

DISERTASI

**EFEK EDUKASI MODEL PENDEKATAN KELUARGA
SIPAKATAU DAN SUPLEMENTASI ZINK PADA IBU HAMIL
REMAJA PENDEK KEKURANGAN ENERGI KRONIS DARI
KELUARGA PRA SEJAHTERA**

***THE EFFECT OF EDUCATION ON THE SIPAKATAU FAMILY
APPROACH AND ZINK SUPPLEMENTATION ON SHORT
ADOLESCENT PREGNANT WOMEN WHO ARE
CHRONICALLY FEFCIENT IN ENERGY FROM
UNDERPRIVILEGED FAMILIES***

**HALISAH
C013191001**



**PROGRAM STUDI DOKTOR
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**EFEK EDUKASI MODEL PENDEKATAN KELUARGA SIPAKATAU
DAN SUPLEMENTASI ZINK PADA IBU HAMIL REMAJA PENDEK DAN
KEKURANGAN ENERGI KRONIS DARI KELUARGA PRA SEJAHTERA**

***THE EFFECT OF EDUCATION ON THE SIPAKATAU FAMILY
APPROACH AND ZINK SUPPLEMENTATION ON SHORT
ADOLESCENT PREGNANT WOMEN WHO ARE
CHRONICALLY EFFICIENT IN ENERGY FROM
UNDERPRIVILEGED FAMILIES***

DISERTASI

Disusun oleh:

HALISAH

C013191001

**PROGRAM STUDI DOKTOR
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

DISERTASI

**EFEK EDUKASI PENDEKATAN KELUARGA SIPAKATAU DAN
UPLEMENTASI ZINK PADA IBU HAMIL REMAJA PENDEK KEKURANGAN
ENERGI KRONIS DARI KELUARGA PRA SEJAHTERA**

*The effect of education on the SIPAKATAU family approach and zinc
supplementation on short adolescent pregnant women who are chronically
deficient in energy from underprivileged families*

Disusun dan diajukan
Oleh

Halisah
C013191001

*Telah dipertahankan di hadapan Penilai Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Studi Doktor Ilmu Kedokteran
Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin
pada tanggal, 11 Juli 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan*

Menyetujui
Promotor

Prof. Dr. dr. Nurpudji Astuti Daud, MPH, Sp.GK(K)
Nip. 19561020 198503 2 001

Co. Promotor

Co. Promotor

Dr. dr. Siti Maisuri T. Chalid, Sp.OG(K)
Nip. 19670409 199601 2 001

Dr. dr. Aidah Juliaty A. Baso, Sp.A(K)
Nip. 19700718 199803 2 001

Ketua Program Studi S3
Ilmu Kedokteran,

Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin,

dr. Agussalim Bukhari, M. Med, Ph.D, Sp.GK (K)
Nip. 19700821 199903 1 001

Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK
Nip. 19680530 199603 2 001

ABSTRAK

HALISAH. *Peran Edukasi Model Pendekatan Keluarga dan Suplementasi Zink pada Ibu Hamil Remaja Pendek dan Kekurangan Energi Kronis dari Keluarga Prasejahtera terhadap Asupan Energi Harian, Ukuran Lingkar Lengan Atas (Lila), Kadar Zink (Zn), Insulin-Like Growth Factor-1 (IGF-1), Haemoglobin (Hb), Antropometri Plasenta, dan Bayi* (dibimbing oleh Nurpudji Astuti Daud, Siti Maisuri T. Chalid, dan Aidah Juliaty A. Baso).

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui peran edukasi model pendekatan keluarga dan suplementasi zink pada ibu hamil remaja pendek dan keluarga prasejahtera terhadap asupan energi harian, ukuran lingkar lengan atas (Lila), kadar zink (Zn), *insulin-like growth factor-1 (IGF-1)*, haemoglobin (Hb), antropometri plasenta, dan bayi.

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen semu. Sampel penelitian adalah ibu hamil normal, berusia kehamilan 22-26 minggu, tinggi badan (TB) <150 cm, umur ≤ 19 tahun, berpenghasilan keluarga di bawah UMR Sulbar. Sampel ditentukan dengan teknik penyampelan acak klaster. Jumlah sampel yang didapatkan sebanyak 61 orang (31 intervensi dan 30 kontrol). Data diuji dengan uji-T sampel berpasangan dan uji-T tidak berpasangan.

Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan rerata kadar zink (Zn) serum, *insulin-like growth factor-1 (IGF-1)*, dan haemoglobin (Hb) pada kedua kelompok dengan nilai $p < 0.01$. Artinya, ada hubungan positif edukasi pendekatan keluarga dan suplementasi zink pada ibu hamil remaja pendek keluarga prasejahtera terhadap kadar zink serum, IGF-1, dan haemoglobin dengan keluaran kehamilan. Petugas layanan kesehatan dalam lingkup dinas kesehatan hendaknya dapat menerapkan edukasi model pendekatan keluarga dan pemberian suplementasi zink kepada ibu hamil, khususnya ibu hamil KEK sebagai upaya meningkatkan status gizi ibu hamil dan mencegah kelahiran bayi berat lahir rendah (BBLR).

Kata kunci: kehamilan remaja, edukasi, keluarga, zink



ABSTRACT

HALISAH. *The Role of Family Approach Model Education and Zinc Supplementation in Short-Adolescent Pregnant Women and Chronic Energy Deficiency of Underprivileged Families on Daily Energy Intake, Upper Arm Circumference (MUAC), Zinc (Zn) Content, Insulin-Like Growth Factor-1 (IGF-1), Haemoglobin (Hb), Placenta Anthropometry and Babies* (supervised by Nurpudji Astuti Daud, Siti Maisuri T. Chalid, Aidah Juliaty A. Baso).

The research aims to investigate the family approach model education and zinc supplementation in the short-adolescent pregnant women of the underprivileged families in the daily energy intake, upper arm circumference, zinc content, insulin-like growth factor-1 (IGF-1), haemoglobin (Hb), PLACENTA anthropometry and babies.

The research used the *quasi-experimental* design. Samples were the normal pregnant women 22 – 26 weeks of gestation, body height of <150 cm, ≤ 19 years old, family income below the minimum wage of West Sulawesi. The samples were taken using cluster random sampling technique. The number of samples obtained was 61 respondents (31 interventions and 30 controls). The data were analysed using the paired sample T-test and non-paired T-test.

The research result indicates that there are the differences of the average serum zinc (Zn) content, Insulin-Like Growth Factor-1 and haemoglobin (Hb) content in both groups with the value of $p < 0.001$, so that it can be concluded that there is the positive relationship between the family approach and zinc supplementation in the adolescent pregnant women on the serum zinc content, Insulin-Like Growth Factor-1 (IGF-1), haemoglobin with the pregnancy outcome. The Health Service Officers in the scope of Health Office can apply the family approach model education and zinc supplementation delivery to the pregnant women particularly the pregnant women with the Chronic Energy Deficiency (CED) as an effort to improve the pregnant women's nutritional status and prevent the birth of low born weight (LBW) babies.

Key words: Teenage pregnancy, education, family, zinc





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS KEDOKTERAN
PROGRAM STUDI DOKTER KEDOKTERAN

Jl. Perintis kemerdekaan Kampus Tamalanrea Km.10 Makassar 90245 Telp(0411)5077912,586010,(0411)586200
Psw.2186 Fax.586010,email : S3 Kedokteran01@yahoo.com

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang Bertanda Tangan dibawah ini :

Nama : Halisah
NIM : C013191001
Program Studi : Doktor Ilmu Kedokteran
Jenjang : S3

Menyatakan dengan ini karya tulis saya berjudul :

Efek edukasi pendekatan keluarga SIPAKATAU dan suplementasi zink pada ibu hamil remaja pendek kekurangan energi kronis dari keluarga pra sejahtera

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, bahwa Disertasi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagai atau keseluruhan Disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 11 Juli 2021

Yang menyatakan,



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan anugerah-Nya, dikarenakan hasil penelitian yang berjudul **“Efek edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan Suplementasi zink pada ibu hamil remaja pendek kekurangan energi kronis dari keluarga pra sejahtera”** dapat diselesaikan dan diajukan ke dalam sidang disertasi.

Berbagai tantangan dalam penelitian hasil penelitian ini, namun dengan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga hasil penelitian ini dapat diselesaikan, walaupun masih terdapat banyak kekurangan di dalamnya.

Melalui kesempatan ini pula peneliti menyampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. **Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi** yang telah memberikan beasiswa Pendidikan kepada kami sehingga Pendidikan ini dapat berjalan dengan lancar.
2. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc** selaku Rektor yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk mengikuti pendidikan di Universitas Hasanuddin.
3. **Prof Dr dr Haerani Rasyid, Sp.PD-KGH.,Sp.GK., MKes** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti melanjutkan studi program pascasarjana di Universitas Hasanuddin.

4. **Dr. Agussalim Bukhari, M. Clin. Med. Ph.D. Sp. GK. (K).** selaku Ketua Program Studi S3 Ilmu Kedokteran Universitas Hasanuddin.
5. **Prof. Dr. dr. Nurpudji Astuti Daud, MPH, Sp.GK (K), Dr. dr. Siti Maisuri T. Chalid, Sp.OG (K), Dr.dr. Aidah Juliaty A.Baso, Sp.A (K),** selaku team pembimbing yang senantiasa memberikan masukan kepada peneliti.
6. Penguji Eksternal peneliti, **Dr.dr. Nasrudin, A. Mappaware, Sp.OG (K), MARS** yang telah memberikan masukan bagi penelitian ini.
7. Dewan Penguji **Dr, dr.Ema Alasiry, Sp.A (K), dr. Firdaus Hamid, dr. Ph.D, Aminuddin, M.Nut & Diet, Ph.D (KPM), Dr. Mardiana Ahmad, S.ST., M.Keb,** dan **Dr. dr. Burhanuddin Bahar, MS** yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan kepada peneliti.
8. Seluruh **Dosen pengajar S3 Ilmu Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar** yang telah memberikan bekal ilmu yang sangat bermanfaat bagi peneliti.
9. **Pengelola S3 Ilmu Kedokteran Universitas Hasanuddin, Bapak Akmal, Bapak Abdul muin,** dan **Bapak Rahmat** yang tiada Lelah dan selalu siap membantu peneliti.
10. Pemerintah Daerah Kabupaten Mamuju, khususnya **Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Mamuju dr. Acong,** beserta jajarannya yang telah mengizinkan kami untuk melaksanakan penelitian ini
11. **Kepala Puskesmas Botteng, Puskesmas Binanga, Puskesmas Rangas dan Puskesmas Bambu** beserta staf atas bantuannya selama kami melaksanakan penelitian diwilayah kerjanya

