, skor perkembangan anak.



## ABSTRACT

**KARMILA SARIH.** *The Effect of Moringa Leaves (Moringa Oleifera) in Pregnant Mothers and Breastfeeding Mothers on Breast Milk Quality and Child's Development at the Age of 18–24 Months in Jeneponto Regency* (supervised by **Saifuddin Sirajuddin, Muh.Tahir Abdullah, and Martira Maddeppungeng**)

Malnutrition during pregnancy and early childhood may cause physical growth delays, motor development delays, and cognitive disorders. This study aimed at assessing the DHA and AA levels in breast milk and the motor, cognitive, and socio-emotional developments in children at the age of 18- 24 months after giving Moringa leaves extract, Moringa leaves powder, and iron-folic acid.

This study was an analytical observation with a prospective longitudinal design. The total sample of the study was 64 breastfeeding mothers and their children taken purposively based on the inclusive criteria. The analysis of the DHA and AA levels in breast milk was done using the ELISA method, and the assessment of the child's development was done using CREDI as the instrument. The data were analyzed statistically using the Kruskal-Wallis Test and Spearman Test.

The findings showed that the DHA and AA levels in breast milk were not significantly different ( $p>0.05$ ) between the MLP group, MLE group, and IFA group. The scores for motor, cognitive, and socio-emotional developments in children were not significantly different between those three intervention groups ( $p>0.05$ ). The DHA levels in breast milk that was fed exclusively significantly correlated with ( $p=0.042$ ) the score of cognitive development, but they did not significantly ( $p>0.05$ ) correlate with the scores of motor and socio-emotional developments. The AA levels in exclusive and non-exclusive breast milk did not significantly correlate with the three scores of child's development at the age of 18-24 months.

The effect of Moringa leaves extract in pregnant mothers and breastfeeding mothers on the DHA and AA levels in breast milk and the child's development at the age of 18-24 months is not different from the effect of Moringa leaves powder and iron-folic acid. The DHA levels in exclusive breast milk influence the child's cognitive development score. The Moringa leaves extract can be an alternative replacing Iron-Folic Acid to fulfill the folic acid intake, such as ALA and LA, in pregnant mothers and breastfeeding mothers.

**Keywords:** Moringa Leaves, Pregnant Mothers and Breastfeeding Mothers, Breast Milk Quality, Child's Development Score



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Balakang	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian	11
D. Manfaat Penelitian	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
A. Ibu Menyusui dan Durasi Menyusui	13
B. Asupan Nurtisi Ibu Hamil dan Menyusui	14
C. Potensi Daun Kelor sebagai ( <i>Moringa Oleifera</i> ) Sumber Nutrisi Ibu Menyusui	19



D. ASI sebagai Sumber Gizi Utama Bayi	26
E. <i>Docosahexaenoic Acid (DHA)</i> dan <i>Arachidonic Acid (AA)</i>	38
F. Peran DHA dan AA pada Perkembangan Otak	49
G. Perkembangan Anak Dua Tahun Pertama Kehidupan	67
H. Kerangka Teori dan Kerangka Konsep	85
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	<b>94</b>
A. Rancangan Penelitian	94
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	96
C. Populasi dan Sampel Penelitian	97
D. Jenis dan Alat Ukur	100
E. Pengolahan dan Analisa Data	102
F. Kontrol Kualitas	102
G. Pertimbangan Etik	104
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>105</b>
A. Hasil Penelitian	105
B. Pembahasan	129
C. Keterbatasan Penelitian	161
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>162</b>
A. Kesimpulan	162
B. Saran	163

## DAFTAR PUSTAKA

AN



## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Komposisi kimia bubuk daun Moringa Oleifera Kering (per 100g)	21
2.	Komposisi Nutrisi* daun, bubuk daun, biji dan polong moringa oleifera (*Semua nilai dalam 100 g per bahan tanaman)	22
3.	Kandungan Gizi Tanaman Kelor (Moringa Oleifer, Lamk) (per 100g) (Fuglie 2003)	24
4.	Komposisi Fatty Acid dalam Moringa oleifera (M.Oleifera Lam) leaves	25
5.	Kandungan Gizi Moringa Oleifera dalam Bentuk Ekstrak	26
6.	Komposisi ASI perliter dan Angka Kecukupan Gizi Bayi 0-6 bulan	31
7.	Asam Lemak ASI pada Ibu Menyusui Berdasarkan Durasi Menyusui	32
8.	DHA and AA in mature human milk: geographic variations (%dari total asam lemak susu)	34
9.	Kandungan ASI dalam 6 bulan pertama kehidupan	36
10.	Stuktur Asam Lemak (Bazinet and Layé 2014)	39
11.	Kandungan asam lemak n – 3 dan n – 6 dalam makanan nabati dan hewani pilihan	41
12.	Peran Mikronutrien terhadap Perkembangan Otak	63
13.	Nutrisi penting selama perkembangan otak janin dan neonatal yang terlambat	65
14.	Kecukupan Gizi pada anak di Indonesia	66
	 Keterampilan pada Perkembangan motoric bayi 18-24 bulan	71

16.	Keterampilan pada Perkembangan kognitif bayi usia 18-24 bulan	75
17.	Keterampilan pada Perkembangan Psikososial Bayi 18-24 Bulan	76
18.	Karakteristik soaial Ekonomi Keluarga di Jeneponto Tahun 2019	108
19.	Karakteristik Ibu Menyusui di Jeneponto Tahun 2019	109
20.	Karakteristik, anak usia 18-24 bulan di Jeneponto Tahun 2019	111
21.	Asupan Zat Gizi Ibu menyusui menurut kelompok MLP, IFA dan MLE di Jeneponto Tahun 2019	111
22.	Asupan Zat Gizi anak menurut Kelompok MLP, IFA dan MLE di Jeneponto Tahun 2019	113
23.	Kadar Asam Lemak dalam Tepung Daun Kelor	114
24.	Skor perkembangan anak berdasarkan kelompok MLP, MLE, dan IFA di Jeneponto tahun 2019	115
25.	Perbedaan kadar DHA dan AA ASI ibu menyusui yang diberi tepung daun kelor (MLP), ekstrak daun kelor (MLE), dan besi asam folad (IFA) di Jeneponto Tahun 2019	116
26.	Factor-faktor yang dapat Mepengaruhi Kadar DHA dan AA ASI di Jeneponto tahun 2019	117
27.	Perbedaan skor perkembangan motoric, kognitif, dan sosioemosional anak dari ibu menyusui yang diberi MLP, MLE dan IFA di Jeneponto Tahun 2019	118
28.	Perbedaan Skor Perkembangan Anak pada Asupan Energi, Karbohidrat, Lemak, dan Protein Ibu	119
29.	Perbedaan Skor Prekembangan Anak pad Asipan Energi, Karbohidrat, Lemak, dan Protein Anak	120
	Hubungan Kadar DHA dan AA ASI dengan Perkembangan Motoric, Kognitif, dan Sosioemosional anak Usia 18-24 Bulan di Jeneponto Tahun 2019	121



31.	Hubungan Kadar DHA dan AA pada ASI eksklusif dan non eksklusif dengan Skor perkembangan Motoric, Kognitif, dan Sosioemosional (CREDI) Bayi Usia 18-24 Bulan di Jeneponto Tahun 2019	122
32.	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Skor Perkembangan Anak usia 18-24 bulan di Jeneponto Tahun 2019	123
33.	Analisis Multivariat Regresi Linear dari Determinan Skor Perkembangan Motorik CREDI pada anak usia 18-24 Bulan di Jeneponto Tahun 2019	125
34.	Analisis Multivariat Regresi Linear dari Determinan Skor Perkembangan Kognitif CREDI pada anak usia 18-24 Bulan di Jeneponto Tahun 2019	127
35.	Analisis Multivariat Regresi Linear dari Determinan Skor Perkembangan Sosioemosional CREDI pada anak usia 18-24 Bulan	128



## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Tanaman daun Kelor	20
2.	Struktur asam lemak utama yang ditemukan dalam makanan nabati dan hewani. (Ramesh Kumar Saini and Keum 2018)	41
3.	Jalur biosintetik rantai sangat panjang (VLC) n – 3 dan n – 6 asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) dari prekursor umum (Ramesh Kumar Saini and Keum 2018) (Innis 2003)	42
4.	Sintesis PUFA di Hati	43
5.	Intestinal Absorpsi of Fat (Kohlmeier 2015)	45
6.	Sintesis PUFA hingga Derivat PUFA di Otak. (Bosch-Bouju and Layé 2016)	46
7.	Modifikasi dari Gunane Kerangka Teori Hubungan Omega 3 dengan Kecerdasan Anak (Diana, 2013)	59
8.	Masuknya asam lemak dari plasma ke otak	61
9.	Kerangka Teori Pengaruh Pemberian Daun Kelor pada Ibu Hamil dan Menyusui terhadap Kualitas ASI dan Perkembangan Anak Usia 18-24 Bulan.	85
10.	Kerangka Konsep Pengaruh Pemberian Daun Kelor pada Ibu Hamil dan Menyusui terhadap Kualitas ASI dan Perkembangan Anak Usia 18-24 Bulan	86
11.	Alur Penelitian	93
12.	Alur peserta dari uji coba awal ke tindak lanjut saat ini (2016-2019).	103



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor

1. Rekomendasi Persetujuan Etik
2. Surat keterangan selesai melaksanakan penelitian
3. Surat Keterangan Pemeriksaan Kadar DHA dan AA ASI dengan Metode Elisa
4. Laboratory Test Report Hasil Pemeriksaan Asam lemak dalam tepung daun kelor
5. Surat keterangan telah melaksanakan penelitian di Unit Penelitian Fakultas Kedokteran UNHAS (Lab HUM-RC)
6. Tabel hasil pemeriksaan AA dalam ASI
7. Tabel hasil pemeriksaa DHA dalam ASI
8. Prosedur Pengambilan Sampel ASI
9. Kuesioner CREDI (Caregiver Reported Early Childhood Development Index)
10. Kuesioner 0-6 Bulan
11. Kuesioner 7-12 Bulan
12. Kuesioner 18 Bulan
13. Kuesioner 24 Bulan
14. Master Tabel Penelitian
15. Hasil Analisa Statistik
16. Master Tabel Uji Validasi dan Reabilitas Instrumen CREDI



Analisis Validasi dan Reabilitas instrument CREDI  
Dokumentasi Kegiatan

## DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

AA	<i>Arachidonic Acid</i>
ALA	<i>Alpha-Linolenic Acid</i>
ANC	Antenatal Care
ASI	Air susu ibu
ApoE	<i>Apolipoprotein E</i>
BBB	Blood-Brain Barrier
BBL	Berat Badan Lahir
BBLR	Bayi Berat Lahir Rendah
Ca	Kalsium
CD36	Cluster of Differentiation
CREDI	Caregiver Reported Early Childhood Development
Cu	Tembaga
DHA	<i>Docosahexaenoic Acid</i>
DHA-FFA	<i>Docosahexaenoic Acid free Fatty Acid</i>
DHA FADS SNP	<i>Docosahexaenoic Acid Fatty Acid Desaturation Single Nucleotide Polymorphisms</i>
DHA-PC	<i>Docosahexaenoic Acid Phosphatidylcholine</i>
DHA-TAGs	<i>Docosahexaenoic Acid Triasilgliserida</i>
DM	Dry Matter
DMCS	Development Motorik, Cognitive, Sosioemosional
DPA	<i>Docosapentaenoic Acid</i>
Eksklusif breastfeeding	



EEG	Elektroensefalografi
EFA	<i>Essensial Fatty Acid</i>
EFSA	European Food Safety Authority
EPA	<i>Eicosapentaenoic Acid</i>
FA	<i>Fatty Acid</i>
FABP	<i>Fatty Acid Binding Protein</i>
FADS SNP	<i>Fatty Acid Desaturase Single nucleotide polymorphisms</i>
FATP	<i>Fatty Acid Transport Proteins</i>
Fe	Besi
FFA	<i>Free Fatty Acid</i>
FO	Fish Oli
GLA	<i>Gamma-Linolenic Acid</i>
HAZ	Height-for-Age Z-score
IQ	Intelligence Quotients
IFA	Iron Folic Acid
IMT	Indeks Massa Tubuh
K	Kalium/Potasium
LA	<i>Linoleat Acid</i>
LCPUFA	<i>Long Chain Polyunsaturated Fatty Acid</i>
LDL	<i>Low Density Lipoprotein</i>
	<i>Low Density Lipoprotein Receptor</i>
	<i>Lipoprotein Lipase</i>



MDGs	Millenium Development Goals
MFSD2A	Major Facilitator Superfamily Domain-Containing Protein 2a
Mg	Magnesium
MLE	Moringa Leaf Ekstrac
MLP	Moringa Leaf Powder
MMN	Multiple Micronutrient
Mn	Mangan
MO	Moringa Oleifera
MP-ASI	Makanan Pendamping ASI
Na	Natrium
P	Phosfor
PBL	Panjang Badan Lahir
PNC	Prenatal Care
PO	Perilia Oil
PSG	Pemantauan Status Gizi
PUFA	<i>Polyunsaturated Fatty Acid</i>
RDA	Recommended Dietary Allowances
RISKESDAS	Riset Kesehatan Dasar
SSP	Sistem Saraf Pusat
SO	Soya Oil
UNICEF	United Nations Emergency Children's Fund
	<i>Very Low Density Lipoprotein</i>



WAZ	Weight for Age Z-Score
WHZ	Weight for Height Z-Score
WHO	World Health Organization
Zn	Zinc



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Kualitas sumberdaya manusia dan bangsa di masa kini serta masa yang akan datang sangat ditentukan oleh status kesehatan serta gizi ibu dan bayi.(Ahmad Sulaeman, 2015) Status kesehatan dan gizi ibu pada masa prahamil, saat kehamilannya dan saat menyusui merupakan periode yang sangat kritis. Sebagaimana seribu hari pertama kehidupan mulai sejak terjadinya konsepsi hingga anak berumur 2 tahun, yaitu 270 hari selama kehamilan dan 730 hari kehidupan pertama sejak bayi dilahirkan. Periode ini disebut *golden periode* yang jika tidak dimanfaatkan dengan baik akan terjadi kerusakan yang bersifat permanen, yang tidak hanya berdampak pada pertumbuhan fisik, tetapi juga pada perkembangan mental dan kecerdasan anak, serta di usia dewasa terlihat ukuran fisik tidak optimal serta kualitas kerja tidak kompetitif yang berakibat pada rendahnya produktivitas ekonomi. (Kemenkes RI, 2012)

Dukungan gizi terutama dalam masa tumbuh kembang berpengaruh besar dalam perkembangan anak dan anggota keluarga. Kekurangan gizi pada usia dini akan berimplikasi pada perkembangan anak dan selanjutnya perkembangan potensi diri pada usia produktif. Kurang gizi yang dialami

sal kehidupan juga akan berdampak pada peningkatan risiko gangguan metabolik yang berujung pada kejadian penyakit tidak menular



seperti diabetes, stroke, penyakit jantung, dan penyakit lainnya saat memasuki usia dewasa (Kemenkes RI, 2019)

Masalah gizi anak balita dan kesehatan pada ibu sampai saat ini masih memerlukan perhatian yang serius. Hal ini dapat dilihat dengan angka kematian neonatal di seluruh dunia yang sebagian besar disebabkan oleh komplikasi kelahiran *prematuur* ( 35%), komplikasi selama persalinan (24%), dan *sepsis* (15%). Kekurangann gizi, gangguan pertumbuhan janin, menyusui yang tidak optimal, *stunting*, *wasting*, defisiensi vitamin A dan defisiensi *zink* menyebabkan 45 % kematian anak dari 1 - 3 juta kematian per tahun. (Black et al., 2013) .

Pada tahun 2013, secara nasional prevalensi gizi buruk-kurang pada anak balita sebesar 19,6% yang berarti masalah gizi berat-kurang di Indonesia masih merupakan masalah kesehatan masyarakat mendekati prevalensi tinggi. Diantara 33 provinsi, terdapat tiga provinsi termasuk kategori prevalensi sangat tinggi, yaitu Sulawesi Barat, Papua Barat dan Nusa Tenggara Timur. (Kementrian Kesehatan Republik Indonesi, 2013). Pada hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, gizi buruk pada balita usia 0-23 bulan di Indonesia adalah 3,8%, sedangkan persentase gizi kurang adalah 11,4%, tidak berbeda jauh dengan hasil Pemantauan Status Gizi (PSG) tahun 2017, yaitu gizi buruk pada balita usia 0-23 bulan sebesar 3,5% dan gizi kurang sebesar 11,3%. Provinsi dengan persentase tertinggi

gizi buruk dan gizi kurang pada balita usia 0-23 bulan tahun 2018 adalah



Nusa Tenggara Timur, sedangkan provinsi dengan persentase terendah adalah Provinsi Jawa Barat (Kemenkes RI, 2019).

Gambaran status gizi balita berdasarkan BB/U diatas target MDGs (15,5%) menurut kota / kabupaten di Sulawesi Selatan dengan persentase tertinggi gizi buruk-kurang yaitu Pangkep 31,7%, Maros 31%, Takalar 29,6%, Makassar 29,6% dan Jeneponto 28,4%. (SUL-SEL, 2015) Kabupaten Jeneponto yang memiliki 11 Kecamatan dengan kepemilikan 19 Puskesmas yang tersebar di wilayah kerja Kabupaten Jeneponto, memiliki masalah gizi yang cukup rawan yang salah satunya akibatnya adalah kematian pada anak yang cukup tinggi. (Risnah, 2017)

Fenomena ini sangat terkait dengan ketersediaan dan aksesibilitas pangan penduduk. Berdasarkan data BPS, pada tahun 2009 jumlah penduduk sangat rawan pangan (asupan kalori <1.400 Kkal/orang/hari) mencapai 14,47 persen, meningkat dibandingkan dengan kondisi tahun 2008, yaitu 11,07 persen. Rendahnya aksesibilitas pangan (kemampuan rumah tangga untuk selalu memenuhi kebutuhan pangan anggotanya) mengancam penurunan konsumsi makanan yang beragam, bergizi-seimbang, dan aman di tingkat rumah tangga. Pada akhirnya akan berdampak pada semakin beratnya masalah kurang gizi masyarakat, terutama pada kelompok rentan yaitu ibu, bayi dan anak. (National Institute of Health Research and Development, 2011)



berkirakan lebih dari 200 juta anak di bawah usia lima tahun tinggal  
a berkembang tidak mencapai potensi perkembangan kognitif

mereka. Fenomena perkembangan kognitif, bahasa, dan motoric ini sebagian besar disebabkan mekanisme yang dapat dipengaruhi oleh factor biologis dan risiko psokosial yang sering diperburuk oleh kemiskinan, gizi buruk, dan perawatan di rumah. (Ribe, Svensen, Lyngmo, Mduma, & Hinderaker, 2018)(Sudfeld et al., 2015)

Sejumlah penelitian telah menunjukkan peran penting zat gizi tidak saja pada pertumbuhan fisik tubuh tetapi juga dalam pertumbuhan otak, perkembangan perilaku, motorik, dan kecerdasan. Martorell pada tahun 1996 telah menyimpulkan kekurangan gizi pada masa kehamilan dan anak usia dini menyebabkan keterlambatan dalam pertumbuhan fisik, perkembangan motorik, dan gangguan perkembangan kognitif. Selain itu, akibat kekurangan gizi dapat berdampak pada perubahan perilaku sosial, berkurangnya perhatian dan kemampuan belajar sehingga berakibat pada rendahnya hasil belajar. Penelitian lain juga menyimpulkan bahwa intervensi gizi hanya akan efektif jika dilakukan selama kehamilan dan 2-3 tahun pertama kehidupan anak. (National Institute of Health Research and Development, 2011)

Upaya mewujudkan bayi yang sehat, kuat dan cerdas adalah dengan memberikan makanan yang bergizi. Air Susu Ibu (ASI) diketahui secara universal sebagai makanan yang optimal dan ideal untuk bayi baru lahir hingga usia 6 bulan pertama. (Antonakou et al., 2013)(Ribeiro et al.,

emberian ASI eksklusif sampai usia 6 bulan merupakan salah satu utama program gizi dan kesehatan masyarakat di seluruh dunia.



Organisasi Kesehatan Dunia (*World health Organisation/WHO*) mendorong pemberian ASI eksklusif untuk 6 bulan pertama pascapersalinan dan kelanjutan menyusui sampai anak usia 2 tahun. Namun, terlepas dari upaya ini, di negara-negara Barat, kebanyakan wanita tidak terus menyusui sampai 6 bulan pascapersalinan. (Meedya, Fahy, & Kable, 2010)

Selain menyediakan pasokan nutrisi yang cukup umum yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan normal, ASI (Air Susu Ibu) telah dikaitkan dengan banyak keuntungan lain termasuk penurunan risiko infeksi dan manfaat jangka panjang untuk risiko obesitas, diabetes tipe 2, tekanan darah dan kinerja yang lebih baik dalam tes kecerdasan. (Grote et al., 2016)

Selama dua dekade terakhir, asam lemak terbukti menjadi komponen penting pada ASI, memberikan energi dan nutrisi penting yang merupakan kunci terhadap pengembangan sistem syaraf pusat (SSP) dan tidak dapat disintesis secara *de novo* oleh bayi. (Antonakou et al., 2013) Asam lemak ini adalah unsur penting pada *membrane sel*, dan DHA (*Docosahexaenoic Acid*) secara khusus terakumulasi dalam konsentrasi tinggi pada otak yang sedang berkembang. Dua asam lemak, *docosahexaenoic acid* (DHA) dan *arachidonic acid* (AA) dikaitkan dengan perkembangan sel saraf, retina, dan otak, yang keduanya tersedia untuk bayi melalui ASI. (Keim et al. 2012)

Hasil dari banyak studi klinis menunjukkan bahwa anak-anak yang mendapat ASI mendapat nilai lebih tinggi pada tes fungsi kognitif daripada anak yang diberi susu formula. (Wieslaw Jedrychowski et al. 2013)



Anak-anak yang terpapar *colostrum* tinggi asam *linoleic* (LA) dan rendahnya DHA memiliki IQ (*Intelligence Quotients*) lebih rendah dari pada mereka yang terpapar *colostrum* tinggi DHA, dan mereka yang terpapar *colostrum* rendah LA dan DHA. Data ini mendukung pemberian ASI dan menambahkan bukti untuk peran pemaparan PUFA (*Polyunsaturated Fatty Acid*) dini pada kognitif anak-anak. (Bernard et al., 2017)

Beberapa faktor seperti produksi *endogen* kelenjar susu, pelepasan jaringan *adipose*, dan asupan makan ibu berpengaruh dalam regulasi profil ASI. Secara umum telah terbukti bahwa status ibu dan penyimpanan asam lemak esensial yang berkembang dari kebiasaan makan adalah pengaruh utama kandungan lipid ASI. Secara khusus, asam lemak yang bersirkulasi dari ibu merupakan sumber langsung PUFA yang ada dalam ASI. (Antonakou et al., 2013)

Pada keadaan fisiologis menyusui, kebutuhan gizi ibu meningkat untuk memproduksi ASI yang cukup sehingga rawan terhadap terjadinya gizi kurang. Kurangnya gizi *mikro* dan *makro* yang dikonsumsi oleh ibu menyusui akan mempengaruhi kemampuan untuk menyediakan ASI dengan kandungan gizi yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan bayi. (Hadju, Makassar, Hasanuddin, & Hospital, 2018) Salah satu potensi bahan pangan lokal yang sangat kaya akan zat gizi mikro dan banyak tersedia namun belum dimanfaatkan secara maksimal adalah daun kelor

(*Moringa Oleifera*). Tumbuhan ini mudah ditemukan di seluruh Indonesia dan Sulawesi Selatan. (Nadimin, 2015)



Telah ditemukan bahwa semua bagian *Moringan Oleifera* dapat digunakan, yang mendapat julukannya “pohon ajaib”. Untuk tujuan pengobatan, semua bagian tanaman (akar, daun, biji, kulit kayu, karet dan bunga) telah digunakan untuk mengobati banyak penyakit. Untuk tujuan gizi, daun dapat digunakan sebagai makanan untuk manusia. Bunga, buah dan polong yang belum dewasa juga digunakan sebagai sayuran, terutama di India, Pakistan, Filipina, Hawaii dan sebagian besar Afrika. Bubuk tepung daun *Moringan Oleifera* semakin dikenal sebagai suplemen makanan bernutrisi yang menyelamatkan jiwa, terutama di negara-negara di mana sebagian besar penduduknya kekurangan gizi. (Stadtlander & Becker, 2017)

*Moringan Oleifera* mengandung unsur-unsur yang penting untuk kehidupan, memiliki peran dalam aktivasi *enzim*, konduksi *impuls* saraf, transportasi *oksigen*, fungsi kekebalan. Daun kelor menunjukkan sumber protein yang sangat baik, juga kaya dengan banyak mineral, sangat tinggi dalam seng dan terutama besi. (Alrawashdeh, Alrawashdeh, & Alzghoul, 2016) *Moringa oleifera* juga mengandung lebih banyak asam lemak tak jenuh ganda daripada asam lemak jenuh. (R. K. Saini et al 2014) (Busani, Patrick, Arnold, & Voster, 2011)

Penelitian tentang manfaat moringa oleifera telah banyak dilakukan sebelumnya. Pada sebuah penelitian yang mengevaluasi efektivitas serbuk

moringa oleifera kering dalam pengelolaan anemia pada tikus albino menunjukkan bahwa tikus-tikus yang pakannya diberi bubuk daun



*moringa oleifera* menunjukkan sifat-sifat unggul pada kelompok yang tidak diberi suplemen. Studi ini menunjukkan bubuk daun *moringa oleifera* kering menjanjikan dalam manajemen anemia.(L & Ezeugwu, 2013). Dari penelitian yang lain, pada ibu menyusui yang diberikan kapsul ekstrak daun kelor dapat meningkatkan kadar Hb 0,30 mg / L dan secara signifikan status anemia menurun dari 54,3% menjadi 20%. (Zakaria, As, & Bahar, 2015)

Pemberian ekstrak daun kelor pada ibu hamil dapat meningkatkan kadar hemoglobin, mencegah penurunan Kadar Antioksidan Total (KAT), kerusakan DNA, dan mencegah peningkatan peroksidasi lemak pada ibu hamil. (Nadimin, 2015). Begitupula dengan pemberian tepung daun kelor selama 90 hari selama kehamilan trimester ketiga mempengaruhi berat badan lahir bayi. (Nurdin, 2017)

*Moringan Oleifera* ini sebagai “The Mother’s Best Friend” karena kemampuannya meningkatkan produksi ASI ibu menyusui, dan *hormone prolactin* serta sebagai tanaman bergizi dan obat-obatan. Tanaman *Moringan Oleifera* di Indonesia adalah tanaman lokal yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi kuliner ibu menyusui, senyawa mengandung pitosterol (termasuk dalam klasifikasi *steroid*), yang berfungsi untuk meningkatkan dan mempercepat produksi susu (efek laktogogum) (Chukwuebuka, 2015) (Sulistiawati et al., 2017).