12. Responden kami para **Ibu hamil** yang telah bersedia terlibat dalam penelitian ini
13. **Tim enumerator** kami yang telah banyak membantu dalam proses penelitian ini hingga dapat berjalan dengan baik
14. Ketua Aipkind Pusat ibunda **Drs. Hj. Yumiarni Ilyas, M. Kes** yang tidak berhenti mendoakan dan memberikan support untuk penyelesaian studi ini dan Ketua Aipkind Regional SulSelBar **Almarhumah Dr. Hj. Nur Yaqin Kasim, Dipl. Mw, M. Kes** dan **Alm. H. Muhammad Kasim, M. Kes**, Beliau salah satu sebab kami dapat menempuh pendidikan dijenjang S3 ini, semoga amal ibadahnya diterima disisiNYA.
15. Suamiku **Suryadi, S. Kep, Ns** dan anak-anak kami **Abd.Khafiz Ahmar** dan **Khumairah Suryadi**, kedua ibu kami **Kartisi dan Hj. Nurlina**, Kakak kami **Baharuddin Thalib sekeluarga** serta Keluarga besar kami terkhusus **Drs. Hj. Karrama** dan **H. Kamaruddin** yang telah banyak memberikan bantuan untuk dapat menyelesaikan disertasi ini
16. Tim Payung penelitian Disertasi **Dr. Armiyati Nur, S.ST, M. Keb** dan **Dr. Wahyuningsih, S. Kep, Ns, M. Kes**, terima kasih atas kerjasama yang serta komitmen untuk menyelesaikan penelitian dan disertasi tepat waktu
17. **Teman-teman S3 Ilmu Kedokteran angkatan 2019**, dan seluruh pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, terima kasih atas motivasi, dukungan serta doanya yang tiada hentinya

Peneliti memanjatkan doa kepada Allah SWT. Semoga seluruh bantuan dan doa yang disampaikan untuk peneliti mendapat balasan pahala yang berlipat ganda dan semoga menjadi amal jariyah,

Disertasi ini masih belum sempurna, sehingga secara pribadi peneliti terbuka untuk menerima saran dan masukan dari para pembimbing, dewan penguji, dan sejawat untuk dapat memberikan masukan demi perbaikan hasil penelitian yang akan dilaksanakan ini. Semoga niat untuk menyebarkan ilmu mendapat jalan yang dimudahkan sampai penyelesaian studi ini.

Makassar, Juli 2022

Peneliti

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 3.1 : Jadwal pelaksanaan edukasi | 98 |
| Tabel 4.1 : Distribusi karakteristik responden | 123 |
| Tabel 4.2 : Analisis perbedaan pengetahuan | 125 |
| Tabel 4.3 : Gambaran asupan zat gizi makro, mikro dan energi harian | |
| Tabel 4.4 : Analisis perbedaan berat badan, ukuran lingkaran lengan atas | 127 |
| Tabel 4.5 : Analisis perbedaan kadar zink (Zn) serum, Insulin like growth factor-1 (IGF-1), Haemoglobin (Hb) | 129 |
| Tabel 4.6 : Analisis perbedaan antropometri bayi dan placenta | 131 |
| Tabel 4.7 : Hubungan kadar zink (<i>Zn</i>) serum, <i>Insulin-like growth factor-1 (IGF-1)</i> , <i>Haemoglobin (Hb)</i> dengan berat badan lahir, panjang badan dan berat placenta | 133 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 1 : Metabolisme zink | 37 |
| Gambar 2 : Peran zink pada pertumbuhan | 38 |
| Gambar 3 : Mekanisme hormonal | 41 |
| Gambar 4 : Pengaruh gizi terhadap tumbuh kembang | 47 |
| Gambar 5 : Metabolisme zink | 50 |
| Gambar 6 : Transporter zink | 54 |
| Gambar 7 : Interaksi zink dan zat besi | 58 |
| Gambar 8 : Peran insulin like growth factor-1 | 63 |
| Gambar 9 : Kerangka teori 1 | 65 |
| Gambar 10 : Kerangka teori 2 | 66 |
| Gambar 11 : Kerangka teori 3 | 67 |
| Gambar 12 : Flow sampel penelitian | 83 |
| Gambar 13 : Alur penelitian | 119 |

DAFTAR LAMPIRAN

1. Inform Consent
2. Formulir persetujuan setelah penjelasan
3. Lembar kuesioner
4. Form food recall
5. Izin pengambilan data
6. Izin penelitian
7. Dokumentasi
8. Hasil analisis data

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

| Singkatan | Arti dan Keterangan |
|------------------|---|
| ACTH | = <i>Adrecorticotropin Hormone</i> |
| ALS | = <i>Acid-Labile Subunit</i> |
| BBLR | = Berat Badan |
| BBLR | = Bayi Berat Lahir Rendah |
| BMPs | = <i>Bone Morphogenic Proteins</i> |
| CDGP | = <i>Constitutional Delay of Growth and Puberty</i> |
| DMP-1 | = <i>Dentin Matrix Acidic Phosphoprotein 1</i> |
| DNA | = <i>Deoxyribo Nucleic Acid</i> |
| ERK | = <i>Extracellular Signal-Regulated Kinase</i> |
| FGF21 | = <i>Fibroblast Growth Factor 21</i> |
| GH | = <i>Growth Hormone</i> |
| GHR | = <i>Growth Hormone Receptor</i> |
| GHRH | = <i>Growth Hormone Releasing Hormone</i> |
| Grb2 | = <i>Growth Factor Receptor Bound Protein 2</i> |
| IDAI | = Ikatan Dokter Anak Indonesia |
| IGF-1 | = <i>Insulin-like Growth Factor-1</i> |
| IGF-2 | = <i>Insulin-like Growth Factor-2</i> |
| IGF1R | = <i>Insulin-like Growth Factor-1 Receptor</i> |
| IGFALS | = <i>Insulin-like Growth Factor Acid Labile-Subunit</i> |
| IGFBP | = <i>Insulin-like Growth Factor Binding Protein</i> |

| | |
|----------|---|
| IMT/U | = Indeks Massa Tubuh menurut Umur |
| IRS-1 | = <i>Insulin Reseptor Substrat-1</i> |
| IUGR | = <i>Intrauterine Growth Retardation</i> |
| JAK | = <i>Janus Kinase</i> |
| KB | = Kilo Byte |
| kDa | = kilo Dalton |
| KEMENKES | = Kementerian Kesehatan Republik Indonesia |
| KMK | = Kecil Masa Kehamilan |
| LLA | = Lingkaran Lengan Atas |
| mRNA | = <i>messenger-Ribonucleic Acid</i> |
| MAP | = <i>Mitogen Activated Protein</i> |
| MMP | = <i>Matrix Metalloproteinases</i> |
| MSCs | = <i>Marrow Stromal Cells</i> |
| NFATc1 | = <i>Nuclear Factor-Activated T Cells c1</i> |
| NF-Kb | = <i>Nuclear Factor Kappa B</i> |
| NPY | = Neuropeptida Y |
| NSILA | = <i>Non-Suppressible Insulin-Like Activity</i> |
| OSX | = <i>Osterix</i> |
| PAPP-A | = <i>Pregnancy-Associated Plasma Protein-A</i> |
| PB | = Panjang Badan |
| PDK-1 | = <i>Phosphoinositide-Dependent Kinase-1</i> |

| | |
|------------------|--|
| PSA | = <i>Prostate-Spesific Antigen</i> |
| PSA | = Penyakit Tidak Menular |
| PI3-kinase | = <i>Phosphatidylinositol-3 kinase</i> |
| rhGRH | = <i>recombinant human Growth Hormone</i> |
| RANK | = Reseptor Activator NF-kb |
| Riskesdas | = Riset Kesehatan Dasar |
| Runx2 | = <i>Runt-Related Transcription Factor 2</i> |
| SEAR | = <i>South East Asia Regional</i> |
| SD | = Standar Deviasi |
| SRIF | = <i>Somatotropin Release-Inhibiting Factor</i> |
| STAT5b | = <i>Signal Transducer and Activator of Transcription 5b</i> |
| SOD | = Superoxidase Dismutase |
| SOCS | = <i>Suprressor of Cytokine Signaling</i> |
| SUBUNIT α | = SUBUNIT Alpha |
| SUBUNIT B | = SUBUNIT Beta |
| TGF- β | = <i>Transforming Growth Factor- B</i> |
| TRAP | = <i>tartrate-Resistant Acid Phosphatase</i> |
| TSH | = <i>Thyroid Stimulating Hormone</i> |
| WHO | = <i>World Health Organization</i> |
| Zn | = Zink |
| μ g | = mikrogram |

DAFTAR ISI

| | | |
|--------------|---|------|
| HALAMAN | JUDUL..... | i |
| KATA | PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR | TABEL..... | vi |
| DAFTAR | GAMBAR..... | vii |
| DAFTAR | LAMPIRAN..... | viii |
| DAFTAR | ISI..... | xiii |
| ABSTRAK..... | | xv |
| BAB I. | PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. | Latar Belakang..... | 1 |
| B. | Rumusan Masalah..... | 10 |
| C. | Tujuan Penelitian..... | 10 |
| D. | Manfaat Penelitian..... | 12 |
| BAB II. | TINJAUAN PUSTAKA..... | 14 |
| A. | Tinjauan umum tentang edukasi..... | 14 |
| 1. | Edukasi..... | 14 |
| 2. | Pengetahuan..... | 16 |
| 3. | Perilaku..... | 17 |
| 4. | Edukasi model pendekatan keluarga..... | 22 |
| B. | Tinjauan umum tentang zink..... | 28 |
| 1. | Kebutuhan zink..... | 29 |
| 2. | Diagnosa defisiensi zink..... | 30 |
| 3. | Dampak defisiensi zink..... | 31 |
| 4. | Metabolisme zink..... | 33 |
| 5. | Eksresi zink..... | 38 |
| 6. | Peran zink terhadap pertumbuhan..... | 39 |
| C. | Tinjaun umum tentang ibu hamil pendek..... | 46 |
| D. | Tinjauan umum tentang insulin like growth factor-1..... | 49 |

| | |
|--|---------------|
| E. Tinjauan umum tentang Haemoglobin | 54 |
| F. Tinjauan umum tentang placenta..... | 58 |
| G. Tinjauan umum tentang outcome kehamilan..... | 63 |
| H. Kerangka Teori..... | 65 |
| I. Kerangka Konsep | 72 |
| J. Hipotesis Penelitian | 74 |
| K. Variabel Penelitian & Definisi Operasional | 75 |
| BAB III. METODE PENELITIAN..... | 83 |
| A. Jenis dan desain penelitian..... | 83 |
| B. Lokasi dan waktu penelitian..... | 84 |
| C. Populasi dan sampel..... | 85 |
| D. Instrumen penelitian & teknik pengumpulan data..... | 88 |
| E. Prosedur penelitian..... | 89 |
| F. Analisis data..... | 116 |
| G. Kontrol kualitas penelitian..... | 116 |
| H. Alur penelitian | 119 |
| I. Etika penelitian | 120 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 121 |
| A. Hasil penelitian..... | 121 |
| B. Pembahasan..... | 135 |
| C. Keterbatasan penelitian..... | 199 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN..... | 200 |
| A. Simpulan..... | 200 |
| B. Saran..... | 200 |
| DAFTAR PUSTAKA | 202 52 |
| Lampiran-lampiran | |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Status gizi dan kesehatan seorang ibu hamil merupakan indikator penentu pertumbuhan perinatal dan kesejahteraan neonatal (Black, Victora, *et al.*, 2013). Saat seorang wanita hamil, terjadi peningkatan metabolisme energi, sehingga kebutuhan ikut meningkat, yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan janin, penambahan besar organ kandungan, perubahan komposisi dan metabolisme tubuh ibu (Aktac *et al.*, 2018).

Kekurangan asupan nutrisi selama kehamilan, menyebabkan ibu hamil mengalami malnutrisi sehingga mempengaruhi perkembangan dan kapasitas embrio yang berisiko menyebabkan terjadinya *intrauterine growth restriction* (IUGR) dan bayi berat lahir rendah (BBLR), yang merupakan prediktor kegagalan pertumbuhan di dalam kandungan dan faktor risiko penyebab stunting (Novotny *et al.*, 2017).

Penyebab bayi berat lahir rendah (BBLR) multifactor, diantara penyebabnya adalah status gizi dan asupan gizi ibu hamil (Novotny *et al.*, 2017). Menurut Arisman (2007) terdapat beberapa penyebab tidak terpenuhinya kebutuhan zat gizi ibu hamil diantaranya; asupan makanan yang kurang, penyakit infeksi, pendidikan yang rendah, pengetahuan gizi

kurang, social ekonomi rendah, budaya pantang makan, serta usia ibu saat hamil. Analisis (Black *et al.*, 2013) menyatakan bahwa faktor risiko ganda seperti; usia muda, penghasilan rendah, sosial ekonomi rendah rentan terhadap kegagalan pertumbuhan antargenerasi.

Remaja termasuk golongan rentan terhadap masalah gizi karena berbagai sebab yaitu, pertama, remaja memerlukan zat gizi yang lebih tinggi karena peningkatan pertumbuhan fisik kognitif, dan psikososial (Singh, Upadhyay and Kumar, 2017). Kedua, adanya perubahan gaya hidup dan kebiasaan makan remaja akan mempengaruhi baik asupan maupun kebutuhan gizinya (UNS/SCN, 2013). Ketiga, remaja yang mempunyai kebutuhan gizi khusus remaja yang sedang hamil (Almatsier, 2010).

Remaja membutuhkan nutrisi yang banyak untuk proses pertumbuhan, apalagi dalam keadaan hamil (Black, Victora, *et al.*, 2013). Selain itu Ibu berusia muda dan berperawakan pendek berkaitan erat dengan serviks yang pendek dan volume uterus yang kecil, yang menyebabkan gangguan pertumbuhan janin, sehingga memperbesar risiko kelahiran bayi berat lahir rendah (Alemu and Gashu, 2020).

Studi di Meksiko (Casanueva *et al.*, 2006) dan pedesaan Bangladesh (Rah *et al.*, 2008) menemukan bahwa pertumbuhan gadis remaja berhenti ketika mereka hamil. Penghentian pertumbuhan linier akibat kehamilan dini ini diperkirakan menyebabkan hilangnya antara 0,6 cm dan 2,7 cm mencapai tinggi badan pada wanita pedesaan Bangladesh. Karena anak perempuan

biasanya terus tumbuh sekitar 1 cm per tahun selama 5 tahun setelah menarche.

Studi di beberapa negara berpendapatan rendah melaporkan bahwa tinggi badan pada saat dewasa secara positif terkait dengan panjang badan saat lahir. Peningkatan sebesar 1 m panjang badan pada saat lahir dikaitkan dengan peningkatan 0.7-1 cm tinggi badan saat dewasa (Martorell and Young, 2012). Tinggi badan (ukuran) ibu memiliki pengaruh yang kuat pada berat lahir (Kramer & Kakuma, 2003).

Kehilangan pertumbuhan yang disebabkan oleh kehamilan remaja menjadi faktor penting karena berkontribusi terhadap siklus kegagalan pertumbuhan intergenerasi (Rah *et al.*, 2008). Ibu pendek cenderung memiliki bayi dengan berat lahir lebih rendah daripada ibu berpostur tinggi, dan ini diperparah pada kehamilan remaja oleh lingkungan rahim dan hormonal yang belum matang (Sumarmi, 2016). Seperti yang diakui oleh Kurz (2017), hormon pertumbuhan dari ibu primipara remaja yang masih masa pertumbuhan berbagi dengan janin yang dikandungnya sehingga bayi yang dilahirkan 200 gram lebih ringan (Scholl *et al.*, 2017).

Seorang perempuan <18 tahun, pertumbuhan organ reproduksinya belum matang dan pertumbuhan panggul belum maksimal sehingga menjadi kehamilan berisiko, apalagi dibarengi dengan pendidikan dan status sosial ekonomi yang rendah, akan berpengaruh terhadap konsumsi makronutrient dan micronutrient yang berdampak pada status gizi ibu, hal ini menyebabkan

variasi dalam perkembangan ukuran tulang, dan berisiko menyebabkan *intra uteri growth retriCTION* (IUGR) dan bayi berat lahir rendah (BBLR), dan dikhawatirkan terulang pada siklus hidup selanjutnya yang disebut dengan “*Intergeneration Cycle of Growth Failure*” (Black, *et al.*, 2013).

Penelitian Tako (2005) di Kamerun mengidentifikasi ibu muda berusia kurang dari 20 tahun melahirkan BBLR dan terjadi kelahiran premature. Penelitian lain yang sejalan dengan hasil penelitian tersebut adalah penelitian Chen (2007) di United States dan Ruji (2009) di Kotawaringin Timur serta penelitian Torvie (2015) di Amerika Serikat yang menemukan hubungan yang signifikan antara kehamilan remaja dengan kejadian bayi berat lahir rendah (BBLR).

Berdasarkan data *Unicef* (2019), sekitar tiga perempat dari semua bayi baru lahir di dunia adalah bayi berat badan lahir rendah. Di Indonesia proporsi berat badan lahir <2500 gram sebesar 6,2% dan panjang badan lahir <48 cm sebesar 22,7%. Sedangkan prevalensi bayi berat lahir rendah (BBLR) di Sulawesi Barat tergolong tinggi yaitu sebanyak 1.176 bayi dari 25.613 kelahiran atau sekitar 6% dari total kelahiran bayi. Begitupun kelahiran neonatal pendek (<48 cm) meningkat dari 20.2% menjadi 22.7%, dan kelahiran bayi dengan lingkaran kepala <33 cm sebesar 38% pada tahun 2018. Berdasarkan karakteristik kelahiran BBLR, panjang badan lahir <48 cm dan lingkaran kepala <33 cm mayoritas terjadi pada bayi perempuan, orang tua berpendidikan rendah dan tinggal di pedesaan (Rikesda, 2018).

Siklus kegagalan pertumbuhan intergenerasi ditemukan di beberapa negara berkembang yang diawali oleh remaja putri tumbuh dalam kemiskinan menjadi wanita kerdil dan lebih banyak melahirkan BBLR (Black and Heidkamp, 2018).

Saat ini Indonesia merupakan negara dengan prevalensi pernikahan anak tertinggi ketujuh di dunia dan tertinggi kedua di Asia tenggara yaitu sebesar 0.56% pernikahan usia <15 tahun dan 11.21% usia <18 tahun (Unicef, 2020). Pada tingkat nasional, Provinsi Sulawesi Barat merupakan daerah dengan prevalensi tertinggi pernikahan anak yaitu sebesar 19.43%. Faktor kemiskinan merupakan penyebab utama perkawinan anak di desa. Kasus ini lebih banyak terjadi pada perempuan, terlebih pada anak yang putus sekolah (Badan pusat statistik, 2020).

Pendidikan dan pengetahuan merupakan faktor langsung yang mempengaruhi perilaku seseorang (Salam *et al.*, 2020). Pengetahuan tentang gizi dapat menentukan perilaku individu dalam mengonsumsi makanan (Simoni *et al.*, 2011). Selain itu remaja dalam memilih makanan juga dipengaruhi oleh selera dan keinginan (Unicef, 2017).

Berdasarkan *baseline survey UNICEF* pada tahun 2017, ditemukan adanya perubahan pola makan dan aktivitas fisik pada remaja. Sepertiga remaja makan cemilan buatan pabrik atau makanan olahan, sedangkan sepertiga lainnya rutin mengonsumsi kue basah, roti basah, gorengan, dan kerupuk. Ketidacukupan zat mikro sangat erat kaitannya dengan

kekurangan gizi sabagai salah satu dampak dari asupan energi yang rendah.

Data skor Pola Pangan Harapan (PPH) tahun 2019 sebesar 87,0 menggambarkan bahwa komposisi pangan yang dikonsumsi masyarakat Provinsi Sulawesi Barat masih kurang beragam dan seimbang. Tingkat keragaman konsumsi pangan yang masih rendah disebabkan karena daya beli masyarakat, demikian pula untuk konsumsi pangan sumber protein. Kurang beragamnya asupan nutrisi, kesukaan yang berlebihan terhadap makanan tertentu menyebabkan kebutuhan gizi tak terpenuhi, termasuk kebutuhan zat gizi mikro seperti zink.

Zink merupakan mikromineral esensial sebagai kofaktor lebih dari 300 metaloenzim yang berperan penting dalam metabolisme, pertumbuhan, regenerasi sel dan perbaikan jaringan tubuh (Taneja *et al.*, 2009). Rendahnya asupan energi secara langsung berpengaruh terhadap asupan zat gizi secara spesifik telah ditelusuri berhubungan dengan ketidakcukupan gizi mikro, berupa kekurangan zink yang rendah dalam makanan (Ranti, Pascoal and Amuraini, 2018). Asupan zink yang kurang pada ibu hamil merangsang kerentanan bayi terhadap defisiensi zink, hal itu disebabkan asupan zink yang terakumulasi saat ibu hamil hingga melahirkan (Uwiringiyimana *et al.*, 2019).