Sebuah penelitian yang mengemukakan bahwa daun *Moringa* secara signifikan meningkatkan produksi susu pada hari-hari ke 4-5 pascapersalinan di antara ibu yang melahirkan bayi



*prematuur*.(Taup, 2000) Pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) diduga dapat meningkatkan kadar hormon menyusui dalam peningkatan kuantitas dan kualitas ASI. (Septadina, Murti, & Utari, 2018) Pemberian ekstrak daun kelor pada ibu menyusui meningkatkan volume ASI secara nyata, namun perubahan kualitas ASI yaitu vitaminC dan E tidak berbeda nyata dengan kelompok kontrol. (Zakaria, 2015a)

Pemberian intervensi berupa suplemen dalam upaya peningkatan kualitas dan kuantitas ASI telah dilaporkan dalam beberapa penelitian. Namun, publikasi tentang bagaimana efek pemberian *Moringan Oleifera* pada ibu hamil dan menyusui terhadap kadar DHA dan AA dalam ASI serta efeknya terhadap perkembangan anak, belum pernah dilaporkan Berdasarkan fakta tersebut kami mencoba melakukan penelitian tentang pengaruh pemberian *moringa oleifera* pada ibu hamil dan menyusui terhadap kadar DHA dan AA ASI serta pengaruhnya terhadap perkembangan anak usia 18-24 bulan.

## B. Rumusan Masalah

Kurangnya gizi *mikro* dan *makro* yang dikonsumsi oleh ibu menyusui akan mempengaruhi kemampuan untuk menyediakan ASI dengan kandungan gizi yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan bayi..

ASI merupakan makanan terbaik bayi yang kaya akan gizi terlengkap dan... dan hingga saat ini belum ditemukan bentuk makanan lain yang menyaingi keunggulan kandungan ASI. Lemak termasuk salah satu



komponen terbesar ASI yang berperan penting sebagai sumber energi utama bayi dan nutrisi penting untuk perkembangan otak bayi.

Pemberian *Moringa Oleifera* diperlukan untuk memenuhi kebutuhan mikronutrien ibu menyusui serta meningkatkan kualitas ASI yang cukup untuk memberikan nutrisi yang optimal terutama DHA dan AA yang sangat dibutuhkan dalam perkembangan anak di masa yang akan datang.

Berdasarkan uraian diatas maka rumusan masalah penelitian yang perlu dijawab melalui penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah pemberian suplemen tepung daun kelor, ekstrak daun kelor atau besi asam folat pada ibu hamil dan menyusui mempengaruhi kadar DHA dan AA ASI ?
2. Apakah pemberian suplemen tepung daun kelor, ekstrak daun kelor dan besi asam folat pada ibu hamil dan menyusui mempengaruhi skor perkembangan motoric, kognitif dan sosioemosional anak usia 18-24 bulan ?
3. Apakah kadar DHA dan AA ASI yang diberikan secara eksklusif berhubungan dengan skor perkembangan motoric, kognitif dan sosioemosional anak usia 18-24 bulan?



### C. Tujuan penelitian

#### 1. Tujuan umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian tepung dan ekstrak daun kelor (*moringa oleivera*) pada ibu hamil dan menyusui terhadap kualitas ASI dan perkembangan anak usia 18-24 bulan.

#### 2. Tujuan khusus

- a. Untuk mengetahui nilai perbedaan kadar DHA dan AA ASI pada ibu yang diberi tepung kelor (MLP), ekstrak kelor (MLE) dan besi asam folat (IFA).
- b. Untuk mengetahui nilai perbedaan skor perkembangan motoric, kognitif, dan sosioemosional anak dari ibu menyusui yang diberi MLP, MLE dan IFA
- c. Untuk mengetahui nilai hubungan DHA dan AA ASI yang diberikan secara Eksklusif dan non eksklusif dengan skor perkembangan motoric anak usia 18 sampai 24 bulan
- d. Untuk mengetahui nilai hubungan DHA dan AA ASI yang diberikan secara Eksklusif dan non eksklusif dengan skor perkembangan kognitif anak usia 18 sampai 24 bulan
- e. Untuk mengetahui nilai hubungan DHA dan AA ASI yang diberikan secara Eksklusif dan non eksklusif dengan skor perkembangan sosioemosional anak usia 18 sampai 24 bulan



#### **D. Manfaat penelitian**

1. Penelitian ini memberikan informasi bahwa daun kelor sebagai sumber pangan lokal mengandung asam lemak alpha linolenic acid (ALA) dan linoleic acid (LA) yang dapat dikonversi menjadi DHA dan AA sebagai sumber mikronutrien yang diperlukan selama masa perkembangan anak.
2. Pemberian suplemen daun kelor dapat menjadi pilihan dalam pemenuhan sumber asam lemak omega 3 dan omega 6 bagi ibu hamil dan menyusui dalam program peningkatan kesehatan ibu dan anak.
3. Masukan bagi penentu kebijakan untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber pangan dari daun kelor dalam rangka peningkatan gizi dan kesehatan ibu hamil dan menyusui untuk mendukung perkembangan anak.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Ibu Menyusui dan Durasi Menyusui

Laktasi atau menyusui adalah karakteristik yang menentukan dari semua mamalia. Pada manusia, menyusui dikaitkan dengan peningkatan kesehatan ibu dan perbaikan kesehatan dan perkembangan bayi. (Jansen, Weerth, & Riksen-Walraven, 2008) Air susu ibu diproduksi di kelenjar susu, yang terdiri dari jaringan kelenjar (*lactocytes*), jaringan ikat dan adipose dan stroma vaskuler. *Epitelium mammaria* tersusun terutama dari dua jenis sel epitel yang terdiferensiasi : sel *sekretorium luminal* dan lapisan sel *myoepithelial* mengelilingi *alveoli* dan saluran yang lebih kecil. Kontraksi sel-sel ini meremas *alveoli* dan menyebabkan aliran susu masuk ke saluran utama (*lactiferous*) yang terlokalisir di belakang puting susu. (Sosa-Castillo, Rodríguez-Cruz, & Moltó-Puigmartí, 2017)

Pola makan adalah faktor penentu utama kesehatan bayi. Kurangnya pemberian ASI eksklusif selama 6 bulan pertama kehidupan merupakan faktor risiko penting untuk morbiditas dan mortalitas bayi dan anak, terutama di negara-negara berkembang. Pemberian ASI eksklusif berarti tidak ada air atau cairan atau makanan lain yang diberikan kepada bayi selain ASI. Pemberian ASI parsial berarti bayi menerima makanan atau minuman selain ASI. Pemberian ASI dianggap eksklusif bila asupan non-



susu kurang dari 100 g/d, dan sebagian bila sudah lebih dari 100g / hari.(Agne-Djigo et al., 2013)

*World Health Organization* (WHO) menganggap pemberian ASI eksklusif untuk 6 bulan pertama kehidupan menjadi metode optimal untuk memberi makan bayi, rekomendasi ini yang juga didukung oleh *American Academy of Paediatrics*. Pemberian ASI dianjurkan untuk setidaknya 2 tahun dan selama itu setelahnya tergantung ibu dan anak. (Leventakou et al., 2015)

Faktor-faktor yang berhubungan dengan durasi pemberian ASI pada bayi adalah faktor sosial demografi, biofisik dan faktor psikososial. Factor social demografi utama yang mempengaruhi perilaku menyusui yang lama, adalah usia, status perkawinan, tingkat pendidikan dan pendapatan keluarga, sedangkan pengalaman *intrapartum*, praktik menyusui dini, dan pemberian ASI yang dirasakan merupakan faktor biofisik yang mempengaruhi pemberian inisiasi dan lama menyusui. Faktor psikososial sebagai hal yang sering dapat disesuaikan dengan intervensi pendidikan oleh petugas kesekatan, yaitu kekuatan niat wanita untuk menyusui, tingkat *self-efficacy* menyusui, dan tingkat dukungan dari pasangan dan keluarga. (Meedya et al., 2010)

## B. Asupan Nutrisi Ibu Hamil dan Menyusui

et dan gaya hidup merupakan penentu penting kesehatan ibu dan mulai dari periode prakonsepsi hingga dua tahun pertama



kehidupan. Masa kehamilan dan menyusui mengalami peningkatan kerentanan gizi karena kebutuhan gizi meningkat. Nutrisi dibutuhkan untuk menjaga keseimbangan antara kebutuhan ibu dan kebutuhan fetus. Beberapa nutrisi yang dibutuhkan melindungi kesehatan ibu dan juga mempengaruhi hasil kelahiran dan kesehatan bayi, persediaan nutrisi ibu yang memadai diperlukan untuk menyusui dan kesehatan umum yang baik, serta untuk kehamilan baru.(Markhus et al., 2015)

Status gizi ibu yang baik selama hamil dan menyusui serta persiapan psikologis selama kehamilan akan menunjang keberhasilan laktasi. Kebutuhan gizi ibu menyusui lebih banyak dari pada ibu hamil. Ibu menyusui memerlukan tambahan kalori, protein, vitamin dan mineral untuk produksi ASI, mengeluarkan ASI dan untuk menjaga kesehatan ibu. Kuantitas dan variasi komposisi ASI yang dihasilkan antara lain dipengaruhi oleh makanan ibu sehari-hari. Ibu menyusui dengan gizi yang optimal dan penambahan konsumsi zat-zat makanan sesuai kebutuhan akan menghasilkan ASI yang bermutu dengan jumlah yang cukup untuk menjamin pertumbuhan dan perkembangan bayinya. (Zakaria, 2015a)

Kebutuhan nutrisi yang diberikan dengan menyusui terutama tergantung pada jumlah *absolut* nutrisi yang ditransfer dari ibu ke bayi melalui ASI. Dengan demikian, dalam mempertimbangkan rekomendasi untuk nutrisi ibu selama menyusui, penting untuk memperhatikan volume

komposisi ASI.(Mulford, 1992). Persyaratan diet dan kesehatan wanita



selama kehamilan dan menyusui seperti yang dikemukakan Marangoni (Marangoni et al., 2016), sebagai berikut :

a. Energi dan *makronutrien*

1) Protein. Pedoman internasional merekomendasikan asupan protein selama kehamilan, terutama selama trimester kedua dan ketiga untuk memastikan tambahan 21 gram yang dibutuhkan untuk jaringan ibu dan janin serta plasenta. Asupan harian yang disarankan harus ditingkatkan sekitar 1g / hari pada trimester pertama kehamilan, 8 g/hari pada trimester kedua, dan 26 g/hari di trimester ketiga. Selama menyusui eksklusif, asupan protein kebiasaan harus ditingkatkan sebesar 21 g/hari pada semester pertama dan 14 g/hari selanjutnya, jika ASI masih menjadi sebagian besar makanan bayi.

2) Lemak

Selama kehamilan, kualitas lemak lebih penting daripada jumlah totalnya, terutama untuk perkembangan janin dan pertumbuhan bayi. Setelah melahirkan, kandungan lemak ASI sangat bergantung pada masa menyusui, tahap pemberian makan, dan jumlah kehamilan, sementara diet ibu (asupan energi, jumlah lemak makanan) dan gaya hidup kurang relevan (kecuali pada kasus gizi buruk yang parah )

3) DHA

Menurut EFSA (*European Food Safety Authority*) dan RDA (*Recommended Dietary Allowances*) Italia, kebutuhan DHA meningkat 100-200 mg per hari selama kehamilan dan menyusui dari



kebutuhan orang dewasa 250 mg/hari untuk EPA plus DHA.(Forsyth, Gautier, & Salem, 2016) Wanita hamil harus mendapatkan suplai tambahan  $\geq 200$  mg DHA / hari, biasanya mencapai total asupan  $\geq 300$  mg DHA / hari. Di Eropa Tengah, dosis DHA 200 mg/hari pada pertengahan kehamilan dan menyusui memperbaiki status DHA ibu. (Bergmann et al., 2008) Asupan yang lebih tinggi (600-800 mg DHA / hari) dapat memberikan perlindungan lebih besar terhadap kelahiran prematur dini.(Nishimura et al., 2014)

Rekomendasi diet untuk AA dilaporkan asupan antara 50 dan 300 mg/hari untuk populasi orang dewasa. Dewan kesehatan Belgia merekomendasikan bahwa AA dari diet harus 0,10 – 0,25% energi (sekitar 102-258 mg/hari) dan DHA 0,10 – 0,40% energi (sekitar 102 – 413 mg/hari). (Forsyth et al., 2016)

b. *Mikronutrien*

1) Besi

Rekomendasi internasional dalam hal tingkat asupan berkisar antara 27 mg per hari untuk semua wanita hamil seperti yang disarankan oleh Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit, dan menurut WHO sampai 30-60 mg seperti yang disarankan oleh RDA Italia. Masa postpartum, ibu rentan terhadap anemia karena kehilangan darah saat melahirkan, 50% wanita memerlukan suplementasi zat besi.

elas mg per hari harus direkomendasikan dan ditingkatkan sampai  
ng/hari setelah dimulainya kembali menstruasi..



## 2) Yodium

Perkiraan jumlah yang akan mencegah defisiensi yodium adalah 200 µg / hari (dibandingkan dengan 150 µg / hari untuk orang dewasa) sesuai dengan EFSA, atau 250 µg / hari sesuai dengan dokumen bersama WHO / UNICEF. Dua ratus µg / hari dianjurkan juga selama menyusui, untuk memastikan kandungan susu sekitar 100-150 µg / 100 mL

## 3) Kalsium

WHO merekomendasikan 1,5-2,0 g / hari dari minggu ke 20 sampai akhir kehamilan, terutama untuk wanita yang berisiko mengalami *hipertensi gestasional*. Asupan yang dianjurkan selama menyusui sama dengan wanita dewasa yang sehat yaitu 1,0 g / hari.

## 4) Vitamin D

Suplementasi dengan vitamin D direkomendasikan untuk semua wanita hamil dengan dosis 600 IU / hari (15 µg / hari). Pada wanita yang berisiko mengalami defisiensi vitamin D, jika ada keluhan 1000-2000IU / hari. Asupan 15 µg / hari (600 IU / hari), misalnya, pada wanita usia subur, selama menyusui ditingkatkan hingga 1000-2000 IU / hari pada masa menyusui dengan adanya faktor risiko defisiensi.

## 5) Folic

RDA (*Recommended Dietary Allowances*) selama kehamilan tingkat sebesar 50% untuk hamil dibandingkan dengan wanita usia subur yang tidak hamil (600 µg / hari vs 400 µg / hari). Idealnya,



suplementasi harus dimulai dua bulan sebelum hamil dan bahkan mencapai 800 µg / hari. Asupan folat oleh ibu menyusui harus ditingkatkan sebesar 25%, sampai 500 µg / hari.

Diet ibu dan persediaan nutrisi adalah satu-satunya sumber nutrisi untuk pertumbuhan janin, dan cenderung mempengaruhi perkembangan saraf anak, yang terjadi dengan cepat selama periode *intrauterin*. *Makronutrien* (karbohidrat, protein dan lemak) berfungsi untuk perkembangan otak secara keseluruhan, sedangkan *mikronutrient*, termasuk vitamin dan mineral memungkinkan *mielinisasi*, *synaptogenesis*, produksi *neurotransmitter* dan *transmisi*. (Veena et al., 2016)

### **C. Potensi Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai Sumber Gizi Ibu Hamil dan Menyusui**

*Moringa oleifera* (MO) adalah pohon serbaguna berukuran kecil dengan tinggi sekitar 5 sampai 10 m yang dibudidayakan di seluruh dunia. *Moringa oleifera*, asli India, tumbuh di daerah tropis dan subtropics di dunia. Umumnya dikenal sebagai “pohon lobak”, dapat menahan kekeringan parah dan kondisi beku ringan dan karenanya banyak dibudidayakan di seluruh dunia. (William, Iddrisu, Damian, Kwame, & Kwami, 2014)

Tanaman ini telah dikatakan sebagai obat yang menjanjikan untuk anemia terutama anemi defisiensi besi. Tanaman *moringa oleifera* segar digunakan untuk memerangi kekurangan gizi, terutama dikalangan ibu an menyusui. Negara-negara seperti Senegal, India, Benin dan



Zimbabwe sekarang menggunakan daun kelor untuk program melawan gizi buruk. (L & Ezeugwu, 2013)



Gambar 1. Tanaman daun Kelor

*Moringa oleifera* sebagai sumber nutrisi yang luar biasa. Daunnya memiliki kalsium setara dengan empat kali lipat dari susu, kandungan vitamin C adalah tujuh kali lipat dari jeruk, sementara potassium tiga kali lipat dari pisang, tiga kali dari besi bayam, empat kali dari jumlah vitamin A dalam wortel, dan dua kali protein dalam susu. Selain itu, daunnya bisa menjadi sumber beta karoten, vitamin C dan E, dan *polifenolik*. *Moringa* disarankan sebagai suplemen mineral diet yang layak. Polong dan daun *moringa* mengandung Ca, Mg, K, Mn, P, Zn, Na, Cu dan Fe yang tinggi.

et al., 2014). Komposisi *moringa oleifera* kering seperti yang ada tabel 1.



*Moringa* dikatakan memberi tujuh kali lebih banyak vitamin C daripada jeruk, sepuluh kali lebih banyak vitamin A daripada wortel, kalsium tujuh belas kali lebih banyak daripada susu, protein sembilan kali lebih banyak daripada yoghurt, kalium lima belas kali lebih banyak dari pada pisang, dan besi dua puluh lima kali lebih banyak daripada bayam. Kenyataan bahwa *moringa oleifera* mudah ditumbuhkan membuat tanaman ini menjadi solusi berkelanjutan untuk malnutrisi. Komposisi daun segar dan kering serta tepung daun kelor diuraikan pada table 2. (Gopalakrishnan, Doriya, & Kumar, 2016)

**Tabel 1. Komposisi kimia bubuk daun *Moringa Oleifera* Kering (per 100g)**

Nutrisi	Komposisi
Moisture (%)	7.05 ± 0.17
Protein (%)	26.28 ± 0.06
Fat (%)	2.16 ± 0.01
Ash (%)	7.69 ± 0.13
Crude Fibre (%)	7.48 ± 0.12
Carbohydrate (%)	49.35 ± 0.15
Iron (mg)	19.42 ± 0.13
Calcium (mg)	171.6 ± 5.66
Beta-carotene (RE)	7.3 ± 0.01
Vitamin C (mg)	18.72 ± 0.13
Flavonoid (%)	3.29 ± 0.03
Alkaloids (%)	1.18 ± 0.05

Sumber : (L & Ezeugwu, 2013)

Bubuk tepung *moringa oleifera* semakin dikenal sebagai suplemen bernutrisi yang menyelamatkan jiwa; terutama di negara-negara sebagian besar penduduk kekurangan gizi. Manfaat nutrisi yang dilaporkan dari bubuk daun termasuk memiliki kandungan protein



yang relatif tinggi, berkisar antara 250 g / kg bahan kering (DM=*Dry Matter*) dan 321 g / kg DM, pembentukan asam amino yang optimal dan sejumlah besar vitamin, seperti vitamin C dan  $\alpha$ -*tokoferol*. (Stadtlander & Becker, 2017).

**Tabel 2. Komposisi Nutrisi\* Daun, Bubuk Daun, Biji dan Polong Moringa Oleifera (\*Semua Nilai dalam 100 G Per Bahan Tanaman)**

Nutrisi	Daun Segar	Daun Kering	Bubuk Daun	Benih/Biji	Polong
Calories (cal)	92	329	205	-	26
Protein (g)	6.7	29.4	27.1	35.97 ± 0.19	2.5
Fat (g)	1.7	5.2	2.3	38.67 ± 0.03	0.1
Carbohydrate (g)	12.5	41.2	38.2	8.67 ± 0.12	3.7
Fibre (g)	0.9	12.5	19.2	2.87 ± 0.03	4.8
vitamin B1 (mg)	0.06	2.02	2.64	0.05	0.05
Vitamin B2 (mg)	0.05	21.3	20.5	0.06	0.07
Vitamin B3 (mg)	0.8	7.6	8.2	0.2	0.2
Vitamin C (mg)	220	15.8	17.3	4.5 ± 0.17	120
Vitamin (E mg)	448	10.8	113	751.67 ± 4.41	-
Calcium (mg)	440	2185	2003	45	30
Magnesium (mg)	42	448	368	635 ± 8.66	24
Phosphorus (mg)	70	252	204	75	110
Potassium (mg)	259	1236	1324	-	259
Copper (mg)	0.07	0.49	0.57	5.20 ± 0.15	3.1
Iron (mg)	0.85	25.6	28.2	-	5.3
Sulphur (mg)	-	-	870	0.05	137

Sumber : (Gopalakrishnan et al., 2016)

Pro-vitamin A, dalam bentuk  $\beta$ -*karoten*, dapat mencapai hingga, dan kadang-kadang melebihi, 1000 mg / kg DM dalam *moringa oleifera*. Selain itu, kaya akan mineral seperti *kalsium*, *kalium* dan zat besi. Bijinya

andung lebih banyak protein, yang telah dilaporkan setinggi 367 g / kg

am kernel yang tidak diolah dan 600 g / kg DM dalam makanan

ang diolah.