Penelitian (Caulfield, 2008), mendapatkan bahwa di negara maju terdapat sekitar 82% ibu hamil mengkonsumsi makanan dengan sumber zink yang tidak cukup. Penelitian serupa menyatakan empat dari lima wanita

hamil di seluruh dunia memiliki konsentrasi zink yang tidak memadai (Black, Victora, *et al.*, 2013). Begitu juga hasil penelitian di RS Ibu dan Anak Sitti Fatimah Makassar, menemukan dari 68 sampel ibu hamil, seluruh responden mengkonsumsi zink tidak sesuai kebutuhan dengan distribusi; 39,7% kategori kurang dan 60,3% sangat kurang. berdasarkan hasil pemeriksaan zink serum seluruh responden mengalami defisiensi zink dengan kategori rendah 58.8% dan sangat rendah 41.2%. Begitupula dengan *outcome* kehamilan responden, 4.4% mengalami BBLR dan 41.2% bayi lahir pendek. Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar zink plasma bayi baru lahir, kadar plasma lebih tinggi pada bayi yang normal dibandingkan dengan bayi yang mengalami IUGR (Azizah, 2017).

Setiap hari tubuh mengalami ekskresi zink sehingga asupan zink harian diperlukan untuk menjaga zink di dalam tubuh tetap normal karena tubuh tidak memiliki mekanisme khusus untuk menyimpan zink (Josele, Brito and Franc, 2015). Walaupun dibutuhkan dalam jumlah kecil tetapi defisiensi zink dapat mengakibatkan menurunnya kekebalan tubuh, meningkatnya angka morbiditas akibat penyakit infeksi, gangguan pertumbuhan dan perkembangan baik motorik maupun kognitif (Salgueiro *et al.*, 2002). Kekurangan zink juga berdampak menurunnya nafsu makan sampai pada gangguan sistem pertahanan tubuh (Taneja *et al.*, 2009).

Zink memegang peranan yang penting pada sintesa protein dan *IGF-1*, kekurangan zink akan menyebabkan gangguan dan kerusakan dari sistem

tersebut dan mengakibatkan transport nutrient dari ibu ke janin terganggu sehingga pertumbuhan sehingga perkembangan janin tidak optimal (Factor, 2017). Defisiensi zink akan berdampak pada produksi dan sekresi dari *growth hormone* (Semba *et al.*, 2016).

Peningkatan suplai nutrisi oleh adanya efek zink yang menstimulasi bau dan rasa melalui ransangan pada saraf pusat, yang berefek pada nafsu makan sehingga terjadi peningkatan pada pemanfaatan makanan, asupan nutrisi menjadi adekuat dan memberi dampak positif pada *outcome* kehamilan (Radhakrishna *et al.*, 2013). Zink harus didapatkan dari makanan, salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan harian zink khususnya pada ibu hamil adalah dengan melakukan pemberian suplementasi zink (Taneja *et al.*, 2009).

Pemberian suplemen zink terbukti memberikan manfaat yang baik bagi ibu hamil, namun pemberian suplemen zink yang cukup lama perlu dibarengi dengan edukasi oleh karena kurangnya informasi mengenai manfaat serta pentingnya zink secara tidak langsung mempengaruhi kepatuhan ibu hamil untuk mengkonsumsi suplemen zink (Das and Das, 2012). Kepatuhan / keteraturan berobat juga ditentukan oleh perhatian tenaga kesehatan untuk memberikan penyuluhan, penjelasan kepada ibu hamil bila perlu lakukan kunjungan ke rumah serta obat yang selalu tersedia untuk itu dibutuhkan informasi yang adekuat (Triratnawati, 2015). Menurut Megha Das (2012), pemberian suplementasi zink akan lebih berhasil bila ibu hamil dibekali

dengan pengetahuan tentang pentingnya zat gizi termasuk manfaat zink, sehingga akan berdampak pada peningkatan asupan nutrisi dan keteraturan mengonsumsi suplementasi zink yang diberikan.

Penentuan kebutuhan edukasi sangat penting untuk mencapai tujuan (Das and Das, 2012). Pendidikan merupakan faktor utama dalam promosi kesehatan (Fallah *et al.*, 2013). Pengetahuan bukanlah perilaku, tetapi dapat menjadi penentu perilaku diet (Salam *et al.*, 2020). Pengetahuan, sikap dan keyakinan yang salah adalah hambatan utama dari perubahan perilaku (Mirsanjari *et al.*, 2012).

Lingkungan merupakan faktor yang cukup besar pengaruhnya terhadap pembentukan perilaku makan (Lukasse and Pajalic, 2016). Lingkungan yang dimaksud dapat berupa lingkungan keluarga, sekolah, dll (Salam *et al.*, 2020). Kebiasaan makan dalam keluarga berpengaruh terhadap pola makan seseorang, kesukaan terhadap makanan terbentuk dari kebiasaan makan yang terdapat dalam keluarga (Fallah *et al.*, 2013)

Edukasi yang melibatkan keluarga, merupakan pendekatan komunitas terdekat ibu hamil, yang berdampak besar terhadap pola konsumsi gizi (Das and Das, 2012). Melalui edukasi model pendekatan keluarga, ibu hamil dan keluarga diberdayakan untuk memahami pentingnya nutrisi bagi ibu hamil, sehingga keluarga menjadi social support bagi ibu hamil sehingga asupan nutrisi lebih adekuat untuk ibu hamil (Naim, Juniarti and Yamin, 2016).

Beberapa penelitian menunjukkan pentingnya zink untuk pertumbuhan termasuk dalam masa kehamilan, begitu juga dengan penelitian tentang edukasi melibatkan keluarga sehingga **penting** dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah ada efek pemberian edukasi model pendekatan keluarga dengan strategi SIPAKATAU dan suplementasi zink pada ibu hamil remaja pendek kekurangan energi kronis dari keluarga pra sejahtera. Maka dilakukan studi yang sejauh ini belum pernah dilakukan.

B. Rumusan masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: “Bagaimanakah Efek edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplementasi zink pada ibu hamil remaja pendek kekurangan energy kronis dari keluarga pra sejahtera terhadap pengetahuan, asupan nutrisi, berat badan ibu, ukuran lingkaran lengan atas, kadar zink, *insulin like growth factor-1*, haemoglobin, antropometri bayi dan placenta ?.

C. Tujuan penelitian

1. Tujuan umum

Diketuinya efek edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplementasi zink pada ibu hamil remaja pendek kekurangan energy kronis dari keluarga pra sejahtera.

2. Tujuan khusus

- a. Diketuahuinya efek edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplementasi zink terhadap pengetahuan ibu hamil remaja pendek kekurangan energy kronis dari keluarga pra sejahtera
- b. Diketuahuinya efek edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplementasi zink terhadap asupan nutrisi pada ibu hamil remaja pendek kekurangan energy kronis dari keluarga pra sejahtera
- c. Diketuahuinya efek edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplementasi zink terhadap berat badan ibu hamil remaja pendek kekurangan energy kronis dari keluarga pra sejahtera
- d. Diketuahuinya efek edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplementasi zink terhadap ukuran lingkaran lengan atas (LILA) ibu hamil remaja pendek kekurangan energy kronis dari keluarga pra sejahtera
- e. Diketuahuinya efek edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplementasi zink terhadap kadar zink (*Zn*) serum ibu hamil remaja pendek kekurangan energy kronis dari keluarga pra sejahtera
- f. Diketuahuinya efek edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplementasi zink terhadap kadar *Insulin like growth factor-1(IGF-1)* ibu hamil remaja pendek kekurangan energy kronis dari keluarga pra sejahtera
- g. Diketuahuinya efek edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplementasi zink terhadap kadar *Hemoglobin (Hb)* ibu hamil remaja pendek kekurangan energy kronis dari keluarga pra sejahtera

- h. Diketuahuinya efek edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplementasi zink terhadap antropometri bayi dari ibu hamil remaja pendek kekurangan energy kronis dari keluarga pra sejahtera
- i. Diketuahuinya efek edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplementasi zink terhadap ukuran placenta ibu hamil remaja pendek kekurangan energy kronis dari keluarga pra sejahtera
- j. Diketuahuinya hubungan kadar zink (Zn) serum terhadap berat badan, panjang badan dan berat placenta.
- k. Diketuahuinya hubungan kadar *insulin like growth factor-1 (IGF-1)* terhadap berat badan, panjang badan dan berat placenta.
- l. Diketuahuinya hubungan kadar Haemoglobin (*Hb*) terhadap berat badan, panjang badan dan berat placenta.

D. Manfaat penelitian

1. Bidang akademik

Memberikan kontribusi pengetahuan dan informasi ilmiah mengenai efek edukasi model pendekatan keluarga menggunakan strategi *SIPAKATAU* dan suplementasi zink pada ibu hamil remaja pendek yang KEK dari keluarga pra sejahtera

2. Manfaat praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi :

- a. Tambahan tatalaksana perawatan ibu hamil khususnya ibu hamil remaja pendek dan kekurangan energy kronis sebagai profilaksis pencegahan

defisiensi zink (*Zn*) yang mengakibatkan *intra uterin growth retriCTION* dan bayi berat lahir rendah (BBLR).

- b. Edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dapat diterapkan sebagai model edukasi dalam pelayanan kebidanan sebagai upaya meningkatkan peran serta ibu hamil, keluarga, masyarakat sebagai social support meningkatkan status gizi ibu sebagai langkah awal mencegah stunting.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan tentang edukasi model pendekatan keluarga SIPAKATAU

1. Edukasi

Edukasi atau pendidikan secara umum adalah segala upaya yang direncanakan untuk mempengaruhi orang lain baik individu, kelompok, atau masyarakat sehingga mereka melakukan sesuai yang diharapkan oleh pelaku pendidikan (Dwika and Dewi, 2015). Konsep dasar pendidikan adalah suatu proses belajar yang berarti di dalam pendidikan itu terjadi proses pertumbuhan, perkembangan, atau perubahan ke arah yang lebih dewasa, lebih baik dan lebih matang pada diri individu, kelompok atau masyarakat (Notoadmodjo, 2012). Pendidikan kesehatan adalah kegiatan pendidikan yang dilakukan dengan cara menyebarkan pesan, menanamkan keyakinan sehingga masyarakat tidak saja sadar, tahu dan mengerti, tetapi juga mau dan bisa melakukan suatu anjuran yang ada hubungannya dengan kesehatan (Azizah, 2017).

Edukasi kesehatan bertujuan meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat untuk memelihara serta meningkatkan kesehatannya sendiri. Oleh karena itu, tentu diperlukan upaya

penyediaan dan penyampaian informasi untuk mengubah, menumbuhkan, atau mengembangkan perilaku positif (Ghorbhani, 2014).

Sasaran edukasi kesehatan adalah mencakup individu, keluarga, kelompok dan masyarakat baik di rumah, di puskesmas, dan di masyarakat secara terorganisir dalam rangka menanamkan perilaku sehat, sehingga terjadi perubahan perilaku seperti yang diharapkan dalam mencapai tingkat kesehatan yang optimal (Ghorbhani, 2014). Pendidikan kesehatan mengupayakan agar perilaku individu, kelompok, atau masyarakat mempunyai pengaruh positif terhadap pemeliharaan dan peningkatan kesehatan. Agar intervensi atau upaya tersebut efektif, maka sebelum dilakukan intervensi perlu dilakukan analisis terhadap masalah perilaku tersebut (Signed, Test and Whitney, 2019).