*Moringa oleifera* kaya akan minyak (417 g / kg DM) yang secara luas dikenal sebagai minyak Ben, dan dapat dimakan, sangat tahan ketengikan dan biasanya mirip dengan minyak zaitun dalam profil asam lemaknya. Selain nilai gizi minyak *Moringa oleifera*, sejumlah sifat obat telah dilaporkan untuk biji *Moringa oleifera*. Daun dan biji *Moringa oleifera* mungkin mengandung beberapa senyawa tanaman sekunder seperti fenol total, tanin, saponin dan fitat dalam berbagai konsentrasi. (Stadtlander & Becker, 2017)

Kandungan nutrisi yang tinggi ditemukan pada daun kering. Mengeringkan daun membantu untuk berkonsentrasi nutrisi, memfasilitasi konservasi dan konsumsi. Dengan demikian, dapat digunakan ketika pakan langka atau dapat diangkut ke daerah yang tidak dibudidayakan. Disarankan bahwa *moringa oleifera* seharusnya dikonsumsi dalam bentuk bubuk. (Busani et al., 2011)

Kandungan gizi daun *moringa oleifera* kering sudah di lumatkan dalam bentuk serbuk atau tepung dibandingkan dengan daun kelor segar dalam satuan yang sama, (Fuglie, 2003) dapat dilihat pada table 3. *Moringa oleifera* mengandung lebih banyak asam lemak tak jenuh ganda dari asam lemak jenuh. Pada daun, asam  $\alpha$ -linolenat (C18: 3, cis-9,12,15) ditemukan dalam jumlah tertinggi (49-59%) diikuti oleh asam palmitat (C16: 0) (16-20%) dan asam linoleat (C18: 2, cis-9,12) (6-13%). Total kandungan asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh menunjukkan rasio 0,33 dengan daun, 0,53 pada bunga dan 0,56 pada polong lunak. Demikian



pula, asam lemak tak jenuh ganda dan total asam lemak tak jenuh tunggal ditemukan dalam rasio 5,68 menjadi 9,71 pada daun, 1,11 pada bunga dan 2,79 pada polong lunak. Total konten lipid tercatat dalam kisaran 1,92% (bunga) hingga 4,82% (daun). (R. K. Saini et al., 2014)

**Table 3. Kandungan Gizi Tanaman Kelor (*Moringa Oleifer*, Lamk) (per 100g) (Fuglie, 2003)**

	Biji	Daun	Tepung Daun
Kadar air	86.9	75.0	7.5
Calori	26	92	205
Protein (g)	2.5	6.7	27.1
Lemak (g)	0.1	1.7	2.3
Carbohydrate (g)	3.7	13.4	38.2
Fiber (g)	4.8	0.9	19.3
Minerals (g)	2.0	2.3	-
Ca (mg)	30	440	2.003
Mg (mg)	24	24	368
P (mg)	110	70	204
K (mg)	259	259	1.324
Cu (mg)	3.1	1.1	0.57
Fe (mg)	5.3	7	28.2
S (mg)	137	137	870
Oxalic acid (mg)	10	101	1.60%
Vitamin A-B carotene ( mg)	0.11	6.8	16.3
Vitamin B-Choline (mg)	423	423	-
Vitamin B1-thiamin (mg)	0.05	0.21	2.64
Vitamin B2-roboflavin (mg)	0.07	0.05	20.5
Vitamin B3-nichotic acid (mg)	0.2	0.8	8.2
Vitamin C-assorbic acid (mg)	120	220	17.3
Vitamin E-tocopherol (mg)	-	-	113
Arginine (g/16g N)	3.6	6.0	1.33%
Histidine	1.1	2.1	0.61%
Lysine	1.5	4.3	1.32%
Tryptophan	0.8	1.9	0.43%
Phenylalanine	4.3	6.4	1.39%
Methhonine (g/16g N)	1.4	2.0	0.35%
Theorinine (g/16g N)	3.9	4.9	1.19%
(g/16g N)	6.5	9.3	1.95%
ne (g/16g N)	4.4	6.3	83.00%
g/16g N)	5.4	7.1	1.06%



Asam lemak tak jenuh ganda ini sangat penting bagi kesehatan untuk perkembangan dan fungsi sistem kekebalan tubuh. . (Busani et al., 2011)  
Kandungan asam lemak dari tepung daun *moringa oleifera* diperlihatkan pada table 4.

**Tabel 4. Komposisi *Fatty Acid* dalam *Moringa oleifera* (*M.Oleifera Lam*) leaves**

Fatty acid	Quantity (mean+/- %)	Standard error
Ether extract	6.50	0.041
Capric (C10:0)	0.07	0.064
Lauric (C12:0)	0.58	0.402
Myritic (C14:0)	3.66	1.633
Palmitic (C16:0)	11.79	0.625
Palmitoleic (C16:1c9)	0.17	0.056
Margaric (C17:0)	3.19	0.155
Stearic acid (C18:0)	2.13	0.406
Oleic (C18:1c9)	3.96	2.000
Vaccenic (C18:1c7)	0.36	0.038
Linoleic (C18;2c9,12(n-6)	7.44	0.014
$\alpha$ -Linolenic (C18:3c9,12,15(n-3)	44.57	2.803
g-Linolenic (C18:3c6,9,12 (n-6)	0.20	0.013
Arachidic (C20:0)	1.61	0.105
Heneicosanoic (C21:0)	14.41	0.194
Behenic (C22:0)	1.24	0.383
Tricosanoic (C23:0)	0.66	0.025
Lignoceric (24:0)	2.91	0.000
Total saturated fatty acids (SFA)	43.31	0.815
Total mono unsaturated fatty acids (MUFA)	4.48	1.984
Total poly unsaturated fatty acids (PUFA)	52.21	2.792
Total Omega-6 fatty acids (n-6)	7.64	0.012
Total Omega-3 fatty acids (n-3)	44.57	2.805
PUFA: SFA (PUFA:SFA)	1.21	0.096
n-6/n-3	0.17	0.016
PUFA: MUFA (PUFA:MUFA)	14.80	7.168

Sumber : (Busani et al., 2011)

Dengan nilai gizi tinggi, setiap bagian pohon *moringa oleifera* cocok

perluan nutrisi maupun komersial. Daunnya kaya akan mineral,

dan fitokimia penting lainnya. Ekstrak dari daun digunakan untuk



mengobati malnutrisi, menambah ASI pada ibu menyusui (Gopalakrishnan et al., 2016). . Kandungan nutrisi moringa oleifera dalam bentuk ekstrak seperti yang tampak pada tabel 5.

**Tabel 5. Kandungan *Moringa Oleifera* dalam Bentuk Ekstrak**

Zat Gizi	Ekstrak Daun Kelor/100g
Protein (g)	12,31
Lemak (g)	18,62
Vitamin A ( $\mu\text{g}$ )	313,47
Vitamin E (mg)	1464,60
Vitamin C (mg)	1282,08
Besi (mg)	9,72
Kalsium (mg)	9,4
Zn (mg)	3,77
Selenium (mg)	47,00

*Sumber : Zakaria, (hasil uji lab UGM, 2013)*

Manfaat daun moringa oleifera bagi Kesehatan dipertimbangkn oleh karena mengandung asam lemak jenuh dalam jumlah rendah, kandungan asam lemak tak jenuh tunggal dan tak jenuh ganda, yang dapat meningkatkan manfaat kesehatan dari produk-produk berbasis kelor.(R. K. Saini et al., 2014)

#### **D. ASI sebagai Sumber Gizi Utama Bayi**

Air susu ibu adalah cairan biologis kompleks yang mengandung berbagai macam nutrisi dan molekul bioaktif yang berkontribusi pada pertumbuhan dan perkembangan bayi yang sehat. (Sosa-Castillo et al., pemberian ASI adalah salah satu faktor lingkungan yang diketahui memiliki berbagai keunggulan nutrisi dan imunologis pada bayi.



(Whitehouse, Robinson, Li, & Oddy, 2011) *American Academy of Pediatrics* merekomendasikan penggunaan ASI untuk manusia sebagai sumber nutrisi yang ideal untuk pemberian makanan bayi. Susu formula adalah pilihan kedua dan formula kedelai pilihan ketiga. (Andres et al., 2012).

Pemberian ASI merupakan komponen kunci dari nutrisi bayi yang optimal dan memberikan banyak manfaat kesehatan yang penting bagi bayi. Pemenuhan Air Susu Ibu (ASI) yang dilakukan sejak bayi lahir sampai usia 6 bulan berdampak pada poin kecerdasan intelektual yang lebih tinggi, Sehingga penting memberikan pemahaman inisiasi menyusui dini pada ibu. (Sirajuddin et al., n.d.)

Air susu ibu. mengandung jumlah ideal asam lemak, *laktosa*, air dan asam *amino* untuk pencernaan manusia, perkembangan dan pertumbuhan otak, serta banyak bahan bioaktif seperti *sitokin*, *nukleotida*, hormon dan faktor pertumbuhan. Kandungan asam *docosahexaenoic* (DHA; 22: 6 n-3), bentuk utama asam lemak tak jenuh ganda n-3 rantai panjang (LC-PUFAs), terkenal akan efek utamanya pada *transmisi neurotransmitter*, perkembangan saraf dan ketajaman visual. (Leventakou et al., 2015)

Kebutuhan nutrisi yang diberikan oleh menyusui terutama tergantung pada jumlah absolut nutrisi yang ditransfer dari ibu ke bayi melalui ASI.

Dengan demikian, dalam mempertimbangkan rekomendasi untuk nutrisi ibu

menyusui, penting untuk hati-hati memeriksa baik volume dan kualitas ASI. (Mulford, 1992)



## 1. Produksi dan Volume ASI

Laktasi terjadi karena terdapat air susu sebagai hasil *laktogenesis*. Zat-zat yang terdapat dalam susu akan masuk kedalam tubuh anak melalui proses *laktogenesis* yang terjadi pada ibu. *Laktogenesis* merupakan suatu diferensiasi dari kelenjar ambing yang memiliki tiga fase. Pada fase pertama kelenjar ambing memproduksi *kolostrum*, yaitu berupa cairan kental yang kekuningan. Pada fase kedua terjadi peningkatan produksi ASI secara besar-besaran.

Apabila payudara dirangsang, level *prolaktin* dalam darah meningkat dan keluarnya hormon *prolactin* akan menstimulasi sel di dalam *alveoli* untuk memproduksi air susu. Hormon ini juga akan keluar dalam air susu. Level *prolaktin* rendah saat payudara terasa penuh. Ketika produksi ASI mulai stabil, sistem kontrol *autokrin* dimulai. Fase ini dinamakan *Laktogenesis* ketiga. Pada fase ini, apabila ASI banyak dikeluarkan, payudara akan memproduksi ASI dengan banyak pula. (Septadina et al., 2018)

Karakteristik dan komposisi pada ASI terdiri dari tiga bentuk yang berbeda, yaitu *kolostrum*, ASI matur, dan ASI matang. Kolostrum merupakan cairan yang dihasilkan oleh kelenjar payudara setelah melahirkan (4-7 hari) yang berbeda karakteristik fisik dan komposisinya

ASI matang dengan volume 150-300 ml/hari. ASI transisi dan ASI yang dihasilkan setelah kolostrum (8-20 hari) dengan kadar *laktosa* lebih tinggi namun kadar protein dan mineralnya rendah.



ASI matang merupakan ASI yang dihasilkan 21 hari setelah melahirkan dengan volume bervariasi, yaitu 300-850 ml/hari tergantung pada besarnya stimulasi saat laktasi. Volume ASI pada tahun pertama adalah 400-700 ml/24 jam. Tahun kedua 200-400 ml/24 jam, dan sesudahnya 200 ml/24 jam. Volume ASI bulan ke 4 pasca melahirkan adalah 500-800 g/hari, pada bulan ke 5 adalah 400-600 g/hari, dan pada bulan ke 6 sebanyak 359-500 g/hari. (Zakaria, 2015a)

Pada karakteristik bayi yang dapat mempengaruhi volume ASI, seperti berat lahir, kekuatan mengisap, usia kehamilan saat melahirkan, dan penyakit. Sedangkan karakteristik ibu yang dapat mempengaruhi, seperti usia, paritas, stres, penggunaan zat, dan status gizi. Karakteristik yang paling mungkin mempengaruhi volume susu jika mereka meningkatkan frekuensi, intensitas, atau durasi mengisap oleh bayi. (Mulford, 1992)

## 2. Komposisi ASI sebagai Sumber Nutrisi Utama Bayi

Pemberian ASI adalah komponen kunci dari nutrisi bayi yang optimal dan memberikan banyak manfaat kesehatan yang penting bagi bayi dan ibu. (Leventakou et al., 2015) ASI mengandung semua nutrisi yang dibutuhkan bayi dalam jumlah yang tepat dan dalam bentuk yang mudah diserap. Lebih khusus lagi, berisi lebih dari 200 komponen fungsional, termasuk lipid, berbagai protein, enzim, karbohidrat, vitamin, mineral dan *macronutrien*. ASI juga mengandung faktor pertumbuhan dan untuk membantu perkembangan.



Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa ASI mengandung sifat *antiinfektif* dan *anti-inflamasi* dan perubahan komposisinya saat bayi tumbuh. (Sinanoglou et al., 2017) Komposisi ASI tidak konstan, beberapa faktor diketahui mempengaruhi komposisi ASI meliputi, tahap menyusui, paritas, usia kehamilan, diet ibu, waktu disusui, komposisi tubuh ibu, gen ibu, dan kemungkinan faktor bayi seperti jenis kelamin. (Stam, Sauer, & Boehm, 2013)

Penurunan kadar DHA lebih nyata pada ASI dari bayi yang cukup bulan, mungkin karena cadangan LCPUFA lebih besar pada wanita yang melahirkan premature. Efek suplementasi ibu pada bayi *premature* mungkin marginal karena kelahiran yang sering terjadi sebelum banyak bertambahnya LCPUFA dari trimester terakhir kehamilan. Status LCPUFA ibu dan janin dan status asam lemak esensial *neonatal* yang lebih rendah pada kehamilan berturut-turut dan kehamilan kembar. (Salem, 1998).

Meskipun beberapa faktor ini bersifat fisiologis dan dianggap dapat beradaptasi untuk kebutuhan bayi (mis faktor saat menyusui), faktor lainnya (misalnya yang dihasilkan dari diet ibu yang tidak optimal) dapat mempengaruhi nilai gizi ASI dan menyebabkan malnutrisi pada anak, termasuk kurang gizi atau kelebihan gizi. (Sosa-Castillo et al., 2017) Air susu ibu sebagai sumber nutrisi utama bagi bayi mengandung zat gizi seperti

mpak pada tabel 6.



Nutrisi tidak boleh dianggap hanya sebagai sumber energi atau sebagai faktor yang terlibat dalam pengembangan organisme. Nutrisi juga mampu berinteraksi dengan gen spesifik. Asam lemak ASI (FA), misalnya, menyediakan energi untuk bayi yang disusui tetapi juga dapat bertindak sebagai structural elemen membran sel, menjadi prekursor mediator inflamasi dan pengaruh ekspresi gen. (Sosa-Castillo et al., 2017)

**Table 6. Komposisi ASI Perliter dan Angka Kecukupann Gizi Bayi 0-6 Bulan**

Zat Gizi	Jumlah*	AKG**
Energi (Kal)	750	550
Karbohidrat (g)	68	58
Lemak (g)	45	34
Protein (g)	11	12
Vitamin A (RE)	670	375 (µg)
Vitamin D (µg)	0,55	5 (µg)
Vitamin E (mg)	2,3	4
Vitamin K (µg)	2,1	5
Asam folat (µg)	85	65
Thiamin (mg)	0,21	0,3
Riboflavin (mg)	0,36	0,3
Vitamin B6 (mg)	0,1	0,1
Vitamin B12 (µg)	0,3	0,4
Kolin (mg)	90	125
Pantotenat (mg)	1,84	
Vitamin C (mg)	43	40
Besi ( mg)	0,5	0,5
Zinc (mg)	4	1,3
Iodium (µg)	30	90
Kalsium (mg)	0,4	200
Magnesium (mg)	40	500
Kalium ( mg)	510	30
Mangan (mg)	0,01	

\*Sumber : \*Almatsier, 2012, \*\*AKG.2013

Dalam hal kandungan makronutriennya, lipid dalam ASI mewakili sumber utama energi untuk bayi baru lahir dan memberikan nutrisi penting asam lemak esensial (FA), yaitu ALA dan rantai panjang PUFA (LC). Ada tiga sumber FA dalam susu manusia: diet; sintesis kelenjar



susu; mobilisasi jaringan. Secara umum diketahui bahwa komposisi FA susu manusia di seluruh dunia mengalami variasi biologis antar individu, terutama karena perbedaan diet ibu. (Wan, Wang, Xu, Geng, & Zhang, 2010) Lipid susu wanita Eropa saat ini biasanya mengandung sekitar 35-40% asam lemak jenuh, 45-50% asam lemak *monounsaturated*, dan sekitar 15% PUFA seperti yang ada pada table 7. (Koletzko, 2017)

**Table 7 : Asam Lemak ASI pada Ibu Menyusui Berdasarkan Durasi Menyusui**

	UMUR			
	1 Bulan	2 Bulan	3 Bulan	6 Bulan
Saturated FA	7,420 (2,425.5)	7,911.4 (2,398.4)	7,344.1 (2,390.0)	4,205.1 (3,107.4)
MUFA	8,712.8 (2,998.6)	9,821.8 (3,115.3)	9,238.6 (2,974.8)	5,344.3 (3,953.1)
PUFA	2,851.5 (913.8)	3,278.8 (1,063.0)	3,082.1 (999.4)	1,884.8 (1,454.4)
Linoleic acid	2,407.0 (767.2)	2,764.9 (915.0)	2,635.1 (859.7)	1,619.5 (1,275.4)
Arachidonic acid	95.6 (32.9)	109.6 (38.6)	101.1 (33.1)	58.7 (43.5)
$\alpha$ -linolenic acid	118.8 (47.7)	144.7 (49.0)	118.8 (39.1)	76.8 (58.2)
EPA	22.7 (9.23)	24.2 (7.90)	20.4 (6.45)	14.1 (10.77)
DHA	48.5 (25.5)	51.3 (20.2)	50.3 (17.1)	32.7 (23.4)
n-3 LC PUFA	92.3 (42.9)	101.2 (36.8)	95.0 (30.8)	62.2 (44.1)
n-6 LC PUFA	228.7 (75.4)	256.9 (86.5)	229.7 (72.7)	126.3 (92.2)
n-3 PUFA	215.9 (85.2)	244.1 (81.6)	209.6 (66.1)	138.9 (99.5)
n-6 PUFA	2,635.7 (836.0)	3,021.8 (990.9)	2,865.0 (927.9)	1,745.8 (1,362.9)

Nilai rata-rata mg / hari (SD). PUFA, asam lemak tak jenuh ganda. Dimodifikasi dari Grote et al. (Koletzko, 2017)



Asam lemak dalam susu manusia berkontribusi secara signifikan terhadap pertumbuhan dan perkembangan bayi. Sementara asam lemak (FA) menyediakan sekitar 50% kebutuhan energi bayi. (Mitoulas, Gurrin,

Doherty, Sherriff, & Hartmann, 2003) Asam lemak tak jenuh ganda rantai panjang yang paling penting (LCPUFAs) dalam ASI adalah asam *docosahexaenoic* (DHA) dan asam *arakidonat* (AA) untuk pertumbuhan dan perkembangan bayi yang optimal.(Bobiński, Mikulska, Mojska, & Simon, 2013)

Asam *arakidonat* adalah LCPUFA  $\omega$ -6 yang paling melimpah, dan DHA adalah LCPUFA  $\omega$ -3 yang paling penting secara biologi dalam ASI. (Antonakou et al., 2013) *Docosahexaenoic acid* (DHA) adalah penyusun struktural membran khusus pada sistem saraf pusat. Akumulasi di otak janin terjadi terutama selama trimester terakhir kehamilan dan berlanjut pada tingkat yang sangat tinggi sampai akhir tahun kedua kehidupan.(Lotte Lauritzen et al., 2016)

Meskipun konsentrasi AA ASI relatif sama dan tampaknya tidak bervariasi secara nyata dengan nutrisi ibu, tingkat DHA dalam ASI menunjukkan variabilitas yang besar di antara populasi, terendah di negara-negara dengan asupan daging yang relatif tinggi (misalnya, AS) dan tertinggi dalam populasi yang sebagian besar konsumsi ikan. LCPUFA menunjukkan variabilitas yang cukup besar tidak hanya diantara populasi tetapi juga diantara periode *laktasi*. (Salem, 1998) Kadar LC-PUFA ASI selama laktasi menurun secara nyata setelah 3 bulan pertama kelahiran. (Minda et al., 2004) Kadar DHA dan AA dalam ASI di negara ditunjukkan pada tabel 8.