Menurut (Turner and Shepherd, 1999) terdapat beberapa prinsip pendidikan kesehatan adalah sebagai berikut:

- 1) Belajar mengajar berfokus pada klien, pendidikan klien adalah hubungan klien yang berfokus pada kebutuhan klien yang spesifik.
- 2) Belajar mengajar bersifat menyeluruh, dalam memberikan pendidikan kesehatan harus dipertimbangkan klien secara kesehatan tidak hanya berfokus pada muatan spesifik saja.

- 3) Belajar mengajar negosiasi, pentingnya kesehatan dan klien bersama-sama menentukan apa yang telah diketahui dan apa yang penting untuk diketahui.
- 4) Belajar mengajar yang interaktif, adalah suatu proses yang dinamis dan interaktif yang melibatkan partisipasi dari petugas kesehatan dan klien.
- 5) Pertimbangan umur dalam pendidikan kesehatan, untuk menumbuh kembangkan seluruh kemampuan dan perilaku manusia melalui pengajaran sehingga perlu dipertimbangkan umur klien dan hubungan dengan proses belajar mengajar.

2. Pengetahuan

Pengetahuan merupakan hasil dari tahu yang diperoleh dari proses sensori khususnya mata dan telinga terhadap obyek tertentu. Dalam Notoatmodjo (2012) menjelaskan domain pengetahuan mencakup:

- a) Tahu (know)
- b) Memahami (comprehension)
- c) Aplikasi (application)
- d) Analisis (analysis)
- e) Sintesis (synthesis)
- f) Evaluasi (evaluation).

3. Perilaku

Perilaku dari sudut pandang biologis merupakan suatu kegiatan atau aktivitas organisme atau pada hakikatnya, perilaku merupakan suatu aktivitas manusia itu sendiri (Notoatmodjo, 2012) Perilaku kesehatan adalah suatu respon seseorang (organisme) terhadap stimulus yang berkaitan dengan sakit atau penyakit, sistem pelayanan kesehatan, makanan serta lingkungan, yang mempunyai dua batasan yaitu respon dan stimulus (Notoatmodjo, S, 2007).

Berkaitan dengan perilaku dalam mengkonsumsi makanan, beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya: Pola makan yang terbentuk sangat erat kaitannya dengan kebiasaan makan seseorang. Secara umum faktor yang mempengaruhi terbentuknya pola makan adalah faktor ekonomi, sosial budaya, agama, pendidikan, dan lingkungan sebagai mana yang di uraikan oleh Sulistyoningsih (2012) adalah sebagai berikut:

a. Faktor ekonomi

Variabel ekonomi yang cukup dominan dalam mempengaruhi konsumsi pangan adalah pendapat keluarga dan harga. Meningkatnya pendapatan akan meningkatkan peluang untuk membeli pangan dengan kualitas dan kuantitas yang lebih baik,

sebaiknya penurunan pendapatan akan menyebabkan menurunnya daya beli pangan baik secara kualitas maupun kuantitas.

b. Faktor Sosial Budaya

Pantang dalam mengkonsumsi jenis makanan tertentu dapat dipengaruhi oleh faktor budaya/kepercayaan. Pantangan yang didasari oleh kepercayaan pada umumnya mengandung perlambang atau nasihat yang dianggap baik ataupun tidak baik yang lambat laun akan menjadi kebiasaan/adat. Kebudayaan suatu masyarakat mempunyai kekuatan yang cukup besar untuk mempengaruhi seseorang dalam memilih dan mengolah pangan yang akan dikonsumsi.

c. Agama

Pantangan yang didasari agama, khususnya islam disebut haram dan individu yang melanggar hukumnya berdosa. Adanya pantangan terhadap makanan/minuman tertentu dari sisi agama dikarenakan makanan/minuman tersebut membahayakan jasmani dan rohani bagi yang mengkonsumsinya.

d. Pendidikan

Pendidikan dalam hal ini biasanya dikaitkan dengan pengetahuan, akan berpengaruh terhadap pemilihan bahan makanan dan pemenuhan kebutuhan gizi. Salah satu contoh,

prinsip yang dimiliki seseorang dengan pendidikan rendah biasanya adalah yang penting mengenyangkan, sehingga porsi bahan makanan sumber karbohidrat lebih banyak dibandingkan dengan sekelompok bahan makanan lain.

e. Lingkungan

Faktor lingkungan cukup besar pengaruhnya terhadap pembentukan perilaku makan. Lingkungan yang dimaksud dapat berupa lingkungan keluarga, sekolah, serta adanya promosi melalui media elektronik maupun cetak. Kebiasaan makan dalam keluarga sangat berpengaruh besar terhadap pola makan seseorang, kesukaan seseorang terhadap makanan terbentuk dari kebiasaan makan yang terdapat dalam keluarga.

Metode pengukuran konsumsi makanan terdiri dari dua bentuk, yaitu yang pertama metode kualitatif yang meliputi metode frekuensi makanan (*Food Frequency*) metode *dietary history*, metode telepon, metode pendaftaran makanan; dan yang kedua metode kuantitatif yang meliputi metode food recall 24 jam, perkiraan makanan (*estimated food records*), penimbangan makanan (*Food Weighing*), metode food account, metode inventaris (*inventory method*), pencatatan (household food record); dan ada pula metode gabungan antara metode kualitatif dan kuantitatif antara

lain metode *food recall* 24 jam dan metode riwayat makanan (Sirajudin, *et al*, 2018).

Metode yang dapat digunakan untuk melakukan pengukuran konsumsi makanan tingkat individu antara lain metode *food recall* 24 jam, metode *estimated food records*, metode *food weighing*, metode *dietary history*, dan terakhir metode *food frequency*. Untuk melihat pola konsumsi jenis zat gizi tertentu maka, metode yang paling tepat digunakan adalah metode *food frequency* (Sirajudin, *et al*, 2018).

Metode FFQ (*Food Frequency*) makanan merupakan metode untuk mengukur kebiasaan makan individu atau keluarga sehari-hari sehingga diperoleh gambaran pola konsumsi bahan atau makanan secara kualitatif. Metode ini merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam survei konsumsi makanan akhir-akhir ini. Metode ini sangat mengandalkan daya ingat, baik untuk yang ditanya/individu sampel maupun yang menanya/pewawancara. Oleh sebab itu, pewawancara disyaratkan harus mempunyai keahlian dan kemampuan tinggi dalam mengapersepsikan segala sesuatu yang disampaikan oleh narasumber, tentang tingkat keseringan narasumber dalam mengonsumsi bahan makan tertentu dalam hari, minggu, bulan, dan tahun. Berdasarkan data yang didapatkan, kemudian dilakukan

analisis rata-rata tingkat keseringan konsumsi bahan/ makanan dalam satuan hari, minggu, atau bulan dan tahun (Sirajudin, *et al*, 2018). Ketika akan dicari rata-rata konsumsi makanan/bahan makanan dalam hari, maka harus dicari data berapa kali jumlah konsumsi makanan tertentu dalam satuan hari. Data dalam minggu kemudian dibagi 7 hari, bulan dibagi dengan 30 hari, serta tahun dibagi 360 hari untuk mendapatkan konsumsi rata-rata/hari. Karena periode pengamatannya lebih lama dan dapat membedakan individu berdasarkan tingkat konsumsi zat gizi, cara ini paling sering digunakan dalam penelitian epidemiologi gizi. Kuesioner frekuensi makanan memuat tentang daftar bahan atau makanan dan frekuensi penggunaan makanan tersebut pada periode tertentu (Sirajudin, *et al*, 2018). Prinsip dasar *Food Frequency Questionnaire* (FFQ) adalah menggali informasi frekuensi makan makanan tertentu pada individu yang diduga menyebabkan ia memiliki resiko tinggi untuk menderita defisiensi gizi atau kelebihan asupan zat gizi tertentu pada periode waktu yang lama. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui besar faktor paparan makanan tertentu terhadap kejadian penyakit yang berhubungan dengan asupan gizi. FFQ ada dua jenis yaitu FFQ murni dan semi FFQ. Perbedaannya adalah FFQ murni tidak ada kuantitas (porsi), sedangkan semi FFQ ada kuantitasnya (porsi) (Sirajuddin dkk, 2014).

4. Edukasi model pendekatan keluarga

a. Edukasi model pendekatan keluarga adalah salah satu cara untuk meningkatkan jangkauan sasaran dan mendekatkan/meningkatkan akses informasi dan edukasi pelayanan kesehatan di masyarakat dengan mendatangi keluarga. Edukasi tidak hanya dilaksanakan di posyandu atau di tempat umum, melainkan juga dapat dilakukan diluar gedung dengan mengunjungi ibu hamil dan keluarganya. Keluarga sebagai fokus dalam pendekatan edukasi karena menurut Friedman (1998), terdapat Lima fungsi keluarga, yaitu:

- 1) Fungsi afektif (The Affective Function) adalah fungsi keluarga yang utama untuk mengajarkan segala sesuatu untuk mempersiapkan anggota keluarga berhubungan dengan orang lain. Fungsi ini dibutuhkan untuk perkembangan individu dan psikososial anggota keluarga.
- 2) Fungsi sosialisasi yaitu proses perkembangan dan perubahan yang dilalui individu yang menghasilkan interaksi sosial dan belajar berperan dalam lingkungan sosialnya. Sosialisasi dimulai sejak lahir. Fungsi ini berguna untuk membina sosialisasi pada anak, membentuk norma-norma tingkah laku sesuai dengan tingkat perkembangan anak dan meneruskan nilai-nilai budaya keluarga.

- 3) Fungsi reproduksi (*The Reproduction Function*) adalah fungsi untuk mempertahankan generasi dan menjaga kelangsungan keluarga.
- 4) Fungsi ekonomi (*The Economic Function*) yaitu keluarga berfungsi untuk memenuhi kebutuhan keluarga secara ekonomi dan tempat untuk mengembangkan kemampuan individu meningkatkan penghasilan untuk memenuhi kebutuhan keluarga.
- 5) Fungsi perawatan atau pemeliharaan kesehatan (*The Health Care Function*) adalah untuk mempertahankan keadaan kesehatan anggota keluarga agar tetap memiliki produktivitas yang tinggi. Fungsi ini dikembangkan menjadi tugas keluarga di bidang kesehatan. Sedangkan tugas-tugas keluarga dalam pemeliharaan kesehatan adalah:
 - i. Mengetahui gangguan perkembangan kesehatan setiap anggota keluarganya
 - ii. Mengambil keputusan untuk tindakan kesehatan yang tepat
 - iii. Memberikan perawatan kepada anggota keluarga yang sakit

- iv. Mempertahankan suasana rumah yang menguntungkan untuk kesehatan dan perkembangan kepribadian anggota keluarganya
- v. Mempertahankan hubungan timbal balik antara keluarga dan fasilitas kesehatan.