Rasio AA terhadap DHA dalam ASI biasanya 1,5-2 : 1, namun variabilitasnya tinggi dan rasionya terutama ditentukan oleh kebiasaan makan di suatu wilayah. (Alshweki et al., 2015) Secara umum juga diakui bahwa beberapa faktor seperti produksi *endogen* kelenjar susu, pelepasan jaringan *adiposa*, dan asupan makanan ibu terlibat dalam regulasi profil ASI.(Antonakou et al., 2013)

**Tabel 8. DHA dan AA dalam ASI matur : variasi geografis (%dari total asam lemak susu)**

Country	Authors	Year of publication	DHA %	AA %
USA	Putnam et al. [15]	1982	0.10	0.60
	Dotson et al. [16]	1992	0.16	0.53
	Bitman et al. [17]	1983	0.18	0.57
	Tomarelli [18]	1988	0.25	0.46
	Jackson et al. [19]	1994	0.21	0.71
Hungary	Sas et al. [21]	1986	0.10	0.50
Germany	Koletzko et al. [22]	1988	0.22	0.36
	Harzer et al. [23]	1983	0.16	0.39
Sweden	Jansson et al. [20]	1981	0.30	0.40
England	Hall [24]	1979	0.29	0.19
	Sanders et al. [25]	1978	0.59	0.54
Spain	Villacampa et al. [27]	1982	0.30	0.57
	de la Presa-Owens et al. [28]	1996	0.34	0.50
	de Lucchi et al. [26]	1988	0.40	0.80
South Africa	van der Westhuizen et al. [29]	1988	0.20	0.60
Tanzania	Muskiet et al. [30]	1987	0.27	0.60
Gambia	Prentice et al. [31]	1989	0.39	0.31
Nigeria	Koletzko et al. [32]	1991	0.93	0.82
St. Lucia	Boersma et al. [33]	1991	0.56	0.58
China	Kneebone et al. [34]	1985	0.71	0.64
Malaysia	Kneebone et al. [34]	1985	0.90	0.47
India	Kneebone et al. [34]	1985	0.90	0.57
Canadian Inuit	Innis et al. [35]	1988	1.40	0.60

Sumber : (Salem, 1998)

Efek pemberian ASI telah dibuktikan oleh Jing yang menyimpulkan bahwa, perkembangan aktivitas listrik otak pada masa bayi berbeda antara mereka yang disusui dibandingkan dengan mereka yang diberi susu atau

kedelai, namun umumnya serupa untuk kelompok susu formula. (H

ilchrist, Badger, & Pivik, 2010) Variasi aktivitas EEG ini



mencerminkan diet yang terkait dengan perkembangan struktur otak dan fungsi yang membuat perkembangan *neurodevelopmental* bayi yang berbeda dimana perkembangan fungsi kognitif dan otak akan berlanjut. (Hongkui Jing, Gilchrist, Badger, & Pivik, 2010)

### 3. Faktor yang Mempengaruhi Asam Lemak ASI

Kandungan nutrisi dalam ASI mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan bayi. Di antara faktor utama yang berkontribusi terhadap komposisi ASI adalah pola makan ibu, indeks massa tubuh dan usia, paritas, lama kehamilan dan tahap menyusui. (Sinanoglou et al., 2017) Komposisi FA ASI yang bergantung pada banyak faktor, terutama genetik dan gizi, yang berhubungan dengan faktor ras dan sosioekonomi, serta kebiasaan budaya. Dipercaya bahwa selain proses yang mengatur perkembangan kehamilan, faktor lain mungkin memiliki pengaruh yang sama pentingnya terhadap komposisi ASI, termasuk lamanya kehamilan dan proses patologis yang terjadi selama kehamilan. (Bobiński et al., 2013)

Komposisi FA ASI mencerminkan komposisi FA jangka panjang dari makanan ibu, meskipun diet saat ini juga mempengaruhinya, dengan kata lain, komposisi asam lemak ASI dipengaruhi tidak hanya oleh diet ibu menyusui saat ini tetapi juga karena status LC-PUFA jangka panjang. Berbagai faktor non-diet juga mempengaruhi komposisi lipida ASI, diantaranya pengaruh durasi menyusui pada komposisi asam lemak ASI.

isi asam lemak AA dan DHA terhadap ASI mengalami penurunan



dengan meningkatnya durasi menyusui., hal ini dapat dilihat pada tabel 9. (Minda et al., 2004)

Asam lemak rantai panjang (LC-FA) dalam susu ibu berasal dari makanan ibu atau berasal dari jaringan *adiposa* dan *metabolisme* hati; Sedangkan asam lemak rantai pendek dan menengah disintesiskan di dalam kelenjar susu.(Sinanoglou et al., 2017) Selain diet ibu, komposisi asam lemak ASI juga bergantung pada mobilisasi persediaan asam lemak *endogen* dan *sintesis de novo* asam lemak oleh jaringan hati atau payudara. Kandungan asam lemak pada ASI terutama DHA, sangat bervariasi kemungkinan akibat beragam konsumsi makanan di kalangan wanita dan karena kandungan asam lemak dalam makanan ibu bervariasi antar daerah. (Nishimura et al., 2014)

**Tabel 9 . Kandungan ASI dalam 6 Bulan Pertama Kehidupan**

	Age in month				Change in mean over time P-value <sup>a</sup>
	1	2	3	6	
Energy (kcal/100 ml)	66.1 (11.1)	68.3 (13.4)	63.0 (10.5)	62.4 (13.3)	0.065 <sup>b</sup>
Carbohydrates (g/l)	7.28 (1.36)	8.05 (1.15)	7.84 (1.39)	7.96 (1.74)	0.135
Lactose (g/l)	72.4 (13.5)	80.3 (11.6)	78.0 (13.9)	79.2 (17.3)	0.129
Glucose (g/l)	0.24 (0.08)	0.24 (0.06)	0.26 (0.07)	0.25 (0.06)	0.503
Galactose (g/l)	0.13 (0.04)	0.11 (0.03)	0.11 (0.04)	0.09 (0.03)	< 0.001
Protein (g/100 ml)	1.38 (0.16)	1.16 (0.15)	1.04 (0.13)	0.96 (0.16)	< 0.001
Non-protein nitrogen (g/dl)	0.23 (0.02)	0.20 (0.02)	0.18 (0.02)	0.17 (0.02)	< 0.001
Fat (g/100 ml)	3.20 (1.27)	3.16 (1.18)	2.92 (1.23)	2.71 (1.25)	0.164
Saturated fatty acids <sup>c</sup>	39.0 (5.62)	37.7 (4.38)	37.2 (4.82)	36.8 (4.64)	0.202
Monounsaturated fatty acids <sup>c</sup>	45.8 (4.62)	46.7 (4.48)	47.0 (4.25)	47.0 (4.26)	0.517
PUFA <sup>c</sup>	15.2 (4.26)	15.6 (2.95)	15.7 (3.43)	16.3 (4.17)	0.530
18:2n-6 (linoleic acid) <sup>c</sup>	12.8 (3.88)	13.2 (2.81)	13.5 (3.32)	14.0 (4.08)	0.435
20:4n-6 (arachidonic acid) <sup>f</sup>	0.51 (0.16)	0.52 (0.13)	0.52 (0.10)	0.52 (0.15)	0.981
18:3n-3 ( $\alpha$ -linolenic acid) <sup>f</sup>	0.62 (0.16)	0.69 (0.18)	0.61 (0.14)	0.67 (0.13)	0.074
20:5n-3 (eicosapentaenoic acid) <sup>c</sup>	0.12 (0.03)	0.12 (0.03)	0.10 (0.03)	0.12 (0.05)	0.090
22:6n-3 (DHA) <sup>f</sup>	0.25 (0.11)	0.24 (0.11)	0.26 (0.09)	0.30 (0.15)	0.206
n-3 LC PUFA <sup>c</sup>	0.48 (0.15)	0.48 (0.16)	0.49 (0.13)	0.56 (0.23)	0.148
	1.22 (0.34)	1.22 (0.30)	1.17 (0.20)	1.11 (0.31)	0.229
	1.13 (0.29)	1.16 (0.26)	1.07 (0.21)	1.23 (0.27)	0.088
	14.1 (4.10)	14.4 (2.90)	14.6 (3.43)	15.1 (4.19)	0.563
	0.08 (0.02)	0.08 (0.02)	0.08 (0.02)	0.09 (0.03)	0.193

: Grote,2016



Komposisi FA dari ASI, plasma dan jaringan bayi berkorelasi satu sama lain. Pola makan ibu dengan kadar FA yang rendah dapat menyebabkan penurunan kadar FA ini pada ASI. Intervensi suplementasi minyak ikan selama kehamilan dapat meningkatkan n-3 LCPUFAs dalam ASI dan berdampak pada status FA *eritrosit* pada bayi.(Mäkelä, Linderborg, Niinikoski, Yang, & Lagström, 2013) (Nishimura et al., 2014)

Tingkat DHA dan AA dalam ASI dianggap dipengaruhi baik oleh asupan nutrisi langsung, dan oleh variasi genetik enzim *desaturase* FA. Dalam nutrisi ibu, AA dan DHA dapat diserap terlebih dahulu dari makanan yang berbeda, misalnya AA terutama dari daging dan telur, DHA dari minyak ikan dan makanan laut lainnya. (Lee et al., 2013)

Makanan laut adalah sumber nutrisi penting yang unik seperti asam *eicosapentaenoic* (20: 5n-3) EPA dan DHA, vitamin D dan B12, dan *trace mineral iodine* dan *selenium*. Ikan dan minyak ikan memperbaiki kandungan gizi dari makanan dan akibatnya dianggap sebagai bagian alami dari diet seimbang dan sehat. Populasi pemakan ikan telah terbukti memiliki konsentrasi DHA ASI yang lebih tinggi daripada populasi yang tidak mengkonsumsi makanan laut.(Antonakou et al., 2013)

Rekomendasi umum untuk makan 2-3 porsi ikan seminggu. Wanita dianjurkan untuk melanjutkan konsumsi ikan selama kehamilan dan mengkonsumsi minimal 200 mg DHA setiap hari. (Markhus et al., 2015)

si dua porsi ikan per minggu memungkinkan pencapaian an DHA yang adekuat dalam ASI. (Bergmann et al., 2008)



Profil PUFA dalam darah dan jaringan bayi bergantung pada pola diet asam lemak dan profil PUFA ASI yang dapat mencerminkan kebiasaan makan ibu. (Antonakou et al., 2013) Pada wanita menyusui harus mencapai persediaan harian rata-rata 200 mg DHA, yang diharapkan menghasilkan kandungan DHA 0,3% asam lemak susu. Selama bulan-bulan pertama kehidupan, bayi harus menerima 100 mg DHA / hari dan 140 mg AA / hari, dan karenanya formula bayi harus memberi setidaknya 0,3% asam lemak seperti DHA bersama dengan AA. (Koletzko et al., 2014)

Status DHA ibu hamil sangat penting untuk status DHA tahun pertama pascapersalinan. Selain itu, peningkatan konsumsi makanan laut dari ibu atau asupan suplemen EPA / DHA selama kehamilan mungkin bermanfaat bagi ibu dan anak, yang memastikan tingkat DHA cukup tinggi. Asupan DHA pada ibu hamil yang memadai sebelum, selama dan setelah kehamilan penting untuk mempertahankan tingkat DHA yang cukup tinggi yang memenuhi persyaratan perkembangan janin dan bayi serta kebutuhan ibu. (Markhus et al., 2015)

## E. Docosahexaenoic Acid (DHA) dan Arachidonic Acid (AA)

### 1. Struktur dan Sumber LCPUFA

Salah satu zat gizi yang diperlukan oleh tubuh adalah asam lemak esensial (EFA) karena tidak dapat disintesis oleh manusia atau hewan tingkat tinggi lainnya. (Ramesh Kumar Saini & Keum, 2018). Asam lemak

yang disebut juga dengan asam lemak tidak jenuh ganda, terdiri dari *omega* 3 dan *omega* 6. Ikatan rangkap pertama dari *omega* 6 berada



pada rantai karbon ke -6 dari gugus metil, yaitu *linoleic acid* (LA;18:2n6), *gamma-linolenic acid* (GLA), *docosapentaenoic acid* (DPA) dan *arachidonic acid* (AA). Ikatan rangkap pertama dari omega 3 yaitu *alpha-linolenic acid* (ALA; 18:3n3) dan turunan rantai panjangnya yaitu *eicosapentaenoic acid* (EPA) dan *docosahexaenoic acid* (DHA), berada pada posisi rantai karbon ke-3 dari gugus metal (tabel 10). *Linoleic acid* (LA) dan ALA tidak dipertukarkan, tetapi bisa memanjang dan *desaturated* oleh sistem enzim yang sama untuk menghasilkan LCPUFA n6 dan n3 di tubuh.(Dutta-Roy, 2000a) (Nelly Simarmata ; Tiangsa Sembiring;Tri Faranita; Winra Pratita, 2017)

**Tabel 10. Stuktur Asam Lemak**

Name	Type	Number of carbon atoms	Number of double bonds	Symbol
Palmitic acid	Saturated	16	0	16:0
Stearic acid	Saturated	18	0	18:0
Oleic acid	Monounsaturated	18	1	18:1n-9
$\alpha$ -linolenic acid (ALA)	$\omega$ -3 polyunsaturated	18	3	18:3n-3
Eicosapentaenoic acid (EPA)	$\omega$ -3 polyunsaturated	20	5	20:5n-3
Docosapentaenoic acid (DPA) n-3	$\omega$ -3 polyunsaturated	22	5	22:5n-3
Docosahexaenoic acid (DHA)	$\omega$ -3 polyunsaturated	22	6	22:6n-3
Linoleic acid (LNA)	$\omega$ -6 polyunsaturated	18	2	18:2n-6
DPA n-6	$\omega$ -6 polyunsaturated	22	5	22:5n-6
Arachidonic acid (ARA)	$\omega$ -6 polyunsaturated	20	4	20:4n-6

Sumber : (Bazinet & Layé, 2014)

*Alfa linolenic acid* (ALA) tersedia dari sayuran berdaun hijau, kacang

terapa minyak sayur seperti canola (rapeseed) dan minyak kedelai.

ALA yang sangat tinggi ditemukan dalam biji rami (181 mg/g ALA),



minyak kanola (92 mg/g), minyak kenari (68 mg/g), minyak kedelai sekitar 78 mg/g. *Eicosa pentaenoic acid* (EPA) dan DHA ditemukan pada ikan berlemak dan minyak ikan (FO), termasuk salmon (14,6 mg/g), ikan haring (11,1 mg/g), mackerel (7,0 mg/g), ikan todak (6,8 mg/g), ikan forel (5,2 mg/g), dan ikan pecak (3,7 mg/g). (Innis, 2008) (Kohlmeier, 2015)

*Linoleat Acid* ditemukan dalam biji sebagian besar tanaman, kecuali kelapa, kakao dan palem, diantaranya minyak bunga matahari, minyak jagung dan minyak kedelai. (Nelly Simarmata; Tiangsa Sembiring; Tri Faranita; Winra Pratita, 2017). *Arachidonat acid* (AA) hadir dalam jumlah besar dalam daging, telur dan makanan laut tertentu. Kandungan asam lemak dalam makanan di tunjukkan pada tabel 11

Asam lemak tak jenuh ganda rantai Panjang (LC-PUFA) sangat penting untuk pertumbuhan normal dan perkembangan. Dua keluarga LC-PUFA, *arakidonat acid* (20: 4 n -6; AA) dapat dibentuk dari asam *linoleat* (18: 2 n -6; LA) dan *docosahexaenoic acid* (22: 6 n -3; DHA) dari  $\alpha$  - *linolenic acid* (18: 3 n -3; LNA) (gambar 2). (Ramesh Kumar Saini & Keum, 2018) (Uauy, Mena, & Rojas, 2000) Fungsi spesifik: asam *docosahexaenoat* (DHA; 22: 6n3) di retina dan otak, sedangkan asam *arakidonat* (AA; 20: 4n6) adalah *prekursor prostaglandin* dan *leukotriene*. (Salem, 1998) .



Tabel 11. Kandungan asam lemak n – 3 dan n – 6 dalam makanan nabati dan hewani pilihan.

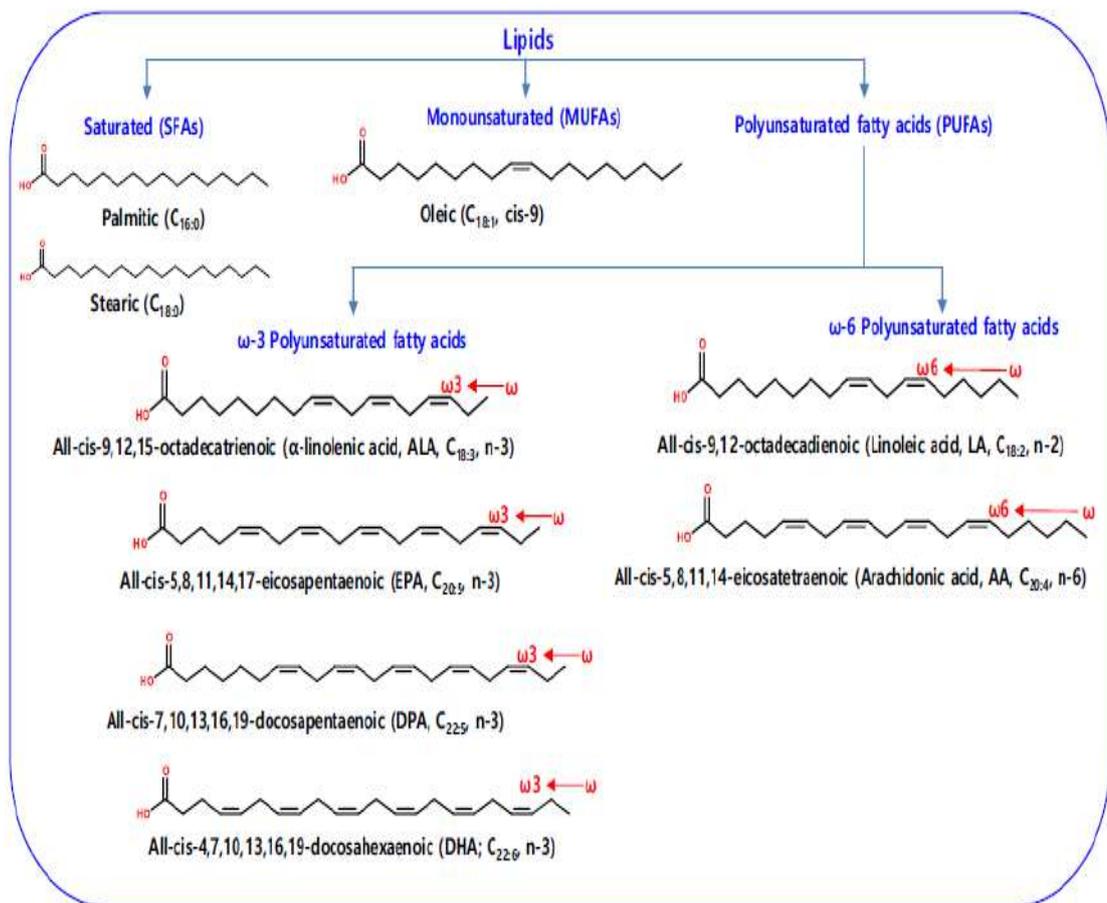
Food	n – 3			n – 6			
	ALA	EPA	DHA	LA	ARA	DPA	
Oil	Flaxseed, cold pressed	53.37	–	0.00	14.25	–	–
	Canola	9.14	–	0.00	18.64	–	–
	Soybean, salad or cooking	6.79	–	0.00	50.42	–	–
	Corn, salad or cooking	1.16	–	–	53.23	–	–
Fish oil	Menhaden	–	13.17	8.56	–	–	4.92
	Salmon	–	13.20	18.23	–	–	2.99
	Sardine	–	10.14	10.66	–	–	1.97
	Cod liver	–	9.90	10.97	–	–	0.94
	Herring	–	6.27	4.21	–	–	0.62
Fish	Caviar, black and red, granular	–	2.74	3.80	–	–	–
	Shad, American, raw	–	1.09	1.32	–	–	–
	Salmon, Chinook, raw	–	1.01	0.94	–	–	–
	Herring, Atlantic, kippered	–	0.97	1.18	–	–	–
	Salmon, Atlantic, farmed, raw	0.15	0.86	1.10	–	–	0.39
Beef	New Zealand, kidney, cooked, boiled	0.08	0.15	0.03	0.38	0.37	0.10
	New Zealand, liver, raw	0.05	0.11	0.04	0.14	0.19	0.14
	Brain, raw	0.00	–	0.85	–	–	0.37
Lamb	New Zealand, brains, raw	0.00	0.00	0.36	0.01	0.16	0.14
Seeds	Chia, dried	17.83	–	–	5.84	–	–
	Hemp seed, hulled	8.68	–	–	27.36	–	–
	Walnuts, black, dried	2.68	–	–	33.76	–	–
	Brazilnuts, dried	0.02	–	–	23.83	–	–

Sumber : (Ramesh Kumar Saini & Keum, 2018)

Fungsi *docosaheksanoid acid* (DHA) sangat diperlukan untuk *mielinisasi neuron* di otak dan untuk berfungsinya sel *fotoreseptor* pada mata, menjadi komponen lipid kompleks dalam *membrane* terutama *retina*, *mielin* di otak, dan struktur lainnya. *Docosaheksanoid acid* adalah *precursor* untuk memberi sinyal molekul (*prostaglandin* dan *eicosanoid*) dan menyediakan sekitar 9 kkal/g bila digunakan sebagai bahan bakar energi.

Asam lemak ini lengkap tergantung pada *tiamin*, *riboflavin*, *niasin*, *pantothenate*, *ubiquinone*, *besi*, dan *magnesium*. (Kohlmeier, 2015)



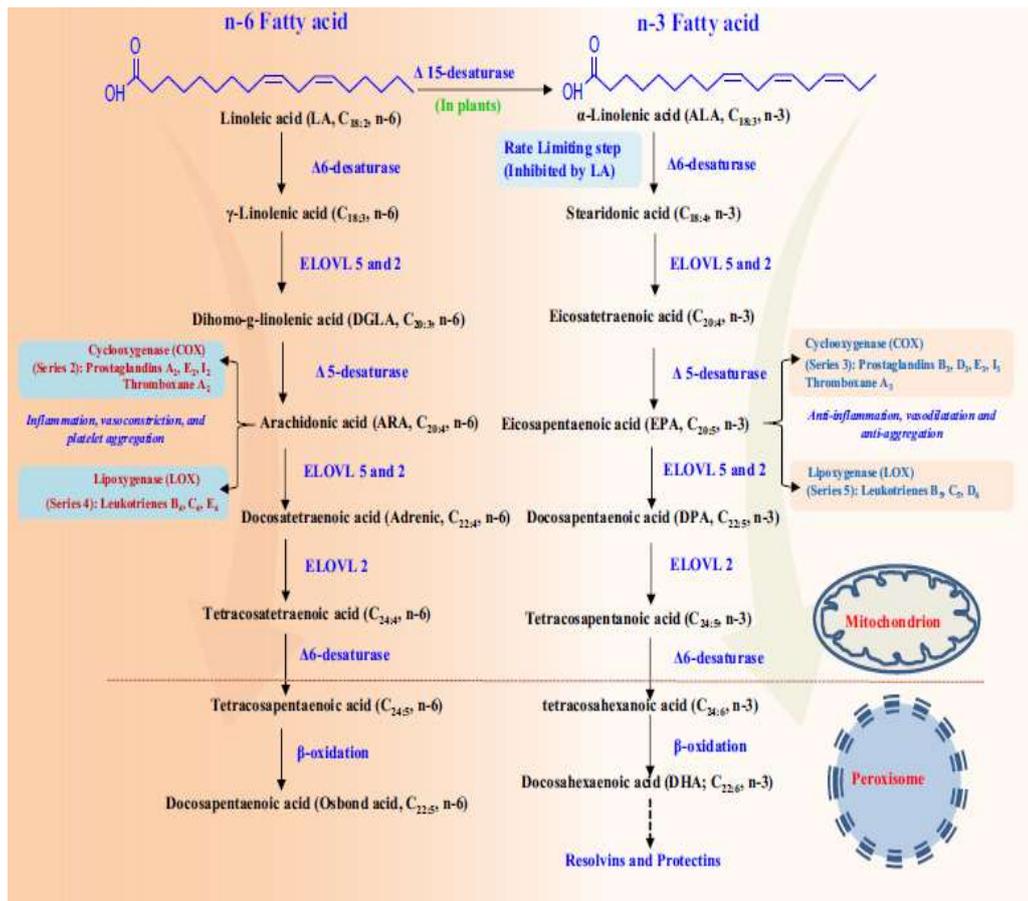


Gambar 2. Struktur asam lemak utama yang ditemukan dalam makanan nabati dan hewani. (Ramesh Kumar Saini & Keum, 2018)

Asam *alfa-linolenat*, asam *eicosapentaenoic* (EPA), dan asam lemak omega-3 lainnya dapat diubah menjadi DHA, terutama di hati dengan serangkaian langkah *elongasi* dan *desaturasi* dalam *retikulum endoplasma* menghasilkan asam *tetrakosaheksaenoat* antara 24-karbon, yang kemudian harus dipersingkat menjadi DHA oleh *beta-oksidasi peroksisom*.

ndusse et al., 2001)(Ramesh Kumar Saini & Keum, 2018)





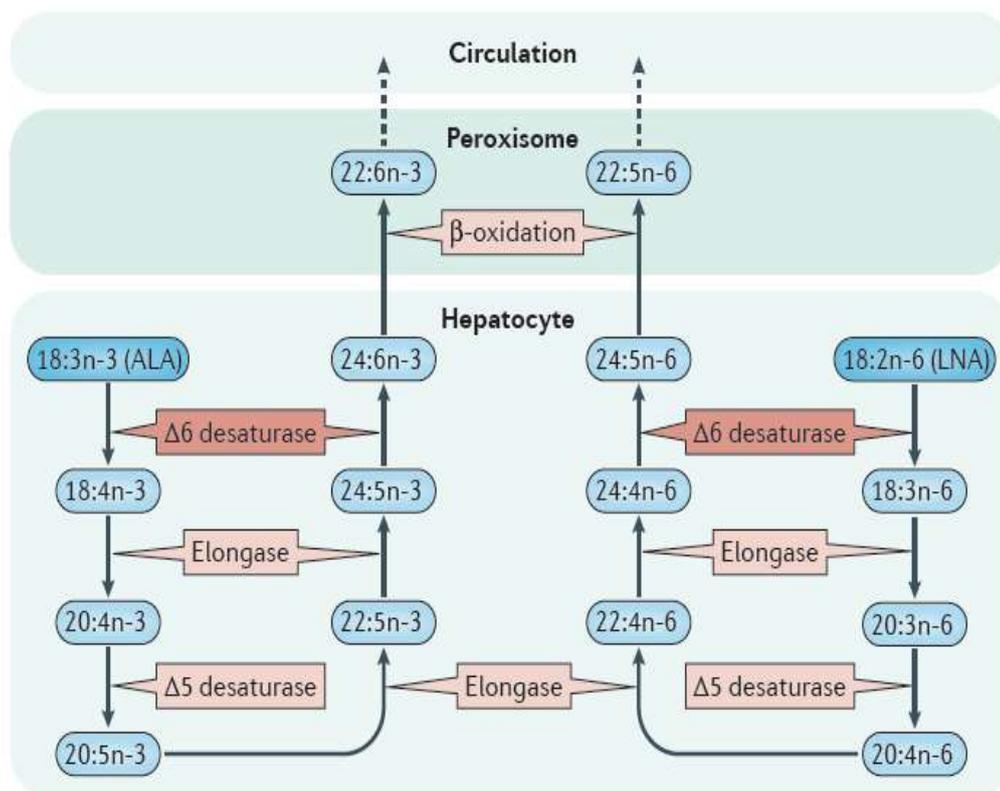
Gambar 3. Jalur biosintetik rantai sangat panjang (VLC) n – 3 dan n – 6 asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) dari prekursor umum (Ramesh Kumar Saini & Keum, 2018) (Innis, 2003)

Biosintesis PUFA ditunjukkan pada gambar 3 dan 4. Di hati, asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) n-3 asam  $\alpha$ -linolenat (ALA; 18: 3n-3) dan asam linoleat n-6 PUFA (LNA; 18: 2n-6) dapat didesaturasi (yang melibatkan penambahan ikatan rangkap) dan memanjang menjadi rantai panjang PUFA. Dari catatan, enzim  $\Delta 6$  desaturase dianggap sebagai langkah pembatas laju untuk sintesis asam docosahexanoic (DHA; 22: 6n-

trat ALA dan LNA tidak hanya untuk  $\Delta 6$  desaturase, tetapi 24: 5n- : 4n-6 mendaur ulang kembali dan membutuhkan atur 6 desaturasi  $\beta$ -oksidasi dalam peroksisom. Diperkirakan bahwa baik PUFA n-3



dan PUFA n-6 berbagi enzim yang sama dan karenanya bersaing untuk desaturasi dan perpanjangan mereka. PUFA yang disintesis, termasuk DHA dan asam docosapentaenoic n-6 (22: 5n-6), tetapi juga asam arakidonat (20: 4n-6), dapat diekspor ke dalam darah sebagai lipoprotein. (Bazinet & Layé, 2014)



Gambar 4. Sintesis PUFA di Hati

Asam *linoleat* (LA) akan diubah melalui tahapan *desaturase* dan perpanjangan rantai karbon (*elongasi*) menjadi asam *arachidonat* (AA). *Omega 6* memiliki sifat fisis dan sifat kimia, *metabolisme*, pencernaan dan *absorpsi* serta *sekresi* sama dengan lemak. (Diana, 2013b)



Sintesis DHA ini membutuhkan beberapa vitamin dan mineral seperti *niacin*, *pantotenat*, *biotin*, *besi*, dan *magnesium* yang cukup.

Sedangkan bayi kurang mampu *mensintesis* DHA dari asam lemak *omega 3* lain karena aktivasi *enzim elongasi* dan *desaturasi* yang rendah sehingga diperlukan asupan DHA dan AA yang cukup dalam makanan sejak awal. Oleh karena itu, DHA sering dikategorikan sebagai asam lemak esensial pada bayi. (M. T. Clandinin, Chappell, Heim, Swyer, & Chance, 1981) (Kohlmeier, 2015) (Antonakou et al., 2013)

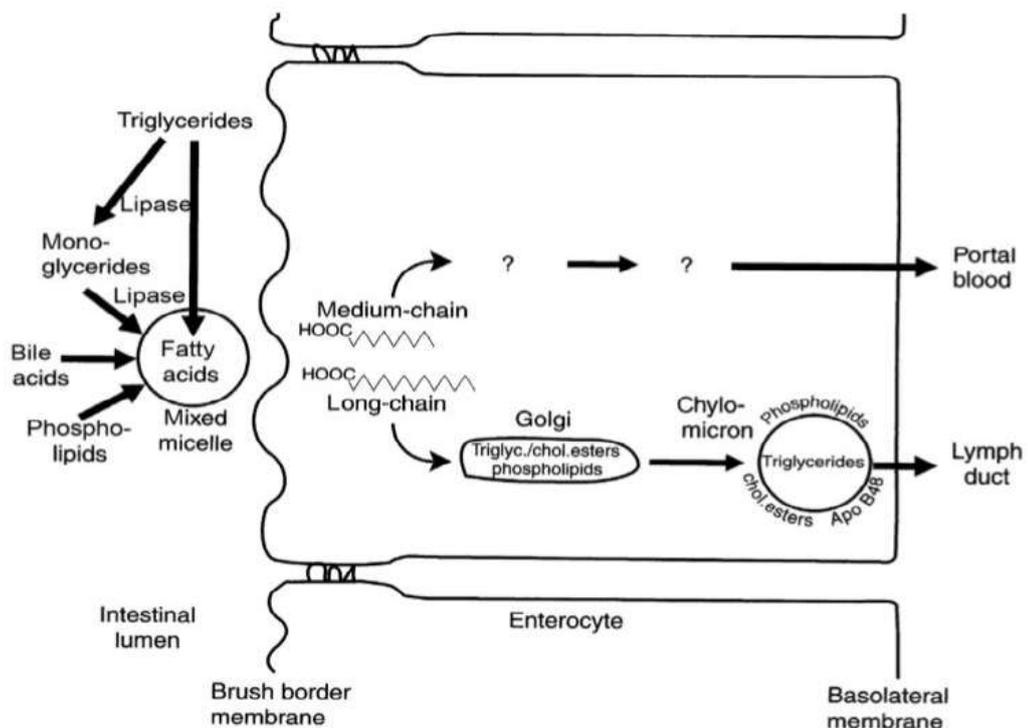
## 2. Pencernaan, Penyerapan dan Transportasi

Tingkat sirkulasi DHA dalam darah dapat mencapai setinggi ~ 5% dari yang dicerna secara oral dan ~ 0,5% dari level sirkulasi dikirim ke susunan saraf pusat (SSP). Setelah konsumsi oral DHA, *lipase* dalam usus memberikan asam lemak bebas tak teresterifikasi (DHA-FFA) ke usus kecil, dan pemrosesan oleh usus kecil dan hati menghasilkan versi DHA bersirkulasi sebagai DHA-*triasilgliserida* (DHA-TAGs), DHA-PC (*phosphatidylcholine*) dan DHA-FFA terikat dengan *low density lipoprotein* (LDL) dan albumin.

Berbagai bentuk ini dipisahkan pada sawar darah-otak (BBB) melalui proses aktif dan pasif yang dimediasi oleh *lipase endotel*, protein pengikat asam lemak (FABP), dan apolipoprotein E (ApoE). DHA yang tidak diesterifikasi dengan bebas melewati *Blood-Brain Barrier* (BBB), dan tampaknya otak mendapatkan sebagian besar DHA-nya dari kumpulan *Free Fatty Acid* (FFA) yang tidak diesterifikasi dalam darah. Dalam sistem saraf pusat (SSP), DHA diangkut terutama melalui FABP, dan ApoE dimediasi oleh astrosit.(sejenis sel glia) Siklus DHA yang dimasukkan



membrane, masuk dan keluar dari membran dari fosfolipid ke kumpulan FFA intraseluler melalui aksi DHA-koenzim A (DHA-CoA), menyediakan mekanisme untuk menanggapi peristiwa seluler yang dinamis selama perkembangan dan penuaan. (Weiser, Butt, & Mohajeri, 2016)



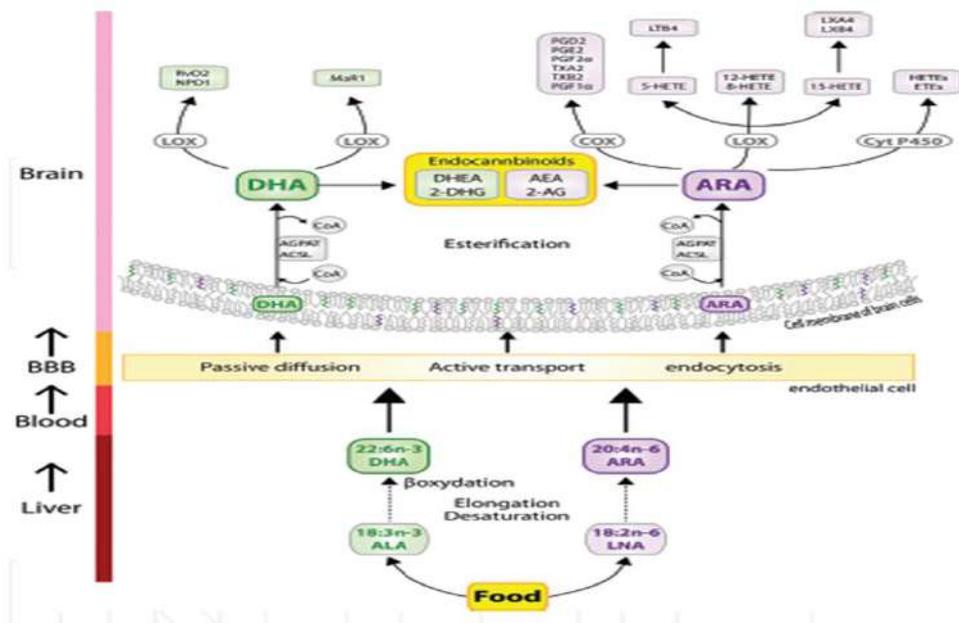
Gambar 5. Intestinal Absorpsi of Fat (Kohlmeier, 2015)

Prekursor asam lemak  $\omega$ -6 dan  $\omega$ -3 disediakan oleh makanan, yang dimetabolisme di hati menjadi asam lemak yang lebih tidak jenuh dan memanjang (LCPUFA) melalui perpanjangan dan desaturasi. LCPUFA, AA (20: 4n-6) dan DHA (22: 6n-3), kemudian masuk ke otak melalui darah dan *blood brain barrier* (BBB). Pengiriman ke otak dapat dilakukan melalui

bebas, transpor aktif dengan transporter spesifik, atau melalui difusi ke dalam sel endotel BBB. Setelah di otak, PUFA diesterifikasi ke fosfolipid membran sel. Ketika dilepaskan dari membran, mereka



dimetabolisme dalam endocannabinoid atau dalam beberapa turunan dengan enzim COX, LOX dan sitokrom P450, yang merupakan keluarga besar enzim berjenis hemoprotein yang berfungsi sebagai katalis oksidator pada lintasan metebaolisme steroid, asam lemak, xenobiotic (gambar 6). (Bosch-Bouju & Layé, 2016)



Gambar 6. Sintesis PUFA hingga Derivat PUFA di Otak. (Bosch-Bouju & Layé, 2016)

### 3. Transportasi Materno-Fetal

PUFA utama yang ada di otak adalah asam arakidonat (AA, 20: 4n 6) dan asam docosaheptaenoic (DHA, 22: 6n-3). Dua PUFA rantai panjang

secara langsung diberikan oleh makanan, atau dimetabolisme dari makanan di hati. (Bosch-Bouju & Layé, 2016) Fosfolipid dalam



membran otak mengandung banyak asam lemak yang berbeda. Namun, salah satu senyawa, asam lemak tak jenuh ganda *docosahexaenoat* (DHA), secara unik berlimpah di antara asam lemak dan khususnya penting dalam pengembangan dan pemeliharaan mekanisme otak yang mendasari fungsi kognitif. (Wurtman, 2008)

Pertambahan DHA selama trimester ketiga sekitar 50 mg/hari, sementara pertambahan AA kira-kira dua kali lebih tinggi (100 mg/hari). Diperkirakan akumulasi LCPUFA janin didukung oleh pasokan kira-kira 50 mg/(kg/hari) n3 LCPUFA dan 400 mg/(kg/hari) n6 LCPUFA. Suplai PUFA *intrauterine* terjadi melalui *transfers* PUFA non esterifikasi terutama yang berasal dari sirkulasi ibu di seluruh *plasenta*. Konsentrasi lemak secara keseluruhan pada plasma ibu meningkat selama kehamilan, dan transpor lemak *plasenta* didorong oleh gradien konsentrasi karena janin memiliki konsentrasi lemak yang jauh lebih rendah, termasuk konsentrasi DHA dan AA. (Lotte Lauritzen et al., 2016)

Komposisi asam lemak plasma janin dan ibu menunjukkan bahwa saat lahir, LA mewakili 10% dari total asam lemak dalam plasma tali pusat dibandingkan dengan 30% dalam plasma ibu tetapi, konsentrasi AA dari plasma tali pusat adalah dua kali (10%) yang diamati pada ibu (5%). Demikian pula, konsentrasi ALA pada bayi baru lahir adalah setengah dari

masing-masing 0,3% dan 0,6%), sedangkan DHA konsentrasi ganda masing 3% dan 1,5%). Konsentrasi EPA rendah, tanpa perbedaan signifikan antara janin dan ibu. Pada bayi baru lahir, konsentrasi



relative LCPUFA n3 dan n6 plasma melebihi konsentrasi *prekursornya*, yang menguntungkan untuk perkembangan bayi baru lahir, terutama saat sejumlah besar AA dan, khususnya DHA diperlukan oleh otak dan retina. (Dutta-Roy, 2000b)

*Metabolisme essential fatty acid (EFA) maternal* sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan janin karena janin tergantung pada EFA dan LCPUFA ibu. Janin pada trimester ketiga membutuhkan sekitar 3g DHA per hari untuk struktur di otak yang sedang tumbuh (Clandinin et al., 1981). Kedua asam lemak yang terikat *albumin* dan asam lemak yang dilepaskan dari VLDL oleh LPL di ibu dari *plasenta* tersedia untuk transportasi. FATP, FABPpm, dan FAT memindahkan DHA ke *syntrophoblast*. FATP menyediakan mekanisme utama untuk ekspor ke janin. Peran dan identitas pengangkut ini masih harus diklarifikasi. *Plasenta* FABPpm, yang berbeda dari transporter terkait di jaringan lain, mengangkut DHA lebih efektif dari asam lemak yang lebih kecil dan jenuh. Kebanyakan DHA dalam sirkulasi janin terikat dengan *alpha-fetoprotein*. (Kohlmeier, 2015)

#### F. Peran DHA dan AA pada Perkembangan Otak

Nutrisi dan factor pertumbuhan mengatur perkembangan otak selama janin dan awal kehidupan pasca kelahiran. Semua nutrisi penting untuk pertumbuhan dan perkembangan sel saraf, namun beberapa memiliki efek

lebih besar selama periode akhir janin dan neonatal, antara lain



protein, zat besi, seng, selenium, yodium, folat, vitamin A, kolin, dan asam lemak tak jenuh ganda rantai panjang. (Michael K Georgieff., 2016)

Asam lemak tak jenuh ganda rantai panjang (LC-PUFA) dalam hal ini DHA dan AA ditemukan di semua sel *membran*. Kedua LC-PUFA ini khususnya terkonsentrasi di otak dan retina. Di otak, DHA terutama terkonsentrasi di membran perisinaptik sedangkan di retina, DHA ditemukan di kedua daerah *sinaptik* dan *fotoreseptor membran*. Baik DHA maupun AA terakumulasi dengan cepat di sistem saraf pusat (SSP) selama trimester terakhir kehamilan dan selama 18 bulan pertama pascakelahiran. (Colombo et al., 2004) (Drover et al., 2011)

Otak dan retina kaya akan DHA dan AA dan penyerapan oleh jaringan-jaringan ini meningkat secara substansial selama trimester terakhir kehamilan dan selama beberapa bulan setelah kelahiran. *Docosahexaenoic acid* tetapi tidak asam lemak n-3 lainnya, diperkaya di otak dan *membran retina* di mana ia berfungsi dalam peristiwa perkembangan awal seperti *neurogenesis*, pertumbuhan *neurit*, *plastisitas sinaptik*, *aksonal eliminasi*, dan *ekspresi gen*. (Mulder, King, & Innis, 2014)

AA dalam membran neuron berperan sebagai modulator untuk mengontrol pelepasan dan penyerapan kembali neurotransmitter serta transmisi sinaptik. AA dan DHA berperan penting dalam pengaturan neurotransmitter dalam sistem impuls saraf dan pertumbuhan neuron



khususnya *growth cone* dan *synaptogenesis*.(Nelly Simarmata; Tiangsa Sembiring;Tri Faranita; Winra Pratita, 2017)

Baik n-3 dan n-6 LCPUFAs adalah komponen integral dari membran sel dan keberadaannya dapat mempengaruhi struktur dan fungsi sel. Pada n-3 LCPUFA, docosahexaenoic acid (DHA) sangat penting untuk otak dan retina, di mana ia dengan cepat terakumulasi selama tahun-tahun awal kehidupan dan memainkan peran penting dalam pengembangan fungsi visual dan kognitif. Pada n-6 LCPUFA, asam *arakidonat* (AA), juga cepat bertambah pada otak bayi tetapi, di samping itu, juga didistribusikan secara luas di seluruh organ dan jaringan vital lainnya di dalam tubuh. (Forsyth et al., 2016)

Jaringan otak yang sehat terdiri dari sekitar 60% lemak struktural, dari jumlah ini, sekitar 25% adalah DHA dan 15% adalah AA. Suplai PUFA yang cukup memastikan pertumbuhan dan perkembangan optimal, terutama perkembangan saraf dan ketajaman visual pada bayi dan bayi baru lahir. (Antonakou et al., 2013) Sel-sel otak janin dibentuk sejak minggu keempat kehamilan hingga usia 3 tahun, merupakan periode bertambahnya dengan cepat.

Proses perkembangan otak berlangsung secara bertahap, seperti berikut ini : (Nelly Simarmata; Tiangsa Sembiring;Tri Faranita; Winra

2017)(Rai, Siregar, Saing, Dimiyati, & Destariani, 2019)(Diana,



### 1. Neurogenesis dan proliferasi

Pembentukan neuron membentuk tabung saraf dan menghasilkan otak dan medulla spinalis, dimulai saat 7 minggu sampai 5 bulan usia gestasi. Pada masa prenatal diperkirakan 250,000 sel otak terbentuk setiap menit melalui proses pembelahan sel yang disebut mitosis. Defisiensi asam folat, kolin, seng, zat besi, tembaga asam lemak, yodium, piridoksin, vitamin A, D dan C mengganggu proses ini.

### 2. Migrasi sel

Setelah neuron terbentuk, sel neuron akan berpindah ke struktur otak dasar dan struktur otak yang lebih tinggi. Migrasi ini terjadi 7 bulan sesudah masa konsepsi. Pada akhir migrasi akan terbentuk korteks serebral dan sel purkinje.

### 3. Diferensiasi sel

Setelah migrasi ke posisi yang tepat, sel neuron matang dan terjadi pertumbuhan dendrit dan akson. Diferensiasi sel dimulai sekitar usia 7 bulan masa gestasi.

### 4. Sinaptogenesis

Akson terhubung dengan dendrit neuron lain untuk membentuk sinapsis. Neuron terhubung ke neuron lain membentuk jaringan saraf.

Sinapsis terbentuk sejak dari lahir sampai usia tiga tahun. Pada saat



dewasa sekitar 100 triliun sinapsis membentuk hubungan antara miliaran neuron

## 5. Mielinasi

Mielin (proses penyelubungan serabut saraf oleh mielin) adalah substansi putih, berlemak yang membungkus akson dapat mempercepat komunikasi antara neuron. Prosesnya dimulai pada trimester ketiga kehamilan dan berlanjut hingga dewasa. Air susu ibu (ASI) mendukung mielinasi di otak karena ASI mengandung asam lemak esensial yang digunakan untuk membentuk mielin

Ketersediaan dua LCPUFA spesifik, AA DHA memainkan peran penting dalam pertumbuhan awal dan perkembangan, dari kehamilan sampai bayi dan seterusnya. (Lee et al., 2013) Namun, jika status asam lemak esensial serta DHA menurun selama kehamilan dan menyusui, sehingga status DHA tidak optimal untuk perkembangan anak dan dapat meningkatkan risiko atau depresi ibu pascamelahirkan. (Markhus et al., 2015)

Selama perkembangannya, pada masa kehamilan bayi memperoleh DHA dan AA yang terbentuk dari ibu ke janin melalui transfer plasenta gestasional, (transprtasi plasenta) terutama selama trimester terakhir. Lemak plasenta didorong oleh gradien konsentrasi janin yang memiliki

asi lemak yang jauh lebih rendah dari ibu, termasuk konsentrasi n AA. Setelah lahir, bayi mendapatkan dari ASI sehingga



kandungan LCPUFA di jaringan mereka bergantung pada kandungan yang ditemukan pada ASI ibu mereka (Lotte Lauritzen et al., 2016)(Alshweki et al., 2015) (Kohlmeier, 2015) (Weiser et al., 2016). (Kim et al., 2017)

Asupan LA dan ALA diet ibu berfungsi sebagai *precursor* untuk *sintesis* LCPUFA  $n-3$  dan  $n-6$  pada hati. Konsentrasi  $n-6$  FA plasma ibu lebih tinggi memiliki kandungan asam lemak  $n-3$  yang lebih rendah dan *sebaliknya*.(Uauy et al., 2000). Meskipun PUFA rantai panjang (LCPUFA) seperti AA, EPA dan DHA dapat terbentuk dari *prekursor* masing-masing LA dan ALA namun tingkat konversi sangat rendah. Bayi juga dapat mensintesis asam lemak ini dari *prekursor*, *a-linolenat acid* (ALA) untuk DHA dan bantuan *linoleat acid* (LA) untuk AA. (Cheatham, Colombo, & Carlson, 2006) Namun sebagian besar bayi tidak dapat *mensintesis* LCPUFA dari *prekursor* FA. Dengan demikian, sangat penting untuk menyediakan AA dan DHA yang memadai dalam makanan sejak awal bayi. (Kim et al., 2017)

Sumber utama DHA diet selama masa kanak-kanak adalah ASI. Asupan DHA dini telah terbukti mempengaruhi tingkat akumulasi DHA di otak selama percepatan pertumbuhan otak awal dan karenanya telah terbukti mempengaruhi perkembangan kognitif pada anak-anak.(Andersen et al., 2017) . Menyusui merupakan sumber DHA alami, yang berhubungan

peningkatan fungsi kognitif. Selain itu, suplementasi ibu dengan asam lemak omega-3 selama kehamilan dan menyusui melalui konsumsi DHA tinggi dari



telur, minyak ikan, atau kapsul menghasilkan peningkatan perkembangan kognitif pada bayi. (Drover et al., 2011)

Kandungan DHA dari makanan bayi tercermin dalam komposisi jaringan bayi. (Mulder et al., 2014). Jumlah FA yang berlebihan dalam makanan bayi mungkin memiliki efek buruk pada bayi dan anak-anak, karena dapat mengganggu *metabolisme* LC-PUFA. (Ribeiro et al., 2008) .(Antonakou et al., 2013) Komposisi asam lemak sebagian besar pada formula bayi sangat berbeda dengan ASI dalam kontribusi asam lemak tak jenuh ganda rantai panjang (LC-PUFA) terhadap komposisi asam lemaknya. Air susu ibu (ASI) berisi LCPUFA fisiologis yang paling penting, *arakidonat acid* (AA) dan *docosahexaenoic acid* (DHA) sementara banyak formula bayi yang ada saat ini tidak memiliki asam lemak ini. (Minda et al., 2004)