Pendekatan keluarga yang dimaksud dalam model edukasi ini merupakan kunjungan rumah oleh bidan/nakes atau kader kesehatan dalam upaya peningkatan pengetahuan dan promosi kesehatan masyarakat, yang meliputi kegiatan berikut.

- (1) Kunjungan keluarga untuk pendataan/pengumpulan data keluarga dan pengukuran pengetahuan awal ibu dan keluarga.
- (2) Kunjungan keluarga dalam rangka edukasi gizi pada ibu hamil
- (3) Kunjungan keluarga untuk mengevaluasi pola makan dan tingkat pemahaman keluarga terkait edukasi yang telah diberikan

5. Pengembangan model edukasi pendekatan keluarga *SIPAKATAU*

Sipakatau, *Sipakainge* dan *Sipakalebbi* dapat diartikan sebagai sikap saling menghormati dan menghargai, saling menasehati atau mengingatkan dan saling memuliakan. *Sipakatau* merupakan filsafah orang bugis yang berarti sifat memanusiakan manusia. Artinya, sebagai manusia kita harus saling menghormati, berbuat santun, dan tidak membeda-bedakan dalam kondisi

apapun tanpa memandang suku, agama, ras, dan golongan kepada sesama manusia. Sipakatau adalah cerminan untuk selalu saling menghormati, nilai ini merupakan nilai moral yang dapat diinternalisasikan dan diperkuat dalam keluarga dan masyarakat (Andi Halima, Khumas dan Zainuddin, 2021).

Bidan dalam melaksanakan perannya sebagai pemberi pelayanan bagi masyarakat salah satunya adalah menjadi penghubung antar masyarakat, memfasilitasi kemungkinan terjadinya penyulit dari klien. **Bidan** memberikan bimbingan teknis dan memberdayakan pihak yang sedang didampingi ke arah pencapaian tujuan. Bidan didalam memberikan pelayanan kepada ibu dan keluarga harus dapat melihat berbagai aspek secara holistic dan komprehensif, termasuk dalam pemberian edukasi. Setiap individu memiliki perbedaan pengetahuan, budaya serta kebiasaan yang berbeda-beda, sehingga pemberian edukasi tidak dapat digeneralkan namun harus disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan individu untuk menerima informasi yang diberikan. Olehnya itu, Pengembangan model edukasi menggunakan strategi pendekatan keluarga, menganut filsafat SIPAKATAU dalam melakukan pendekatan kepada ibu dan keluarga dengan melibatkan komunitas dalam mendukung peningkatan status Kesehatan ibu hamil. Selain itu untuk memudahkan Langkah dalam

melakukan edukasi maka dalam strategi edukasi model pendekatan keluarga ini juga menerapkan Akronim *SIPAKATAU*.

Berdasarkan dari sudut pandangnya, edukasi model pendekatan keluarga sangat erat kaitannya dengan filosofi kebidanan, utamanya pemberdayaan perempuan (*Empowering women*). Konsep pemberdayaan dalam perspektif kebidanan menurut analisis teoritis, Gibson (1991) mendefinisikan pemberdayaan sebagai proses pengakuan sosial, mempromosikan dan meningkatkan kemampuan orang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri, menyelesaikan masalah mereka dan memobilisasi sumber daya yang diperlukan untuk merasa bahwa mereka mengendalikan hidup mereka (Bell, 2012). Melalui model edukasi Pendekatan keluarga, Keluarga dapat menjadi support system dan support social bagi ibu hamil untuk dapat mengontrol faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan mereka terutama dalam hal konsumsi gizi, mereka mengembangkan dan menggunakan pengetahuan, kompetensi, dan kepercayaan yang diperlukan untuk membuat kondisi kesehatan dan keluarganya tetap terjaga. dengan demikian melalui model edukasi pendekatan keluarga, maka optimalisasi peran ibu hamil dalam merancang dan melaksanakan strategi belajar secara efektif dan efisien serta sharing potensi yang

ada di lingkungannya, baik di rumah maupun di masyarakat (Simoni *et al.*, 2011).

Kata *SIPAKATAU* dalam strategi edukasi pendekatan keluarga selain mengandung unsur filsafat bugis yang menerapkan sikap yang mengajarkan pada individu bagaimana mencapai kesuksesan dan berhubungan dengan sesama manusia. Nilai tersebut menekankan pada upaya saling memanusiakan, saling mengingatkan, dan saling menghargai. *SIPAKATAU* juga merupakan akronim. Edukasi model pendekatan keluarga yang dikembangkan menggunakan beberapa tahap yang dirangkum atau disingkat dalam kata *SIPAKATAU* yang artinya;

- S** : Survey awal pengetahuan, survey budaya yang berlaku dalam keluarga serta identifikasi factor penghambat dan motivator ibu dan keluarga menerima edukasi yang akan diberikan
- I** : Informasikan pentingnya zat gizi bagi ibu dan bayi
- P** : Pemberdayaan masyarakat berupa pemberian makanan tambahan melalui sedekah makanan setiap hari jumat. **Pemberdayaan** adalah upaya untuk membangun daya **itu**, dengan mendorong, memotivasikan, dan membangkitkan kesadaran akan potensi yang dimilikinya serta berupaya untuk

mengembangkannya. Kedua, memperkuat potensi atau daya yang dimiliki masyarakat (empowering).

A : Ajarkan ibu dan keluarga tata cara mengonsumsi

suplemen zink, tablet tambah darah (Fe), tablet kalsium.

K : Keluarga diberdayakan menjalankan peran sebagai

Pendamping dan **P**engawas minum suplemen, **P**engontrol

pola makan dan pola istirahat ibu, **P**enyemangat bagi ibu

menjalani kehamilannya, **P**elapor atas perkembangan

kondisi ibu dan janin).

A : Awasi kondisi ibu dan bayi selama mengonsumsi obat

T : Tekankan ibu/keluarga menghubungi saat ada keluhan

A : Antarkan ibu ke dokter/faskes jika diperlukan

U : Ukur kembali pengetahuan ibu dan keluarga atas edukasi

yang telah diberikan dan informasikan hal lain yang

dianggap penting untuk ibu keluarga ketahui.

B. Tinjauan umum tentang zink

Zink adalah salah satu trace-mineral atau mineral mikro yang penting untuk semua bentuk kehidupan, termasuk tanaman, hewan, dan mikroorganisme (D.A liona, 2019). Simbol kimia untuk zink adalah *Zn*. Gejala klinis kekurangan zink pertama kali dilaporkan pada tahun 1961, bahwa pada anak-anak, jumlah zink yang diserap sangat sedikit sehingga mereka

mengalami kegagalan untuk tumbuh dengan baik. Zink berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan, fungsi neurologis, sistem kekebalan tubuh, dan reproduksi (Salgueiro *et al.*, 2002).

Tubuh manusia mengandung sekitar 1,5 sampai 2,5 gram zink yang terbesar di hampir semua sel. Sebagian besar zink berada di dalam hati, pankreas, ginjal, otot, dan tulang (Widhyari, 2012). Jaringan yang banyak mengandung zink adalah bagian-bagian mata, kelenjar prostat, spermatozoa, kulit, rambut dan kuku. Di dalam cairan tubuh, zink terutama merupakan ion intraseluler. Zink yang ditemukan dalam plasma hanya merupakan 0,1% dari seluruh zink di dalam tubuh yang mempunyai masa pergantian yang cepat. Zink merupakan logam, yang dapat berada dalam beberapa valensi yang berbeda, tetapi secara umum terdapat dalam bentuk ion divalen (Zn^{2+}) (Gropper, *et al.*, 2009; Hardinsyah & Supariasa, 2014).

1. Kebutuhan zink

Kecukupan gizi yang dianjurkan untuk dapat mencegah kekurangan zink, yaitu 2-6 mg untuk anak-anak dan 8-13 mg untuk remaja dan dewasa (Septiyeni *et al.*, 2018). Sumber zink yang sangat baik adalah daging merah (terutama jeroan) dan makanan laut (terutama tiram dan moluska) (Gropper, *et al.*, 2009; Hardinsyah & Supariasa, 2014). Angka kecukupan zink dalam sehari bervariasi dimana bayi membutuhkan 3-5 mg, anak-anak 8-10 mg, remaja dan dewasa maupun pria dan wanita 15 mg, Ibu hamil +5 mg dan ibu menyusui +10 mg.

Konsumsi zink yang berlebihan dapat menyebabkan keracunan. Keracunan akut dengan konsumsi 1-2 g zink sulfat (225-450 mg zink) dapat menyebabkan rasa mual, muntah, sakit epigastrik, sakit perut, dan diare berdarah. Konsumsi zink yang terus-menerus dalam jumlah sekitar 40 mg (<40 mg pada beberapa orang) dapat mengakibatkan kekurangan tembaga. Asupan zink untuk kadar tertinggi yang ditoleransi adalah 40 mg per hari berdasarkan interaksinya dengan tembaga (Gropper, *et al.*, 2009; Hardinsyah & Supariasa, 2014).

2. Diagnosa defisiensi zink

Indikator biokimia merupakan salah satu cara pengukuran kuantitatif yang objektif untuk menilai status zink sebuah populasi. Indikator tersebut bermanfaat untuk mengidentifikasi populasi dan sub kelompok tertentu yang berisiko tinggi kekurangan zink dan dapat digunakan untuk menargetkan intervensi pada kelompok yang berisiko tinggi. *World Health Organization* (WHO), *United Nations Children's Fund* (UNICEF), *International Atomic Energi Agency* (IAEA), dan *IZiNCG* bersama-sama merekomendasikan penggunaan konsentrasi serum zink untuk penilaian status zink populasi (Losong and Adriani, 2017). Dalam menggunakan serum zink sebagai indikator status zink, terdapat beberapa masalah teknis yang harus diperhatikan, antara lain pengumpulan sampel, analisis laboratorium, dan interpretasi data (Ota *et al.*, 2015). Salah satu kelebihan penilaian status gizi secara biokimia adalah kemampuannya dalam

mendeteksi masalah gizi pada seseorang sejak dini. Secara umum metode ini biasanya digunakan sebagai pelengkap dari penilaian status gizi lainnya, seperti antropometri, asupan, dan klinis (Rathi *et al.*, 2017)

3. Dampak defisiensi zink

Seseorang yang tidak mengonsumsi zink yang cukup dapat menyebabkan:

- a. Pertumbuhan badan tidak sempurna (kerdil)
- b. Gangguan dan keterlambatan pertumbuhan kematangan seksual.
- c. Misalnya, pencernaan terganggu, gangguan fungsi pankreas, gangguan pembentukan kilomikron dan kerusakan permukaan saluran cerna.
- d. Kekurangan zink mengganggu pusat system saraf dan fungsi otak.
- e. Kekurangan zink mengganggu metabolisme dalam hal kekurangan vitamin A, gangguan kelenjar tiroid, gangguan nafsu makan, serta memperlambat penyembuhan luka.

Hasil temuan menunjukkan bahwa empat dari lima wanita hamil di seluruh dunia memiliki konsentrasi zink yang tidak memadai. Ibu dengan status zink yang rendah telah dikaitkan dengan bayi berat lahir rendah dan bayi lahir premature (Black, Victora, *et al.*, 2013). Ibu-ibu pekerja dengan kadar zink rendah juga lebih banyak mengalami komplikasi dibanding ibu dengan kadar zink normal. Suplementasi zink efektif membantu wanita hamil yang memiliki status gizi rendah (Zahiri Sorouri, Sadeghi and

Pourmarzi, 2016). Akan tetapi suplemen zink tidak efektif pada wanita hamil dinegara-negara maju melainkan konsumsi gizi umumnya lebih memadai (Gropper, *et al.*, 2009;Hardinsyah & Supariasa, 2014).

Pada ibu hamil sendiri kekurangan zink akan menyebabkan komplikasi pada saat persalinan, perdarahan, infeksi, serta kemungkinan pertolongan persalinan dengan bantuan peralatan (Rathi *et al.*, 2017). Kekurangan zink akan menyebabkan menurunnya kekebalan tubuh, meningkatnya angka morbiditas akibat penyakit infeksi, dan gangguan perkembangan baik motorik maupun kognitif. Selain itu, kekurangan zink sering menyertai komplikasi kehamilan dan persalinan (Zahiri Sorouri, Sadeghi and Pourmarzi, 2016). Kekurangan zink yang berat pada ibu hamil dapat mengakibatkan aborsi spontan dan kelainan bawaan, sedangkan kekurangan zink sedang akan menyebabkan terjadinya bayi berat lahir rendah (BBLR), *intra uterine growth retardation (IUGR)* dan kelahiran prematur (Tamura *et al.*, 2000).

Kekurangan zink dapat meningkatkan resiko kehamilan berupa kenaikan tekanan darah, dan kerentanan terhadap infeksi, selain itu peranan zink pada ibu hamil juga erat kaitannya dengan organogenesis seperti palatum, bibir, otak, mata, tulang, paru-paru, dan sistem urogenitalia bayi (Zahiri Sorouri, Sadeghi and Pourmarzi, 2016). Kebutuhan zink pada bayi untuk pertumbuhan sekitar 175 ug/kg/hari pada bulan-bulan pertama, dan akan menurun pada usia 9-12 bulan. Pada

keadaan kurang gizi atau keadaan infeksi, kebutuhan zink akan meningkat sekitar 10-20 mg/hari. Kegagalan untuk mengantisipasi kebutuhan zink akan menyebabkan gangguan pada pertumbuhan dan bayi rentang terhadap infeksi (Uwiringiyimana *et al.*, 2019).

4. Metabolisme zink

Absorpsi zink terjadi dibagian atas duodenum, zink dari makanan diangkut oleh albumin dan transferrin masuk kedalam aliran darah menuju ke hati kelebihan zink dalam hati disimpan dalam bentuk metalotionein dan sisanya dibawah ke pankreas dan jaringan lain, didalam pangreas zink digunakan untuk membuat enzyme pencernaan yang dikeluarkan kedalam saluran cerna pada waktu malam (Widhyari, 2012). Dengan demikian saluran cerna menerima zink dari 2 sumber yaitu dari makanan dan dari cairan pencernaan dari pancreas. Sirkulasi zink dari saluran cerna dan kembali ke pancreas dinamakan sirkulasi *enteropankreatik*. *Absorbs* zink diatur oleh metalotionien yang disintesis didalam dinding saluran cerna. Bila konsumsi tinggi, didalam sel dinding saluran cerna, sebagian akan diubah menjadi methalotionien sebagai simpanan sehingga absorpsi berkurang. Bentuk simpanan ini akan dibuang bersama dengan sel-sel di dinding usus halus yang umurnya adalah 2-5 hari (Brandao-Neto *et al.*, 1995).

Zink perlu dihidrolisis dari asam amino dan asam nukleat sebelum dapat diserap (Brandao-Neto *et al.*, 1995). Zink diyakini dibebaskan dari

makanan selama proses pencernaan, kemungkinan besar oleh protease dan nuklease di lambung dan usus kecil. Penyerapan zink dalam usus bervariasi dari 15-40%. Zink dapat diserap oleh protein khusus dalam sel usus yang disebut *metalotionein*. Protein ini adalah protein yang sama dengan yang dapat mengikat tembaga. Zink ditahan oleh metalotionein sampai diperlukan dalam darah. Jika tidak diperlukan, zink dapat dikeluarkan melalui feses. Metalotionein juga mengikat zink di hati sampai zink diperlukan. Zink diangkut oleh transferin transporter besi (Salgueiro *et al.*, 2002). Zink memasuki darah yang mengelilingi sistem pencernaan dan biasanya diikat oleh albumin dan protein darah. Zat besi dan zink harus seimbang dalam makanan sehingga salah satu tidak mengganggu penyerapan yang lain (Owino *et al.*, 2016).

Tempat utama penyerapan zink dalam sistem pencernaan adalah usus kecil bagian proksimal, khususnya jejunum. Namun kontribusi relatif setiap segmen usus kecil (duodenum, jejunum, dan ileum) terhadap keseluruhan penyerapan zink belum terungkap (Taneja *et al.*, 2009). zink diserap ke dalam eritrosit melalui proses *carrier-mediated*. Perubahan absorbs dan eksresi pada saluran gastrointestinal merupakan mekanisme utama homeostatis zink, asupan zink yang rendah, zink diserap lebih efisien daripada asupan yang lebih tinggi. Protein pembawa yang disebut Zrt dan Irt-like protein (ZIP) 4 dianggap sebagai transporter utama zink di membran perbatasan brush border enterosit. Transporter lain, divalent

mineral transporter-1 (DMT-1). Tetapi juga terkadang disebut divalent cation transporter (DCT) dan selanjutnya disebut DMT-1, adalah salah satu transporter yang diperkirakan terlibat dalam ambilan zink di brush border. Selain dengan transport *carrier mediated*, difusi pasif, dan paraseluler, penyerapan zink yang terjadi juga dipengaruhi oleh asupan zink yang tinggi (Hall *et al.*, 2012).

Peningkatan penyerapan zink diantaranya adalah beberapa zat endogen yang dapat berfungsi sebagai ligan untuk zink. Beberapa ligan ini adalah asam sitrat, asam pikolinat, dan prostaglandin. Asam amino ligan ialah histidin, sistein, lisin, dan glisin. Sekresi pankreas mengandung konsituen yang teridentifikasi dapat meningkatkan penyerapan zink. Selain itu glutathion (tripolipeptida yang terdiri dari sistein, glutamat, dan glisin) atau produk pencernaan protein seperti tripeptida, diyakini dapat berfungsi sebagai ligan. Pada ligan ini zink biasanya mengikat sulfur (mis, sistein atau bagian dari glutathion) atau nitrogen (mis, histidin). Ligan seperti asam amino membantu menjaga kelarutan zink dalam sistem pencernaan (Salgueiro *et al.*, 2002).

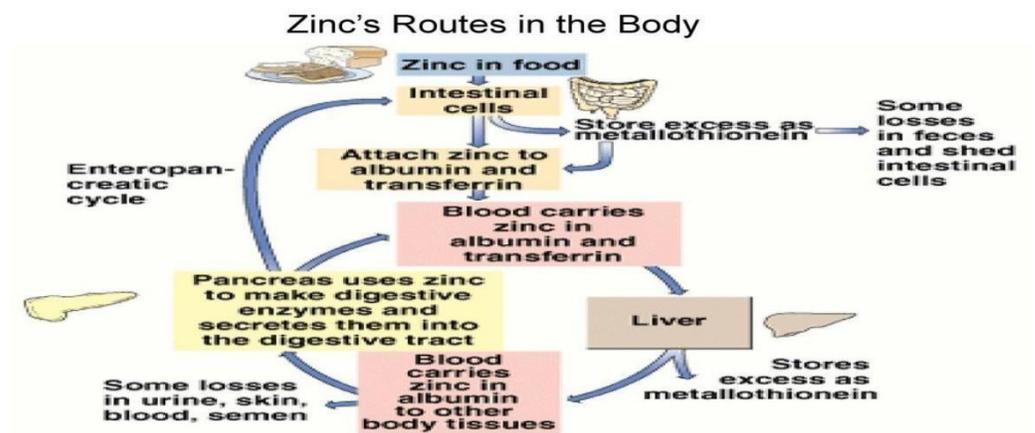
Pada periode trimester I, zink mengalami gangguan penyerapan oleh karena perubahan hormonal dan organogenesis, serta hemodelusi pada trimester II penyerapan zink hanya sekitar 25% dan penyerapan zink pada trimester III mencapai puncaknya yaitu sekitar 80% (Hesty Dwi Septiawahyuni, 2019). Penyerapan zink juga tampaknya meningkat jika

status zink rendah. Secara khusus, penyerapan zink oleh mekanisme *carrier-mediated* meningkat pada status zink yang rendah sehingga jumlah zink yang terserap diatur untuk menjaga homeostasis. Senyawa inhibitor penyerapan zink banyak terdapat dalam makanan yang mungkin membentuk kompleks dengan zink dan menghambat penyerapan. Inhibitor tersebut meliputi asam fitat, oksalat, atau asam oksolat; inhibitor lain penyerapan zink ditemukan dalam berbagai makanan, terutama bayam, chard, berries, coklat, dan teh. Polifenol seperti tanin dalam teh dan serat tertentu yang ditemukan pada biji-bijian, buah-buahan, dan sayuran juga mengikat zink dan menghambat penyerapannya (Ournal *et al.*, 2019).

Zat besi (non-heme) dan zink berinteraksi terutama dimakan bersama-sama dalam bentuk larutan, dan efeknya menjadi tidak jelas ketika diberikan bersama-sama dengan makanan lain (Brandao-Neto *et al.*, 1995). Penyerapan zink umumnya terhambat ketika jumlah besi non-heme melebihi zink dan diberikan dalam jumlah 20 mg atau lebih tinggi. Sebagai contoh, jika fero sulfat dan zink sulfat diberikan bersama dengan rasio 2:1 (50:25 mg) dan 3:1 (75:25 mg), penyerapan zink akan menurun. Besi heme tidak memiliki efek yang sama pada zink. Studi ini menunjukkan bahwa untuk memaksimalkan penyerapan zink, suplemen zink harus tidak dikonsumsi dengan suplemen besi non-heme (Septiyeni *et al.*, 2016.)