Asam *docosahexaenoic* dan (AA) yang diperlukan untuk pembentukan senyawa *non-myelinated membran* sel dalam sistem saraf pusat, termasuk di retina, terakumulasi dalam jumlah yang cukup banyak di jaringan kaya membran, seperti otak dan retina, selama perkembangan pascakelahiran awal. Dengan demikian, LC-PUFA ini memiliki peran penting dalam pengembangan sistem saraf pusat dan fungsi retina. Suplai PUFA yang cukup dan juga dalam proporsi yang sesuai memastikan

uhan dan perkembangan optimal, terutama perkembangan saraf  
ajaman visual serta perkembangann kognitif yang baik pada bayi.  
ki et al., 2015)(Ribeiro et al., 2008)



*Docosahexaenoic acid* otak dan retina responsif terhadap diet sedangkan AA tidak. *Docosahexanoic acid* berada pada konsentrasi tinggi dalam sel dan jaringan yang terkait dengan konsumsi energi yang tinggi, konsisten dengan tingkat DHA yang tinggi dalam *mitokondria* dan *sinaptosom*. (Brenna & D'haeseleer, 2007) Kekurangan kedua jenis asam lemak esensial DHA dan AA saat lahir berkorelasi dengan berat badan yang rendah, lingkaran kepala yang kecil dan ukuran plasenta yang kecil akibatnya perkembangan sistem saraf pusat dan kemampuan kognitif di masa selanjutnya turut terpengaruh. (Diana, 2013a)

Jumlah DHA yang cukup di membran sel otak akan meningkatkan fleksibilitas *membran* sel otak supaya otak dapat bekerja secara optimal meningkatkan efisiensi dalam berkomunikasi. Sedangkan, jumlah DHA yang tidak memadai pada otak akan berakibat pada sulitnya pembaharuan sel. Sehingga, sel otak akan menggunakan lemak jenuh ataupun asam lemak trans untuk melakukan pembaharuan sel, yang menyebabkan membran sel otak menjadi kaku dan tidak fleksibel lagi. DHA merupakan lemak baik sehingga dengan adanya DHA otak akan menjadi lebih baik juga. Fleksibilitas membran sel otak yang baik akan mempercepat transfer informasi sehingga otak dapat bekerja lebih cepat. Sebaliknya, dengan kurangnya DHA pada otak dapat memperburuk penyampaian informasi ketika berkomunikasi. (Geary, 2005)



ak dengan cara yang mirip dengan bagian tubuh lainnya, dibangun protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral yang semuanya

dipasok oleh makanan. Otak berkembang lebih cepat daripada bagian tubuh yang lain. Kekurangan makanan pada tahap kritis perkembangan dapat menyebabkan perubahan struktur otak yang berlangsung lama. Selain itu, organ otaklah yang paling banyak aktif secara *metabolik* dalam tubuh namun sangat terbatas menyimpan energi, sehingga sangat bergantung pada diet untuk pasokan glukosa berkelanjutan. Begitu pula dengan fungsi otak dari menit ke menit membutuhkan suplai *mikronutrien* yang memadai, bertindak sebagai *ko-enzim*, atau membentuk bagian struktural dari enzim yang diperlukan untuk aktivitas *metabolisme* yang optimal. Dengan demikian, diet bertanggung jawab baik untuk perkembangan otak dan bahan bakar untuk *metabolisme*. (Benton, 2010)

Komposisi asam lemak ASI erat mencerminkan komposisi asam lemak dalam lipid plasma ibu. (Lotte Lauritzen & Carlson, 2011) Status asam lemak esensial serta asam *docosahexaenoic* (DHA, 22: 6n-3) menurun selama kehamilan dan menyusui. Akibatnya, status DHA mungkin tidak optimal untuk perkembangan anak dan dapat meningkatkan risiko atau depresi ibu pascamelahirkan. (Markhus et al., 2015) Komposisi asam lemak sebagian besar pada formula bayi sangat berbeda dengan susu manusia (ASI) dalam kontribusi asam lemak tak jenuh ganda rantai panjang (LC-PUFA) terhadap komposisi asam lemaknya. ASI berisi LCPUFAs fisiologis yang paling penting, asam *arakidonat* (C20: 4n-6, AA) dan asam *hexaenoic* (C22: 6n-3, DHA) sementara banyak formula bayi yang ini tidak memiliki asam lemak ini. (Minda et al., 2004)



Rekomendasi terbaru tentang konsumsi per kilogram per hari DHA berkisar antara 18 sampai 60 mg dan AA berkisar antara 18 mg sampai 45 mg dan asupan EPA tidak boleh melebihi 20 mg, sedangkan asupan per kg per hari sebesar 55 sampai 60 mg DHA (~1% dari total asupan asam lemak), bersama dengan 35- 45 mg AA (~ 0,6-0,75% dari total asupan asam lemak) dianggap lebih baik. (Koletzko et al., 2014).

Asam *arakidonat* paling melimpah, dan DHA yang paling penting secara biologi dalam ASI. Rasio AA terhadap DHA dalam ASI biasanya 1,5- 2 / 1, namun variabilitasnya tinggi, dan rasionya terutama ditentukan oleh kebiasaan makan. (Alshweki et al., 2015). Asupan rata-rata lipid ASI pada bayi yang mendapat ASI penuh adalah 21,42 g / hari antara lahir sampai 6 bulan. Hal ini menghasilkan 3,9 kg lipid yang dipasok selama setengah tahun pertama kehidupan untuk bayi yang mendapat ASI penuh, setara dengan sekitar 35.000 kkal yang diberikan oleh lipid ASI saja selama 6 bulan pertama kehidupan. Sementara kandungan lipid rata-rata dalam ASI relatif stabil selama bulan pertama laktasi, terdapat variasi konsentrasi lemak susu antar individu dan intra individual yang sangat lebar (Koletzko, 2017)

Bayi dan anak-anak, dianjurkan bahwa untuk 0-6 bulan, kebutuhan harian adalah 0,1-0,18% DHA (setara dengan rata-rata 102 mg / hari); untuk 6-12 bulan, DHA 10–12 mg / kg berat badan; 2-4 tahun, DHA dan EPA 100–200 mg / hari; meningkat menjadi DHA dan EPA 200–250 mg pada usia 6–



10 tahun, sedangkan rekomendasi AA untuk bayi selama bulan-bulan pertama kehidupan sebanyak 140 mg / hari. (Forsyth et al., 2016)

Beberapa penelitian telah menunjukkan efek positif suplementasi neonatal pada LCPUFA baik pada perkembangan *neuro* maupun fungsi motoric dan kualitas pada bayi full term. (Lundqvist-Persson, Lau, Nordin, Strandvik, & Sabel, 2010). Meskipun bayi yang baru lahir mampu *mensintesis* AA dan DHA dari asam lemak *prekusor*, kapasitas ini nampaknya tidak memadai untuk memenuhi tuntutan tinggi jaringan yang berkembang. Akibatnya, untuk LCPUFA ini, bayi sangat bergantung pada persediaan makanan yang memadai, lebih baik dari ASI. (Weseler, Dirix, Bruins, & Hornstra, 2008).

Pada bayi premature, persediaan kadar DHA dan AA terganggu dan sintesis cepat jaringan otak, diferensiasi sel, dan *synaptogenesis* terganggu. Mereka secara eksklusif bergantung pada ASI dan sumber eksogen lainnya. Bayi berat lahir rendah (BBLR) dan bayi yang sangat prematur sangat rentan terhadap defisiensi LCPUFA, karena tidak adanya jaringan *adiposa* saat lahir, ketidakmatangan jalur *elongasi* dan *desaturasi* asam lemak. (Alshweki et al., 2015)

Pemberian ASI Eksklusif adalah cara ideal untuk mencapai pertumbuhan dan perkembangan anak yang optimal. Karena jumlah asam

lemak jenuh omega-3 dan bahan bioaktif dalam susu ibu yang baik,



pemberian secara eksklusif memperbaiki perkembangan otak anak, kecerdasan dan kemampuan untuk belajar. (Tariku et al., 2017)

*Omega 3* berhubungan dengan kecerdasan anak karena *Omega 3* (EPA dan DHA) termasuk asam *linolenat* berfungsi untuk pembentukan *spingomielin* dan merupakan komponen struktural sel saraf (*mielin*). EPA berguna untuk pembentukan membransel. *Spingomielin* dibentuk oleh EPA dan DHA tadi digunakan untuk membentuk membrane sel otak dan mielin sel saraf. Bila EPA dan DHA pada otak cukup maka sinyal yang disampaikan dari otak akan diteruskan ke akson dan myelin akan mempercepat jalannya sinyal yang disampaikan oleh otak.



7. Modifikasi dari Gunane Kerangka Teori Hubungan Omega 3 dengan Kecerdasan Anak (Diana, 2013a)

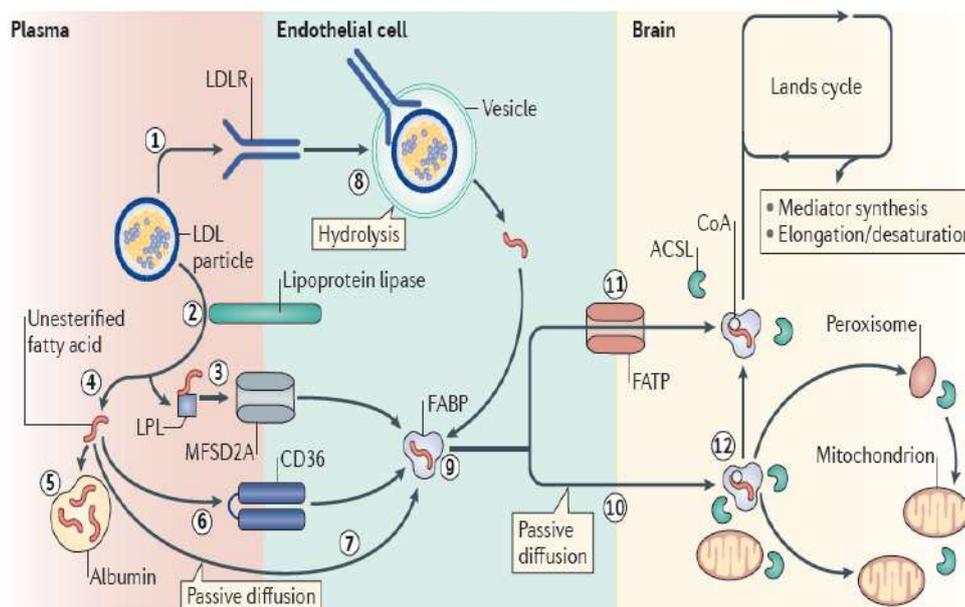


Pesan yang disampaikan oleh otak tadi akan diteruskan oleh *neurotransmitter* sesuai dengan perintah otak sehingga perkembangan gerak motorik tubuh yang dihasilkan menjadi cepat dan berkembang dengan baik, sebaliknya jika EPA dan DHA jumlahnya kurang di otak maka membran sel mati sehingga hantaran sinyal yang diteruskan ke *akson* tidak lancar akibatnya *neurotransmitter* tidak bekerja dan gerak motorik tubuh menjadi lambat dan perkembangan motorik pun menjadi lambat. *Neurotransmitter* berfungsi sebagai penyampai pesan dari sel saraf. (Diana, 2013a)

Proses masuknya lemak dari plasma ke otak di gambarkan pada gambar 8. Asam lemak yang masuk ke otak dapat berasal dari beberapa kandidat dalam plasma, termasuk *lipoprotein*, *lisofosfolipid* (LPL) atau asam lemak yang tidak *diesterifikasi*. *Lipoprotein*, seperti *low-density lipoprotein* (LDL), dapat berikatan dengan reseptor lipoprotein masing-masing, seperti *reseptor* LDL (LDLR), yang menginduksi *endositosis* (1). Sebagai alternatif, lipoprotein lipase dapat berinteraksi dengan *lipoprotein* (2) untuk menghasilkan LPL yang mengandung asam lemak, yang diambil oleh MFSD2A (*Major Facilitator Superfamily Domain-Containing Protein 2A*) (3), dan asam lemak tak teresterifikasi (4). Asam lemak tak teresterifikasi, yang mungkin terkait dengan albumin (5), selanjutnya dapat diambil melalui kandidat transporter (seperti CD36) (6) atau secara pasif berdifusi ke dalam *endotel* (7).



Dalam sel-sel endotel, yang membentuk penghalang darah-otak, *lipoprotein* dapat *dihidrolisis* untuk melepaskan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) (8), yang terkait dengan protein pengikat asam lemak (FABP) (9) dan kemudian diangkut melalui neuron. membran, baik secara pasif (10) atau oleh protein pengangkut asam lemak (FATP) (11). Saat memasuki *membran neuron*, asam lemak dikonversi menjadi *CoA thioester* oleh protein (termasuk FATP) dengan aktivitas asam lemak rantai panjang-CoA *synthase* (ACSL) (12). Ini mempartisi mereka menuju *esterifikasi* dan *de-esterifikasi* melalui siklus *Lands* dan menuju *oksidasi  $\beta$*  dalam *mitokondria* dan *peroksisom*.(Bazinet & Layé, 2014)



Gambar 8. Masuknya asam lemak dari plasma ke otak.



... adalah DHA yang tinggi di tempat pensinyalan sinaptik dari membran sinaptosom otak dan vesikula sinaptik dipertahankan secara ... ner. Tingkat fleksibilitas konformasi yang tinggi karena ikatan

rangkap ganda merupakan aspek fundamental yang mungkin dari sifat biologis beragam yang terkait dengan DHA, termasuk proses kognitif. Integrasi DHA-fosfolipid sangat mengubah beberapa sifat dasar membran, termasuk urutan rantai asil dan fluiditas, kompresibilitas elastis, permeabilitas, perilaku fase, fusi, aktivitas protein flip-flop (flippase). Dengan demikian, perubahan komposisi asam lemak membran secara signifikan dapat mempengaruhi berbagai fungsi otak, termasuk pemeliharaan akson dan dendrit, sel bentuk, pembentukan rakit lipid, pensinyalan berpasangan protein G (mengarah ke ekspresi gen yang berubah), polaritas, plastisitas neuron, penyimpanan dopamin, pembentukan dan transportasi vesikel, pengambilan glukosa, dan regulasi hipotalamus. (Ramesh Kumar Saini & Keum, 2018)

Peran asam lemak dan beberapa mikronutrien lainnya terhadap perkembangan otak, diuraikan pada tabel 12.

Tabel 12. Peran Mikronutrien terhadap Perkembangan Otak

MIKRONUTRIEN	PERAN
DHA dan AA	Sebagai bagian structural non mielin dari membrane neuron. AA terdistribusi di fosfolipid membrane sekeliling badan sel. DHA banyak di membrane prsinaptik. Keduanya dibutuhkan selama pertumbuhan otak, proses perpanjangan akson dan transformasi.
Thiamin	Berperan penting dalam konduksi saraf dan sintesis neurotransmitter asetilkolin.
Riboflavin	Prekursor kofaktor enzim flavin mononucleotide (FMN) dan flavin adenine dinucleotide (FAD), yang terlibat dalam reaksi oksidasi dan reduksi karbohidrat, protein, dan lemak
Niasin	Dibutuhkan oleh mitokondria untuk metabolisme koenzim nikotinamida adenine dinukleotida (NAD) dan NAD phosphate (NADP).
Pentonat	Komponen koenzim A dan berperan dalam berbagai reaksi enzimatik.



Piridoksin	Koenzim yang dibutuhkan dalam produksi berbagai asam amino neurotransmitter, termasuk serotonin, dopamin, dan noradrenalin. Piridoksin berperan dalam konversi dopa menjadi dopamine dan sintesis gamma-amino-butyric acid (GABA).
Biotin	Komponen koenzim A dan berperan dalam proses karboksilasi.
Asam Folat	Vitamin B yang berperan penting dalam proliferasi sel, proses metilasi, transkripsi ADN, dan ekspresi epigenetik. Asam folat berperan dalam sintesis asam nukleat purin dan thimin yang dibutuhkan dalam replikasi ADN dan sintesis asam amino.
Kobalamin	Nutrisi penting dalam pembentukan mielin. Defisiensi kobalamin berhubungan dengan kerusakan saraf, penurunan kognitif, dan disabilitas intelektual. Defisiensi kobalamin selama kehamilan berhubungan dengan defek tabung neural, mielinasi yang terlambat, dan demielinasi.
Vitamin D	Sebagai neurosteroid dan memiliki peran dalam perkembangan saraf.
Vitamin A	Berperan dalam regulasi ekspresi genetik yang mengatur diferensiasi neural penting dalam perkembangan kognitif dan motorik yang dipengaruhi dopamine.
Vitamin E	Antioksidan yang melindungi membran sel dan asam nukleat dari proses oksidasi yang diakibatkan reaksi radikal bebas. Bersifat esensial untuk proses perkembangan sistem saraf, retina, dan muskuloskeletal.
Vitamin C	Antioksidan di otak, modulasi system saraf, dan terlibat dalam angiogenesis. Defisiensi menyebabkan penurunan volume hipokampus dan sel saraf pada neonatus.
Zat Besi	Unsur penting dalam produksi dan pemeliharaan mielin serta mempengaruhi aktivitas saraf, membantu kerja enzim seperti sitokrom oksidase untuk perangsangan saraf, sintesis neurotransmitter seperti serotonin, dopamin, dan norepinefrin. Defisiensi menghambat neurogenesis di hipokampus, mempengaruhi plastisitas sinaps dan proses mielinasi.
Seng	Dibutuhkan untuk pembelahan dan aktivitas membran sel otak, neurogenesis, migrasi, dan pembentukan sinaps. Berperan dalam 200 enzim, sintesis protein dan asam nukleat, sehingga berpengaruh langsung terhadap pembelahan, pertumbuhan, dan regenerasi sel.
Kolin	Prekursor neurotransmitter asetilkolin, dan juga prekursor fosfolipid, berperan pada membran sel. dibutuhkan dalam pembentukan seluruh membran, termasuk fosfolipid substansi kelabu dan substansi putih..
Tembaga	Merupakan kation untuk protein yang terlibat dalam metabolisme energi otak, metabolisme dopamin, aktivitas antioksidan pada otak janin dan neonatus. Penting dalam metabolisme enzim seperti lisil oksidase, elastase, monoamin oksidase, sitokrom oksidase, seruoplasmin, dan copper-zinc superoxide dismutase.

*Sumber : Majalah Cermin Kedokteran Vol.46(3) Tahun 2019 (Rai et al., 2019)*

Nutrisi tertentu memiliki efek lebih besar pada pengembangan otak

yang lain. Ini termasuk protein, energi, lemak, zat besi, seng,

, yodium, selenium, vitamin A, kolin, dan folat. Kemampuan untuk



mendeteksi efek spesifik dari defisiensi nutrisi tergantung pada area otak mana yang terpengaruh dan memiliki penilaian neurologis yang memanfaatkan fungsi area spesifik tersebut. Hal ini ditunjukkan pada tabel 13. (Mchael K Georgieff., 2016)

Tabel 13. Nutrisi penting selama perkembangan otak janin dan neonatal yang terlambat

Nutrisi	Kebutuhan Otak akan Gizi	Sirkuit otak yang dominan atau proses yang dipengaruhi oleh kekurangan nutrisi
Protei- Energi	Proliferasi sel, sel diferensias Synaptogenesis Sintesis faktor pertumbuhan	Global Corteks Hippocampus
Zat Besi	Myelin Sintesis Monoamine Metabolisme energi neuron dan glial	Materi Putih Striatum-frontal Hippocampal-frontal
Zink	Sintesis DNA Pelepasan neurotransmitter	Sistem saraf otonom Hippocampus, Cerebellum
Copper	Sintesis neurotransmitter, metabolisme energi neuron dan glial, aktivitas antioksidan	Cerebellum
LC-PUFA	Synaptogenesis Myelin	Mata Corteks
Kolin	Sintesis neurotransmitter Metilasi DNA Sintesis mielin	Global Hippocampus Materi putih

Sumber : *Nutrition and the developing brain* (Mchael K Georgieff., 2016)

Efek pemberian makanan terhadap kesehatan dan perkembangan bayi pertama kali diamati lebih dari tujuh dekade yang lalu ketika bayi menyusui terbukti memiliki keuntungan dalam fungsi kognitif dari pada bayi

tidak disusui. Konsekuensi menguntungkan jangka panjang dari bayi untuk kesehatan mental anak dapat disebabkan oleh fakta bahwa



susu ibu adalah sumber asam lemak dan komponen bioaktif yang penting yang untuk perkembangan bayi. (Nishimura et al., 2014) Kecukupan gizi berdasarkan usia anak digambarkan pada tabel 14.

Tabel 14. Kecukupan Gizi pada anak di Indonesia

Standar Berat Badan, Tinggi Badan, Dan Kecukupan Gizi	Umur		
	0-6 Bulan	7-12 Bulan	1-3 Tahun
Berat badan (kg)	6,0	8,5	12
Tinggi badan (cm)	60	71	90
Energi (Kkal)	550	650	1000
Protein (gr)	10	16	25
Vitamin A (RE)	375	400	400
Vitamin D (ug)	5	5	5
Vitamin E (mg)	4	5	6
Vitamin K (ug)	5	10	15
Thiamin (mg)	0,3	0,4	0,5
Riboflavin (mg)	0,3	0,4	0,5
Niasin (mg)	2	4	6
Vitamin B12 (mg)	0,4	0,5	0,9
Asam folat (ug)	65	80	150
Piridoksin (Vit B6) (mg)	0,1	0,3	0,5
Vitamin C (mg)	40	45	40
Kalsium (mg)	200	400	500
Fosfor (mg)	100	225	400
Magnesium (mg)	25	55	60
Besi (mg)	0,5	7	8
Seng (mg)	1,3	7,5	8,2
Iodium (mg)	90	90	90
Selenium (mg)	5	10	17
Mangan (mg)	0,003	0,6	1,2
Flour (mg)	0,01	0,4	0,6

Sumber : Depkes, 2003 dan WNPG 2004

Efek dari kekurangan nutrisi atau suplementasi pada otak yang sedang berkembang adalah fungsi dari kebutuhan otak akan nutrisi dalam jalur metabolisme spesifik dan komponen struktural. Efek-efeknya

terjadi secara regional di dalam sesuai lokasi berkembang dengan waktu tertentu. Selama akhir kehidupan janin dan awal kehidupan, pada hippocampus, korteks visual dan auditori, dan striatum



sedang mengalami perkembangan pesat yang ditandai oleh morfogenesis dan sinaptogenesis. Hippocampus yang mensubservasi perilaku memori adalah salah satu area paling awal untuk menunjukkan konektivitas dan fungsionalitas kortikal-kortikal. Selain itu, proses di seluruh otak seperti mielinisasi mempercepat selama akhir janin dan awal kehidupan neonatal dan rentan terhadap defisit nutrisi yang mendukungnya.

Nutrisi yang mendukung perkembangan otak normal pada satu waktu mungkin beracun di titik lain dalam perkembangan. Demikian pula, nutrisi yang mendorong perkembangan otak normal pada satu konsentrasi mungkin beracun di konsentrasi lain. Beberapa nutrisi, termasuk zat besi, diatur dalam kisaran yang relative sedikit, di mana kelebihan atau kekurangan menginduksi perkembangan otak yang tidak normal. Lainnya memiliki rentang toleransi yang lebih luas. Nutrisi diperlukan tidak hanya untuk neuron tetapi juga untuk mendukung sel glial. Untuk setiap tempat tertentu, kekurangan nutrisi awal memiliki efek yang lebih besar pada proliferasi sel, sehingga mempengaruhi jumlah sel. Kekuirangan nutrisi kemudian mempengaruhi diferensiasi, termasuk ukuran, kompleksitas, dan dalam kasus neuron, sinaptogenesis, dan dendritik.(Mchael K Georgieff., 2016)

## **G. Perkembangan Anak Dua Tahun Pertama Kehidupan**

### **Perkembangan Anak Usia 18-24 Bulan**

Perkembangan anak merupakan perubahan psikofisik hasil proses integrasi dan fungsi psikis dan fisik anak yang ditunjang oleh factor



lingkungan dan proses belajar dalam kurung waktu tertentu menuju kedewasaan. . (Soetjningsih, 1998) (Thach D. Tran et al., 2014)

Tahun-tahun pertama kehidupan merupakan periode kritis perkembangan dan fungsi di otak sehingga dua tahun pertama kehidupan mewakili pertumbuhan yang luar biasa, secara fisik dan kognitif. (Ribe et al., 2018) (Scharf et al., 2018) Kesehatan ibu antenatal, baik fisik dan mental, merupakan penentu penting perkembangan pada masa bayi dengan potensi bertahan dari keterlambatan atau defisit perkembangan, menjadi dewasa. Hasil kehamilan yang buruk merupakan faktor penentu keterlambatan perkembangan dan disabilitas pada anak-anak. (Thach D. Tran et al., 2014)

Pencapaian dari keterampilan tertentu dibangun di atas pencapaian keterampilan sebelumnya, hanya kadang keterampilan ini jarang dapat dilewati. Bila hal ini terjadi, keterampilan lanjutan mungkin menjadi keterampilan "*splinter*", yaitu, pola perkembangan yang menyimpang. Keterlambatan dalam satu pengembangan domain dapat merusak perkembangan di domain lain. Sebagai contoh, imobilitas karena gangguan neuromuskuler menghambat eksplorasi lingkungan dan, pada gilirannya, menghambat perkembangan kognitif. (Johnson & Blasco, 1997)

Gambaran beberapa generalisasi tentang pematangan

perubahan saraf sebagai berikut : (Johnson & Blasco, 1997)



- a. Respons terhadap rangsangan berawal dari refleks umum yang melibatkan seluruh tubuh secara bebas di bawah arahan *kortikal*, yang memungkinkan anak untuk bergerak dari reaksi simetris ketika ada stimulus (yaitu, vokalisasi, melambaikan tangan, dan menendang) ke gerakan bebas asimetris, dan tepat menuju stimulus (yaitu, menggenggam dengan satu tangan dan memeriksa dengan tangan lainnya).
- b. Perkembangan berawal dari sefal ke kaudal dan *proksimal* ke *distal*. Gerakan lengan berada di bawah arahan *kortikal* dan bimbingan visual sebelum gerakan kaki, anak berkembang dari bermain tangan-mulut ke kaki-mulut. *Ekstremitas* atas menjadi semakin jelas dalam mencapai, menangkap, mentransfer, dan memanipulasi. Perkembangan *distal* terlihat ketika bayi dapat mengisolasi dan menggunakan jari telunjuk untuk menyodok dan menjelajahi bagian-bagian objek.
- c. Kemajuan perkembangan dari ketergantungan ke kemandirian. Bayi baru lahir yang benar-benar tergantung berkembang menjadi balita yang memiliki mobilitas dan keterampilan manipulatif yang memungkinkannya menjelajahi sebagian besar lingkungan.

Domain perkembangan utama pada masa bayi pada periode dari lahir sampai usia 12 bulan berupa perkembangan motorik, fisik, kognitif, dan sosial-emosional. (Soetjningsih, 1998) (Thach D. Tran et al., 2014)

Perkembangan gerakan motoric terdiri dari perkembangan motoric kasar dan motoric halus. Perkembangan motoric kasar berkaitan dengan gerakan



yang dipengaruhi oleh keterampilan otot besar seperti duduk, berdiri atau berjalan sedangkan kemampuan motoric halus berkaitan dengan gerakan yang dipengaruhi oleh keterampilan saraf-saraf halus seperti memegang dengan telunjuk dan ibu jari. Kemampuan tersebut berkembang sejalan dengan penambahan usia dan kematangan saraf-saraf serta otot-otot anak .(Soetjiningsih, 1999) (Thach D. Tran et al., 2014)

Aktifitas motorik membutuhkan kekuatan yang memadai. Penanda neuromaturasional motorik adalah *refleks primitif*, yang berkembang selama kehamilan dan umumnya menghilang antara bulan ketiga dan keenam setelah lahir, dan reaksi *postural*, yang tidak ada saat lahir tetapi berkembang secara berurutan antara usia 3 dan 10. Refleks masing-masing memerlukan stimulus sensorik khusus untuk menghasilkan respons motor *stereotip*. Keterampilan motoric pada anak 18-24 bulan ditunjukkan pada tabel 15. (Johnson & Blasco, 1997)

Fungsi otak dan pikiran adalah memungkinkan individu untuk memperhatikan, memproses, dan membimbing respons perilaku terhadap jenis informasi dan kondisi yang telah dikaitkan dengan prospek bertahan hidup atau reproduksi selama sejarah *evolusioner spesies*. (Geary, 2005) Kemampuan kognitif mengacu pada sejauh mana seseorang dapat berpikir, bernalar, mengerti dan ingat informasi, pecahkan masalah, dan belajar.

kemampuan kognitif masa kecil telah terbukti memprediksi hasil termasuk prestasi akademik, pekerjaan kesuksesan dan aian sosial. (Murray-Kolb et al., 2018)



Tabel 15. Keterampilan pada Perkembangan motoric anak 18-24 bulan

Usia (Bulan)	Motoric kasar	Motoric halus		Peringatan
18	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dorong / tarik benda besar</li> <li>- Melempar bola sambil berdiri</li> <li>- Duduk sendiri di kursi kecil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menara 4 kubus</li> <li>- Meniru dengan kasar pukulan tunggal</li> <li>- Mencoret-coret secara spontan</li> </ul>		Dominasi tangan sebelum 18 bulan dapat mengindikasikan kelemahan kontralateral
20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berjalan menaiki tangga dengan tangan dipegang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyelesaikan penjepit papan persegi</li> </ul>		
22	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berjalan menaiki tangga dengan rel, menandai waktu</li> <li>- Jongkok dalam permainan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menara 6 kubus</li> </ul>		
24	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melompat di tempat</li> <li>- Tendangan bola</li> <li>- Berjalan menuruni tangga dengan rel, menandai waktu</li> <li>- Melempar secara berlebihan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melatih kubus tanpa tumpukan</li> <li>- Meniru pukulan vertical/tegak lurus</li> </ul>		Ketidakkampuan untuk berjalan naik dan turun tangga mungkin merupakan akibat dari kurangnya kesempatan

Sumber : (Johnson and Blasco 1997)

Dengan berfungsinya alat-alat indera serta kemampuan-kemampuan melakukan gerak motorik dalam bentuk reflek ini, maka bayi berada dalam keadaan siap untuk mengadakan hubungan dengan dunianya. Perkembangan kognitif ini terdiri dari bahasa dan *visual-motor*. Bahasa merupakan salah satu indikator perkembangan keseluruhan dari

...uan kognitif anak. Identifikasi dan intervensi secara dini dapat ...ah terjadinya gangguan fungsi kognitif. (Soetjiningsih, 2012)



Pada dua tahun pertama kehidupan merupakan jendela kritis bagi perkembangan kognitif. Selama periode ini dasar-dasar *sensorik* dan persepsi sistem yang mendasari bahasa dan social perilaku emotional terbentuk. Kognitif berfungsi dalam kehidupan awal memprediksi kompetensi dengan penilaian di usia 24 bulan terkait dengan IQ pada umur 8-9 tahun. Karenanya, faktor yang mengganggu perkembangan otak selama tahun-tahun penting ini mungkin memiliki konsekuensi jangka panjang untuk berfungsi otak di kemudian hari. (Murray-Kolb et al., 2018) Ini adalah periode penting untuk pembentukan otak, peletakan dasar untuk pengembangan keterampilan, motorik, dan sosial emosional sepanjang masa kanak-kanak dan dewasa. (Prado, Alcock, Muadz, Ullman, & Shankar, 2012)

Perkembangan kognitif merupakan kumpulan kompleks fungsi mental yang lebih tinggi yang ditugaskan oleh otak, yang mencakup perhatian, ingatan, pemikiran, pembelajaran, dan persepsi. (Nyaradi et al., 2013). Piaget mengartikan pengetahuan itu bukanlah salinan dari objek dan juga bukan berbentuk kesadaran apriori yang sudah ditetapkan di dalam diri subjek, ia bentukan perseptual, oleh pertukaran antara organisme dan lingkungan dari sudut tinjauan biologi dan antara fikiran dan objeknya menurut tinjauan kognitif. (Geary, 2005).

Piaget telah mengidentifikasi empat tahap utama pengembangan: motor, praoperasi, operasional konkret, dan operasional formal. Tahap *sensorimotor* dicapai pada umur 0-2 tahun, mental dan kognitif



bayi berkembang sejak lahir sampai penampilan bahasa. Tahap ini ditandai dengan perolehan progresif dari objek permanen dimana anak menjadi dapat menemukan objek setelah dipindahkan, bahkan jika benda telah diambil dari bidang penglihatannya. Karakteristik tambahan anak-anak pada tahap ini adalah kemampuan mereka untuk menghubungkan angka ke objek. (Ojose, 2008)

Pada permulaan tahap ini, bayi memperlihatkan tak lebih dari pola reflektif untuk beradaptasi dengan dunia, menjelang akhir tahap ini, bayi menunjukkan pola *sensori motor* yang lebih kompleks. Piaget membagi tahap *sensori motor* ini dalam 6 periode, (Khadij, 2016).

- a. Periode 1 : penggunaan *refleks-refleks* (usia 0-1 bulan). Reaksi menghisap dan refleks kepala pada sumber rangsangan secara tepat dan terarah merupakan reaksi yang paling jelas.
- b. Periode 2 : reaksi sirkuler primer (usia 1-4 bulan). Bayi menghadapi pengalaman baru dan berusaha mengulangnya.
- c. Periode 3 : reaksi sirkuler sekunder (usia 4-10 bulan). Bayi menemukan dan menghasilkan kembali peristiwa menarik diluar dirinya.
- d. Periode 4 : koordinasi skema-skema sekunder (10-12 bulan). Bayi belajar mengkoordinasikan dua skema terpisah untuk mendapatkan hasil.
- e. Periode 5 : reaksi sirkuler tersier (usia 12-18 bulan). Bayi bereksperimen

gan tindakan-tindakan yang berbeda untuk mengamati hasil yang berbeda-beda (temuan bayi lewat tindakan fisik)



- f. Periode 6 : permulaan berfikir (usia- 18-24 bulan). Memikirkan situasi secara lebih internal sebelum bertindak, mulai bisa berpikir dalam mencapai lingkungan, sudah mulai menentukann cara baru yang tidak hanya berdasarkan rabaan fisik dan internal tetapi juga koordinasi dalam gambaran atau pemikirannya.

Keterampilan pemecahan masalah terdiri dari manipulasi objek untuk memecahkan masalah. Kemampuan bayi untuk menyelesaikan masalah tergantung pada penglihatan yang utuh, koordinasi motorik halus, dan pemrosesan kognitif. Sementara keterlambatan dalam pengembangan bahasa lebih umum daripada keterlambatan dalam domain perkembangan lainnya. Antara 10 dan 18 bulan, jumlah kata membantu dalam menilai keterampilan ekspresif anak; setelah usia 18 bulan, kosakata meningkat secara eksponensial, dan sulit untuk mengikuti perhitungan.

Bahasa termasuk keterampilan reseptif dan ekspresif. Reseptif keterampilan mencerminkan kemampuan untuk memahami bahasa; keterampilan ekspresif mencerminkan kemampuan untuk membuat pikiran, ide, dan keinginan diketahui orang lain. Ekspresi bahasa dapat mengambil beberapa bentuk: ucapan, gerakan, bahasa isyarat, tulisan, mengetik, dan “bahasa tubuh.” Dengan demikian, bahasa dan ucapan tidak identik. Bicara hanyalah ungkapan vokal bahasa. Seorang anak dapat memiliki bahasa

ormal namun tidak dapat berbicara. Biasanya, anak-anak mulai pungkan katra-kata sekitar 6 hingga 8 bulan setelah mereka kata pertama mereka. Perkembangan kognitif yang dapat dicapai



pada bayi usia 18 sampai 24 bulan dapat dilihat pada tabel 16 (Johnson & Blasco, 1997)

Tabel 16. Keterampilan pada Perkembangan kognitif anak usia 18-24 bulan

Usia (Bulan)	Penyelesaian masalah	Bahasa		Perhatian
		Receptive	Expressive	
18	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cocok dengan pasangan benda</li> <li>- Bentuk bulat di papan terbalik setelah mencari</li> <li>- Permainan simbolis diarahkan pada boneka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poin ke 3 bagian tubuh</li> <li>- Poin ke diri sendiri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 hingga 25 kata</li> <li>- Kata-kata raksasa ("Terima kasih," "Hentikan," "Ayo pergi")</li> <li>- Sebutkan satu gambar berdasarkan perintah</li> </ul>	<p>Kurangnya protodeclarative dapat mengindikasikan masalah dalam hubungan social</p>
20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menempatkan bentuk persegi di papan bentuk</li> <li>- Menyediakan lokasi objek tersembunyi (perpindahan tidak disaksikan)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poin ke beberapa item pakaian berdasarkan permintaan</li> <li>- Memilih 2 dari 3 objek yang dikenal</li> <li>- Poin ke 6 bagian tubuh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 kombinasi kata (noun-noun)</li> <li>- Holophrases</li> </ul>	
22	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengisi papan formulir 3-bagian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poin ke 3 hingga 4 gambar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 25 hingga 50 kata</li> <li>- Ekspansi kosakata yang cepat</li> </ul>	<p>lanjutan, ucapan nonkomunikatif (echolalia, frasa hafalan) dapat mengindikasikan autism</p>
24	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beradaptasi untuk membentuk pembalikan papan setelah 4 percobaan</li> <li>- Mengurutkan objek dengan gambar</li> <li>- Cocokkan objek dengan gambar</li> <li>- Mencoba melipat kertas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perintah dua langkah ("Tutup buku dan berikan bonekanya kepada ibu")</li> <li>- Memahami "orang lain"</li> <li>- Poin ke 6 gambar</li> <li>- Memahami saya / Anda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 50+ kata 2 hingga 3 kata kalimat (kata benda-kata kerja)</li> <li>- Mengacu pada nama diri</li> <li>- Kecerdasan = 50% +</li> <li>- Gunakan "Aku," "kamu," "aku"</li> </ul>	<p>Tidak adanya permainan simbolik dapat mengindikasikan masalah dalam perkembangan kognitif dan / atau social</p>

Sumber : (Johnson and Blasco 1997)



Perkembangan sosioemosional didefinisikan sebagai kapasitas yang dimiliki anak dari lahir sampai usia 5 tahun untuk membentuk

hubungan dengan orang dewasa dan teman sebaya yang dekat dan aman, mengalami, mengatur, dan mengekspresikan emosi secara sosial dan cara yang sesuai budaya, dan jelajahi lingkungan dan pelajari semua dalam konteks keluarga, komunitas, dan budaya. (Palmer et al., 2013)

Tabel 17. Perkembangan Psykososial anak 18-24 bulan.

Usia (Bulan)	Emotional	Soaial	Adaptive	Perhatian
18-21	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaitkan perasaan dengan simbol verbal</li> <li>- Mulai memiliki pemikiran tentang perasaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penerapan atribut pertama untuk diri sendiri (mis. baik, sedikit, banyak)</li> <li>- Memulai interaksi dengan menelepon ke orang dewasa</li> <li>- Ciuman dengan kerutan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minuman dari cangkir tanpa tumpah</li> <li>- Bergerak tentang rumah tanpa orang dewasa</li> <li>- Kebebasan yang muncul</li> <li>- Menghapus pakaian</li> </ul>	
21-24	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mulai "sosialisasi" ekspresi emosional oleh pengaruh sosial / budaya : modulasi emosi, menutupi emosi</li> <li>- Reaksi bayi terhadap kejadian-kejadian ambigu dibentuk oleh reaksi emosional orang lain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meniru yang lain untuk menyenangkan mereka</li> <li>- Sifat rekursif dari pemikiran sosial (yaitu, berpikir tentang "bagaimana saya bersikap kepada Anda dan anda kepada saya")</li> <li>- Bermain parallel</li> <li>- Mentolerir perpisahan: akan melanjutkan aktivitas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggantikan beberapa objek di mana mereka berada</li> <li>- Menggunakan sendok dengan baik</li> <li>- Membuka pintu dengan menyetel kenop</li> <li>- Melepas pakaian tanpa kancing</li> <li>- Buka ritsleting</li> <li>- Menempatkan sepatu pada bagian jalan</li> </ul>	<p>transisi yang buruk terus-menerus dapat menyebabkan gangguan perkembangan yang menyebar</p>

Sumber : (Johnson and Blasco 1997)

Social-emosional lebih bervariasi daripada yang ada di domain motorik dan kognitif karena lebih besar pengaruh faktor lingkungan (nurture). Seorang bayi mewarisi serangkaian karakteristik emosi-sosial

ya berinteraksi, tetapi ini dimodifikasi oleh gaya pengasuhan, "goodness of fit," dan lingkungan sosial. Emosi meliputi perasaan bayi serta



ekspresi perasaan ini. Keterampilan psykososial pada anak usia 18-24 bulan ditunjukkan pada tabel 17. (Johnson & Blasco, 1997)

Tonggak sosial mencakup langkah-langkah yang diperlukan untuk membentuk hubungan interpersonal. Keterampilan adaptif (yaitu, keterampilan yang diperlukan untuk kemandirian dalam kegiatan sehari-hari) adalah pengembangan psykososial dan mencerminkan konsep bahwa keterampilan ini memengaruhi, dan dipengaruhi oleh, faktor sosial.

Perkembangan sosioemosional di awal kehidupan memfasilitasi kompetensi perkembangan kognitif dan kesiapan sekolah, peningkatan kinerja dan kehidupan selanjutnya. (Palmer et al., 2013)

## **2. Factor-faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Anak**

Tahapan perkembangan dipengaruhi terus-menerus oleh kekuatan intrinsik dan ekstrinsik yang menghasilkan variasi individu dan membuat jalur perkembangan setiap bayi yang unik. Pengaruh intrinsik meliputi karakteristik fisik anak, keadaan kesehatan atau penyakit, temperamen, dan atribut lain yang ditentukan secara genetis. Pengaruh ekstrinsik selama masa bayi terutama berasal dari keluarga yaitu, kepribadian dan gaya pengasuhan oleh orang tua dan saudara kandung, status ekonomi keluarga dengan dampaknya pada sumber daya waktu dan uang, dan lingkungan budaya tempat bayi dilahirkan. (Johnson & Blasco, 1997)

Menurut Soetjningsih faktor yang dapat mempengaruhi tumbuh kembang anak adalah faktor genetic dan faktor lingkungan (faktor *in utero* dan *postnata*). Faktor prenatal terdiri dari gizi ibu saat hamil,



mekanis, toksik atau zat kimia, radiasi, infeksi, *endokrin*, stress, imunitas, serta *anoksi embrio*. Faktor *postnatal* yang juga dapat mempengaruhi tumbuh kembang anak antara lain lingkungan biologis, lingkungan fisik, psikososial, faktor social ekonomi keluarga, dan adat istiadat. Faktor biologis menunjukkan hubungan yang lebih besar dengan pertumbuhan, sedangkan lingkungan dikaitkan dengan perkembangan kognitif dan bahasa. (Soetjningsih, 2012) (Da Rocha Neves, De Souza Morais, Teixeira, & Pinto, 2016)

Perkembangan anak usia dini bergantung pada perawatan pengasuhan (yaitu, kesehatan, gizi, keamanan dan keselamatan, perawatan yang responsif, dan pembelajaran dini) yaitu disediakan oleh orang tua dan pengasuh lainnya dan itu terjadi melalui interaksi keluarga di lingkungan yang mendukung. Tentu saja faktor genetic memainkan peran, tetapi faktor lingkungan eksternal juga penting. Intervensi awal yang mempengaruhi faktor-faktor eksternal ini mungkin efektif dalam awal perkembangan anak-anak yang baik, dan mungkin tidak hanya bermanfaat bagi individu tetapi juga masyarakat secara keseluruhan. . (Frongillo et al., 2017) (Scharf et al., 2018)

Anak memiliki potensi yang ditentukan secara genetis untuk perkembangan kognitif. Namun faktor lingkungan, seperti nutrisi yang cukup dan kemampuan orang tua untuk menciptakan lingkungan rumah yang mendukung dan merangsang juga dapat memiliki pengaruh positif pada perkembangan kognitif anak. (Angelsen, Vik, Jacobsen, & Bakketeig, 2001).



Setiap anak perlu mendapat stimulasi rutin sedini mungkin dan terus menerus pada setiap kesempatan. Stimulasi tubuh kembang anak dilakukan oleh ibu dan ayah atau orang terdekat dengan anak, pengganti ibu/pengasuh anak, anggota keluarga lain dan kelompok masyarakat di lingkungan rumah tangga masing-masing dan dalam kehidupan sehari-hari. Kurangnya stimulasi dapat menyebabkan penyimpangan tumbuh kembang anak bahkan gangguan yang menetap. (Sri Fitayani, 2018)

Nutrisi sangat erat kaitannya dengan perkembangan biologi dan perilaku. Kekurangan gizi secara langsung dapat mempengaruhi perkembangan dan fungsi otak, terutama selama masa kritis kehidupan awal. Kekurangan nutrisi juga dapat secara tidak langsung mempengaruhi perkembangan anak dengan mengurangi pertumbuhan fisik, kesehatan, dan aktivitas, meningkatkan penyakit anak, dan mengurangi interaksi anak dengan orang tua dan lingkungan. (Frongillo et al., 2017)

Malnutrisi energi-protein yang umum di kalangan anak-anak dari lingkungan yang kurang beruntung di negara-negara berkembang secara signifikan terkait dengan perkembangan kognitif. (Johnston, Low, de Baessa, & MacVean, 1987) Seperti halnya di Tanzania, secara keseluruhan, malnutrisi kronis dan akut faktor terkait dengan defisit kognitif, komunikasi, dan perkembangan motoric pada bayi, anak-anak dan remaja. (Sudfeld et al., 2015) Literatur menunjukkan bahwa kebiasaan diet

adalah cara terbaik untuk memastikan kinerja mental dan perilaku optimal. (Bellisle, 2004)



Nutrisi dan faktor pertumbuhan mengatur perkembangan otak selama janin dan kehidupan pascakelahiran dini. Otak yang berkembang pesat lebih rentan terhadap kekurangan gizi. Nutrisi tertentu memiliki efek lebih besar pada perkembangan otak daripada yang lain. Dalam hal ini protein, energi, asam lemak, besi, zink, tembaga, yodium, selenium, vitamin A, kolin, dan folat. Efek dari setiap kekurangan nutrisi atau kelebihan gizi pada perkembangan otak didasarkan oleh waktu, dosis, dan durasi. (Michael K Georgieff., 2016)

Kekurangan zat besi dan anemia dilaporkan berhubungan dengan berat badan lahir rendah dan kelahiran prematur, perkembangan kognitif anak yang rendah, dan berkurangnya kematangan *motor neonatal*. (Thach D. Tran et al., 2014)

Bayi prematur lebih rentan terhadap perkembangan motorik, perilaku, dan penurunan kinerja akademik jika dibandingkan dengan bayi cukup bulan. Jenis-jenis gangguan ini, yang pengaruhnya terwujud dalam jangka panjang, dapat dicegah melalui bimbingan awal dari orangtua, pemantauan oleh para profesional khusus, dan pemberian intervensi. (Moreira, Magalhães, & Alves, 2014)

Dampak buruk prematuritas terutama pada fungsi perhatian. Kemampuan bayi untuk memusatkan perhatian tampaknya terhubung pengaruh prematuritas bersamaan dengan kinerja kognitif global, tetapi

banyak penelitian tentang peran prospektif fatty acid. (Reuner, enk, Pauen, & Pietz, 2015).



Asam lemak rantai panjang tak jenuh ganda (LCPUFA) berupa *dokosahexanoic* (DHA, 22: 6n23) dan asam *arakidonat* (AA, 20: 4n26) terkonsentrasi di pusat sistem saraf pusat. (Lee et al., 2013) Diet LCPUFA pada masa bayi diperlukan untuk pertumbuhan otak normal dan perkembangan, dan memainkan peran penting dalam perkembangan kognisi bayi. (Willatts & Forsyth, 2000)

Hubungan sosial ibu juga terkait dengan perkembangan kognitif pada anak-anak. (Shin et al., 2019) Sebuah penelitian menemukan bukti bahwa pendidikan tidak hanya memiliki efek peningkatan pada perkembangan kognitif tetapi juga berkontribusi terhadap perkembangan otak melalui peningkatan volume otak. Temuan ini menunjukkan bahwa perkembangan kognitif setidaknya sebagian dibangun pada awal kehidupan. (Mosing, Lundholm, Cnattingius, Gatz, & Pedersen, 2018)

Sosial ekonomi, seperti pendapatan keluarga, pendidikan, pekerjaan orang tua, dan faktor-faktor terkait seperti rumah dan lingkungan mempengaruhi perkembangan sosioemosional anak. Depresi atau kegelisahan ibu berhubungan dengan penurunan kompetensi sosioemosional pada anak-anak. Peristiwa hidup yang penuh tekanan, seperti kekerasan pasangan intim atau stres kronis yang terkait dengan kemiskinan atau kejahatan tetangga dan ketidakstabilan dapat mengurangi kemampuan orang tua untuk berinteraksi dan mengasuh anak yang sedang

bang. (Palmer et al., 2013)



Perkembangan anak-anak dipengaruhi oleh keluarga mereka dan oleh kekuatan sosial dan nilai - nilai budaya yang ada di masyarakat tempat mereka tinggal. Pengaruh awal Ibu juga ayah sangat penting dalam perkembangan anak-anak yang menekankan betapa sensitifnya tahun-tahun awal dan bagaimana perkembangan perilaku anak untuk kesehatan selanjutnya. Stimulasi kognitif yang tidak memadai adalah penentu psikososial paling penting dengan depresi ibu dan paparan kekerasan. (Barros, Matijasevich, Santos, & Halpern, 2010)

Defisit kognitif juga terkait dengan kemiskinan. Sebagian besar (86%) dari efek dimediasi oleh pendidikan orang tua, pertumbuhan sebelum dan sesudah kelahiran, dan stimulasi di rumah. Peningkatan latihan, stimulasi kognitif, dan pencegahan kekerasan dari orang tua diperlukan untuk memperkuat dampak intervensi gizi pada perkembangan anak. (Sudfeld et al., 2015) Nutrisi dan stimulasi penting ditingkatkan dalam 2 tahun pertama, sampai 5 tahun. Intervensi harus mencakup rentang usia penuh yang dimulai pada masa bayi atau kehamilan dini. (Hamadani et al., 2014)

Penyakit menular, paparan lingkungan seperti logam berat, kekerasan, kurangnya stimulasi kognitif yang memadai dan kekurangan gizi adalah semua faktor risiko yang diketahui buruk bagi perkembangan kognitif dan lazim di antara anak-anak di bawah 5 tahun pada negara berpenghasilan rendah dan menengah. Kombinasi infeksi enterik dan diare

infeksi terhadap kekurangan gizi. Efek gabungan dari diet marginal, paparan yang tidak sehat, dan infeksi enterik berulang dan persisten



dianggap mengganggu perkembangan kognitif. (Murray-Kolb et al., 2018). Anak-anak dalam pengaturan gizi buruk dan penyakit enteric berisiko mengalami pertumbuhan otak serta pertumbuhan linier yang tidak mencukupi. (Scharf et al., 2018) Diare selama masa bayi dikaitkan dengan kemunduran perkembangan mental. (Sudfeld et al., 2015)

### **3. Pengukuran Perkembangan Anak usia 0-36 bulan.**

Pemantauan pertumbuhan dan perkembangan anak perlu dilakukan. karena defisit dalam parameter ini dapat memiliki efek negatif sepanjang hidup. (Da Rocha Neves et al., 2016) Faktor yang terkait dengan kemiskinan, seperti keterbatasan makanan, barang konsumsi, dan jasa, rangsangan psikososial yang tidak memadai, dan kondisi perinatal yang merugikan dilaporkan sebagai faktor risiko untuk pertumbuhan dan perkembangan anak. (Da Rocha Neves et al., 2016)

Generalisasi tentang perkembangan tidak dapat didasarkan pada penilaian keterampilan dalam domain perkembangan tunggal, misalnya menggambarkan kognisi bayi berdasarkan tahap motorik kasar. Namun, keterampilan dalam satu domain perkembangan tidak mempengaruhi akuisisi dan penilaian keterampilan di domain lain. (Johnson & Blasco, 1997)

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Dana Charles McCoy untuk mengembangkan skala perkembangan anak usia dini (PAUD) baru yang dilaporkan oleh pengasuh yang dirancang untuk diimplementasikan

bagian dari survei rumah tangga pada masyarakat dengan sumber rendah. Mereka mengevaluasi penerimaan, keandalan tes ulang,



konsistensi internal dan validitas diskriminan dari item perkembangan anak usia dini dengan jumlah sampel 2481 anak usia 18 hingga 36 tahun. (McCoy et al., 2017)

*Caregiver Reported Early Childhood Development Index (CREDI)* adalah pengukuran tingkat populasi yang dikembangkan secara internasional untuk menilai perkembangan keseluruhan anak-anak 0 - 35 bulan di seluruh motor, bahasa, kognisi, sosial-emosional, dan domain kesehatan mental. Alat ini dirancang untuk dapat digunakan dalam upaya pengumpulan data sampel besar, dan netral secara budaya dengan item yang tidak terpengaruh oleh konteks budaya tertentu. Tujuan CREDI adalah menyediakan data berbiaya rendah berskala besar yang akan memfasilitasi keputusan mengenai intervensi dan alokasi sumber daya, dan melacak kemajuan global dalam mengurangi disparitas perkembangan dini. (McCoy et al., 2017) (Altafim et al., 2018)

Alat CREDI dapat memberikan metode yang valid untuk menilai perkembangan anak-anak muda pada domain motoric, kognitif dan sosioemosional. CREDI mampu membedakan secara jelas antara keterampilan anak-anak yang lebih muda dan yang lebih tua, anak dengan status gizi yang memadai dan rendah, anak-anak cacat dan tidak cacat, dan anak-anak dari rumah tangga yang lebih banyak versus kurang merangsang secara kognitif, dalam sampel kuantitatif besar. (McCoy et al.,



## H. Kerangka Teori dan Kerangka Konsep

Status gizi ibu yang baik selama hamil dan menyusui serta persiapan psikologis selama kehamilan akan menunjang keberhasilan laktasi. Diet ibu hamil dan persediaan nutrisi adalah satu-satunya sumber nutrisi untuk pertumbuhan janin dan cenderung mempengaruhi perkembangan saraf anak, yang terjadi dengan cepat selama periode *intrauterine*. Sementara kebutuhan gizi ibu menyusui lebih banyak dari pada ibu hamil. Ibu menyusui harus mengkonsumsi makanan dengan prinsip gizi seimbang dan tentunya kebutuhan gizi tersebut meningkat dibandingkan dengan ibu yang tidak menyusui, agar siap untuk memproduksi ASI dan siap menyusui. Konsumsi makanan ibu akan berpengaruh pada kuantitas dan kualitas kandungan ASI.

Salah satu tanaman yang dikenal sebagai suplemen makanan yang bernutrisi adalah tanaman kelor (*moringa oleifera*). Tanaman ini telah banyak digunakan untuk memerangi kekurangan gizi, terutama dikalangan ibu hamil dan menyusui. Selain mengandung *mikronutrien* yang luar biasa, *moringa oleifera* juga mengandung asam lemak lebih banyak asam lemak tak jenuh ganda dari asam lemak jenuh. *Alfa linolenat* memiliki nilai tertinggi 44,57% dan asam *linoleat* (LA). Asam  $\alpha$ -*linolenat* dapat diubah menjadi DHA, dan asam *linoleat* akan diubah menjadi AA, melalui tahapan

se dan elongasi.



Metabolisme EFA *maternal* sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan janin, terutama pada trimester ketiga, yang membutuhkan 3g DHA perhari untuk struktur otak yang sedang tumbuh. Baik DHA dan AA yang terbentuk dilewatkan prenatal dari ibu ke janin dalam *uterus*, dan saat lahir asam lemak ini dipindahkan dari ibu ke janin melalui ASI. Asam lemak tak jenuh ganda rantai panjang (LC-PUFA) DHA dan AA sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan jaringan saraf dan retina, maka sangat penting dalam yang perkembangan visual dan kognitif yang baik.

*Docosahexaenoic acid* adalah penyusun struktural membran khusus pada sistem saraf pusat. Akumulasi di otak janin terjadi terutama selama trimester terakhir kehamilan dan berlanjut pada tingkat yang sangat tinggi sampai akhir tahun kedua kehidupan.(Lotte Lauritzen et al., 2016) *Docosahexaenoic acid* terakumulasi di otak, dan telah terbukti memiliki peran penting dalam pertumbuhan *neuron*, *diferensiasi*, *myelinisasi* dan *neurotransmission monoamine*. (Sorensen et al., 2015). (Henjum et al., 2018)

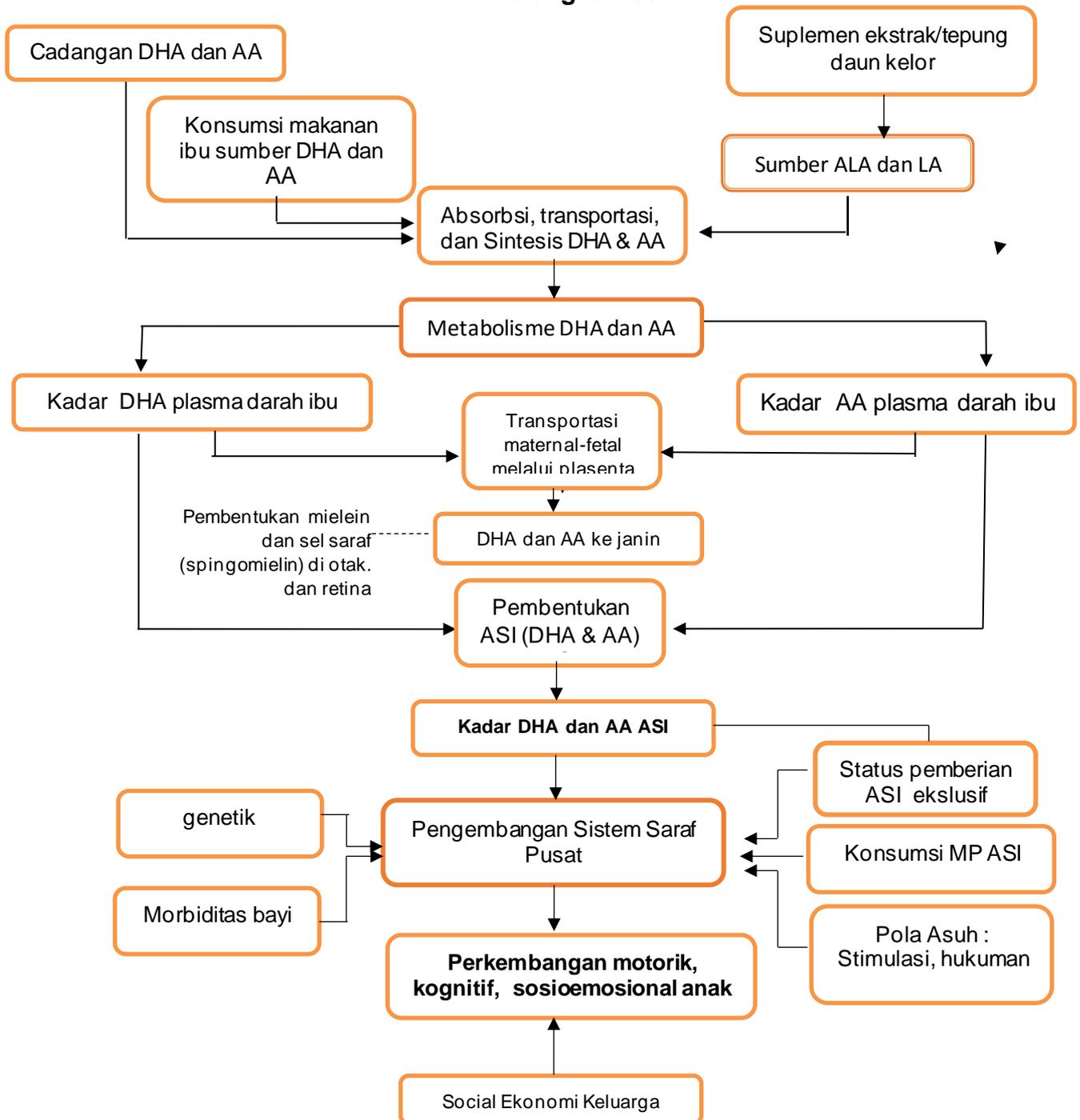
Menurut Soetjningsih factor yang dapat mempengaruhi tumbuh kembangan anak adalah factor genetic dan factor lingkungan (factor *prenatal* dan *postnatal*). Factor prenatal terdiri dari gizi ibu saat hamil, mekanis, toksik atau zat kimia, radiasi, infeksi, *endokrin*, stress, imunitas, toksis embrio. Factor postnatal yang juga dapat mempengaruhi kembang anak antara lain lingkungan biologis, lingkungan fisik, sosial, factor social ekonomi keluarga, dan adat istiadat. Factor



biologis menunjukkan hubungan yang lebih besar dengan pertumbuhan, sedangkan lingkungan dikaitkan dengan perkembangan kognitif dan bahasa. (Soetjningsih, 2012) (Da Rocha Neves et al., 2016)



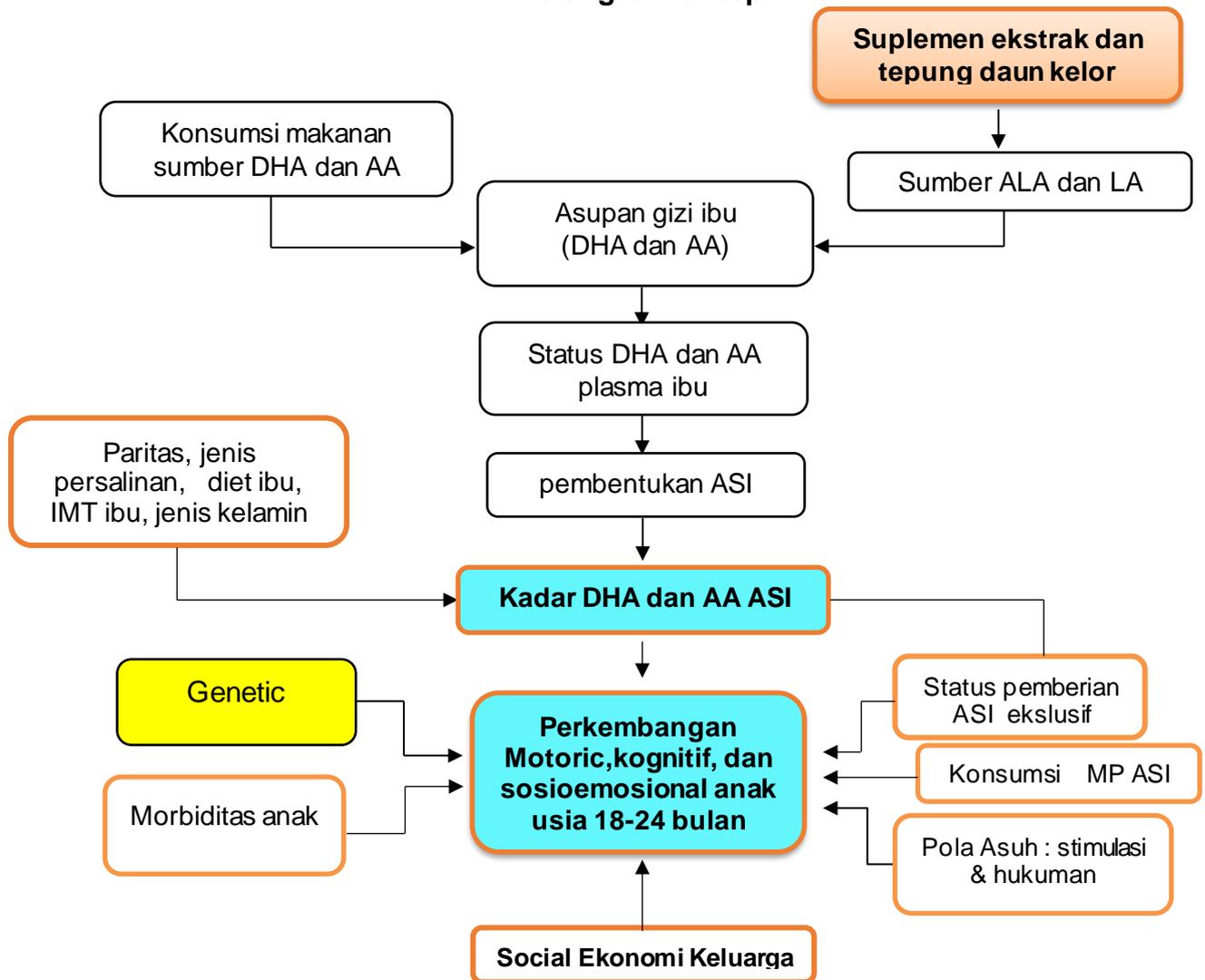
## 1. Kerangka Teori



9. Kerangka Teori Pengaruh Pemberian Daun Kelor pada Ibu Hamil dan Menyusui terhadap Kualitas ASI dan Perkembangan Anak Usia 18-24 Bulan.



## 2. Kerangka Konsep



Keterangan :

- : variabel independen
- : variabel dependen
- : variabel yang diteliti
- : variabel kendali

Gambar 10. Kerangka Konsep Pengaruh Pemberian Daun Kelor pada Ibu Hamil dan Menyusui terhadap Kualitas ASI dan Perkembangan Anak Usia 18-24 Bulan



### 3. HIPOTESA

- a. Ada perbedaan kadar DHA dan AA ASI pada pada ibu hamil dan menyusui yang diberi tepung daun kelor (MLP), ekstrak daun kelor (MLE) dan besi asam folat (IFA)
- b. Ada perbedaan skor perkembangan motoric, kognitif dan sosioemosional anak usia 18-24 bulan dari ibu yang diberi tepung daun kelor (MLP), ekstrak daun kelor (MLE) dan besi asam folat (IFA)
- c. Ada pengaruh DHA dan AA ASI eksklusif terhadap skor perkembangan motorik anak usia 18-24 bulan.
- d. Ada pengaruh DHA dan AA ASI eksklusif terhadap skor perkembangan kognitif anak usia 18-24 bulan.
- e. Ada pengaruh DHA dan AA ASI eksklusif terhadap skor perkembangan sosioemosional anak usia 18-24 bulan.

### 4. Defenisi Operasional dan kriteria objektif

Defenisi operasional dan kriteria objektif dalam penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :

Variabel	Defenisi	Skala	Kriteria Obyektif
Tepung Daun kelor (MLP)	Daun kelor dalam bentuk tepung dan dikapsulkan (500mg) mengandung beberapa zat gizi seperti asam lemak, besi, vitamin C dan E, yang diberi kepada ibu hamil Trimester II selama 90 hari dan 1 minggu post partum selama 30 hari	Nominal	Ya : komsumsi kapsul kede A Tidak : tidak konsumsi kapsul kode A, tetapi konsumsi kapsul kede B atau C



Ekstrak daun kelor (MLE)	Daun kelor yang telah diekstrak dan dikapsulkan (500mg) mengandung beberapa zat gizi seperti asam lemak besi, vitamin C dan E, yang diberi kepada ibu hamil Trimester II selama 90 hari dan 1 minggu post partum selama 30 hari	Nominal	Ya : konsumsi kapsul ke A Tidak : tidak konsumsi kapsul kode A, tetapi konsumsi kapsul ke B atau C
Besi asam folat (IFA)	Sediaan yang digunakan mengandung besi dan asam folat 60 mg Fe, untuk pencegahan defisiensi <b>besi</b> dan <b>asam folat</b> pada kehamilan;	Nominal	Ya : bila konsumsi kapsul ke B Tidak : bila tidak konsumsi kapsul kode B, tetapi konsumsi kapsul ke A atau C
Asupan gizi ibu menyusui	Jumlah zat gizi (energi, karbohidrat, lemak dan protein) yang dikonsumsi ibu menyusui selama sehari, dibandingkan dengan AKG, yang diukur dengan food recall 24 jam	Numeric	Depkes 2005 Cukup = ( $\geq 80\%$ AKG) Kurang = ( $< 80\%$ AKG)
Asupan gizi anak	Jumlah zat gizi (energi, karbohidrat, lemak dan protein) yang dikonsumsi anak selama sehari, dibandingkan dengan AKG, yang diukur dengan food recall 24 jam	Numeric	Depkes 2005 Cukup = ( $\geq 80\%$ AKG) Kurang = ( $< 80\%$ AKG)
Kadar DHA ASI	Kandungan DHA dalam ASI yang dapat diukur dengan menggunakan <i>metode Elisa dengan alat Elisa READER</i>	Numerik	satuan dalam pg/mL
Kadar AA ASI	Kandungan AA dalam ASI yang dapat diukur dengan menggunakan <i>metode Elisa dengan alat elisa READER</i>	Numeric	satuan dalam ug/mL
Pemberian ASI	Pemberian ASI kepada bayi dengan tidak memberikan air atau cairan atau makan lain selama 6 bulan pertama kelahiran.	Nominal	Ekklusif : bila asupan non susu kurang dari 100g/hari pada 6



			bulan pertama kelahiran Non eksklusif : bila mendapat asupan non ASI lebih dari 100 g/hari pada 6 bulan pertama kelahiran
Morbiditas anak	Kejadian penyakit infeksi (gejala : demam, batuk, pilek, diare), yang dialami anak 1 bulan terakhir sebelum dilakukan pengukuran perkembangan anak.	Nominal	Tidak = jika anak tidak pernah menderita demam, batuk, pilek, atau diare satu bulan terakhir ya = jika anak pernah menderita demam, batuk, pilek, atau diare satu bulan terakhir
Stimulasi perkembangan	Kegiatan merangsang kemampuan anak 2 tahun pertama agar berkembang secara optimal meliputi aspek motoric kasar, motoric halus, Bahasa dan personal social, diukur dengan menggunakan skala likert.	Rasio	Cukup : jika jumlah skor $\geq$ SD  Kurang : jika jumlah skor $<$ SD -
Pemberian hukuman	pemberian hukuman pada anak usia 18-24 bulan berupa hukuman verbal (membentak) dan/atau fisik.(mencubit, memukul)	Nominal	Tidak : jika anak tidak diberi hukuman verbal dan/atau fisik. Ya : jika anak diberi hukuman verbal dan/atau fisik.
Perkembangan motoric Bayi	Kemampuan anak dalam fungsi gerakan yang dipengaruhi oleh otot besar motorik kasar dan gerakan yang dipengaruhi oleh saraf-saraf halus yang dapat di ukur	Rasio Kategorik	Tinggi : jika jumlah skor $\geq$ SD  Rendah : jika jumlah skor $<$ SD



	dengan menggunakan instrument CREDI		
Perkembangan kognitif bayi	Kemampuan anak dalam fungsi mental mencakup perhatian, ingatan, pemikiran, pembelajaran, dan persepsi, yang dapat di ukur dengan menggunakan instrument CREDI	Rasio	Tinggi : jika jumlah skor $\geq$ SD  Rendah : jika jumlah skor $<$ SD
Perkembangan sosioemosional bayi	Kemampuan anak dalam membentuk hubungan dengan orang dewasa dan teman sebaya yang dekat dan aman, mengalami, mengatur, dan mengekspresikan emosi secara soial dan cara yang sesuai budaya, yang dapat di ukur dengan menggunakan instrument CREDI	Rasio	Tinggi : jika jumlah skor $\geq$ SD  Rendah : jika jumlah skor $<$ SD