Tiga jalur utama keluarnya zink dari tubuh ialah melalui saluran pencernaan, ginjal, kulit, dan sebagian besar zink keluar dari dalam tubuh

melalui saluran pencernaan, yaitu melalui kotoran (feses) (Septiyeni et al., 2018). Zink endogen dalam bentuk enzim porfirin dikeluarkan oleh kelenjar air liur, mukosa usus, pankreas (sumber utama), dan hati ke sistem pencernaan. Meskipun sebagian zink direabsorpsi sebagian juga dikeluarkan melalui kotoran (feses). Zink juga memberikan kontribusi untuk lumen pencernaan pada sel-sel usus (Vir, Love and Thompson, 1981).



Gambar 2.1. Metabolisme zink

Sumber : Daud, 2007 dalam (Azizah, 2017)

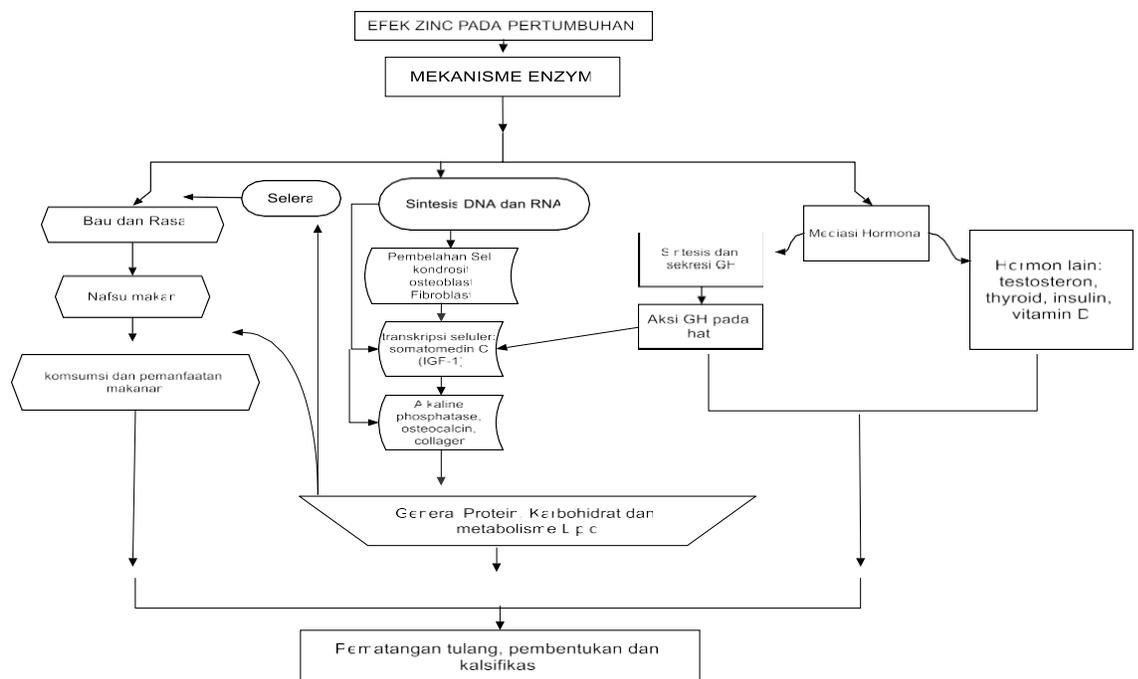
5. Ekskresi zink

Kehilangan zink paling banyak melalui faeces, Hanya sejumlah kecil zink (0,3-0,7 mg/hari) yang diekskresikan dalam urin. Zink yang terdapat dalam urin diyakini berasal dari sebagian kecil plasma zink yang membentuk kompleks dengan histidin dan histein (Umeta *et al.*, 2000). Kehilangan zink terjadi sekitar 0,4-0,6 mg/hari melalui pengelupasan kulit dan keringat. Jalur lain hilangnya zink ialah sebagian kecil melalui semen

(pada laki-laki) saat ejakulasi sebanyak (0,1 mg/hari) dan melalui haid (pada perempuan) sebesar 0,1 mg/hari (Salgueiro *et al.*, 2002).

6. Peran zink terhadap pertumbuhan

Lebih dari 300 enzim tergantung dengan zink yang berbeda telah diidentifikasi di semua filum. Zink memiliki aksi yang dikenal pada metaloenzim ini karena berpartisipasi dalam struktur, katalitik, dan aksi pengaturannya (Salgueiro *et al.*, 2002) Berikut peran zink dalam pertumbuhan melalui mekanisme enzymatic:



Gambar 2.2. Peran zink pada pertumbuhan linier, melalui aktivitasnya dalam (a) bau, rasa, selera, konsumsi dan pemanfaatan makanan; (b) metabolisme sekunder; (c) kondrosit, osteoblast dan fibroblast; (d) dan mediatron hormonal oleh hormon pertumbuhan dan tiroide, somatomedin-C, testosteron, Insulin, vitamin D (Salgueiro *et al.*, 2002)

a. Regulasi fasilitas rasa, kecepatan acuity dan efisiensi pangan

Kekurangan zink selalu disertai oleh perubahan dalam bau dan rasa dan oleh anoreksia dan penurunan berat badan. Sebuah metalloenzyme yang bertanggung jawab untuk sensasi rasa telah ditemukan dan terkait dengan hypogeusia manusia atau dysgeusia, gangguan yang dapat sepenuhnya diperbaiki dengan terapi zink (Salgueiro *et al.*, 2002). Perubahan tersebut dapat terjadi bahkan pada individu yang mengkonsumsi makanan dengan jumlah sedikit zink (Brandao-Neto *et al.*, 1995).

Zink sangat terkait dengan struktur DNA dan RNA, sintesis dan degradasi, sehingga memainkan peran penting dalam kontrol replikasi dan transkripsi seluler. Aktivitas DNA dan RNA polimerase dapat dipengaruhi oleh defisiensi zink dalam berbagai jaringan atau kultur sel karena dianggap sebagai metaloenzim (Hambridge;2000: Ota *et al.*, 2015).

b. Replikasi DNA chondrocytes, osteoblasts dan fibroblast

Zink memainkan peran yang relevan dalam ekspresi gen, dan salah satu contoh paling menarik dari ini adalah induksi enzim yang terkait dengan sintesis DNA sebelum sel memasuki fase S dari siklus sel, serta induksi protein baru selama diferensiasi sel (Brandao-Neto *et al.*, 1995).

Pertumbuhan dapat dibagi dengan peningkatan jumlah (hiperplasia) dan ukuran (hipertrofi) sel. Semua hewan percobaan yang dimasukkan

ke dalam diet khusus yang kekurangan zink menunjukkan penurunan pertumbuhan jauh sebelum penurunan konsentrasi total zink tubuh. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh kerentanan yang lebih besar dari sintesis DNA dan pembelahan sel yang konsekuensi terhadap penurunan zink ionik bebas, daripada dalam sintesis protein dan ukuran sel. Konfirmasi laporan ini kemudian diamati pada limfosit yang kekurangan zink, yaitu hanya sepertiga dari jumlah total zink untuk sintesis DNA yang diperlukan untuk sintesis RNA (Brandao-Neto *et al.*, 1995).

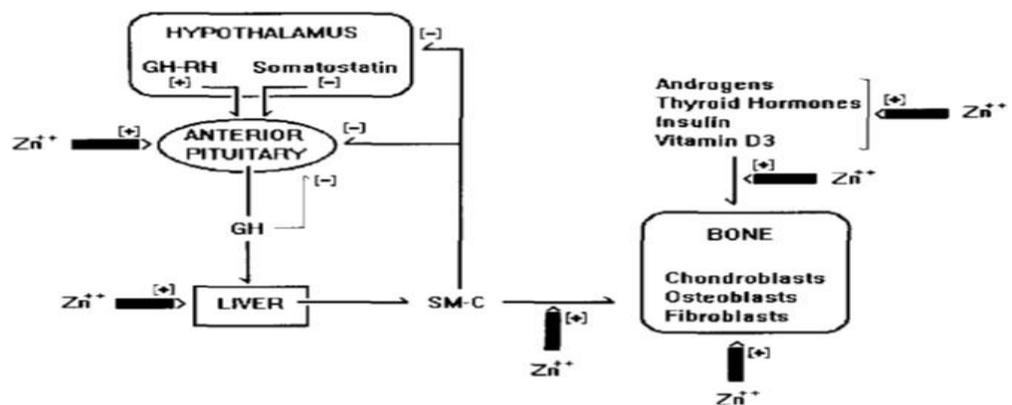
Kekurangan zink pada hewan percobaan menyebabkan perubahan besar dalam diferensiasi kondrosit, osteoblas dan fibroblas, sehingga mengganggu pematangan tulang. Sebagai contoh, setiap gangguan dengan sintesis DNA dan osteoblas atau proliferasi fibroblast akan sangat memengaruhi deposisi kolagen kalsium dan fibrosa dalam jaringan ikat tulang. Fenomena yang sama akan terjadi dengan pembelahan sel kondrosit dan pemberian zink segera akan meningkatkan konsentrasi DNA, menghasilkan proliferasi kondrosit dalam diafisis dan epifisis tikus (Brandao-Neto *et al.*, 1995).

c. Sintesis protein yang berhubungan dengan tulang Somatomedin-c

Somatomedin-C (SM-C) adalah hormon polipeptida, juga disebut *insulin-like growth factor I (IGF-I)*, yang menunjukkan homologi menjadi proinsulin dan disintesis di hati di bawah stimulus hormon pertumbuhan (GH) (Factor, 2017). SM-C melakukan umpan balik negatif dengan

hipotalamus dan hipofisis dan bertindak sebagai perantara dalam efek GH pada proliferasi tulang rawan dan pertumbuhan linear akibat kerangka SM-C merangsang sintesis DNA dan RNA, sehingga mendorong multiplikasi sel (kondrosit, fibroblas, dan osteoblas), dan juga meningkatkan penggabungan sulfat ke dalam proteoglikan dan prolin dalam kolagen. Semua tindakan ini sebenarnya dimediasi oleh zink. Malnutrisi protein terkait erat dengan defisiensi zink, dan keduanya terkait erat dengan sintesis dan aktivitas SM-C yang mengalami depresi (Salgueiro *et al.*, 2002).

Korelasi yang tinggi antara aktivitas SM-C dan penambahan berat badan dan peningkatan konsentrasi zink di tibia ditemukan dalam percobaan yang sama. Eksperimen lain juga menunjukkan bahwa defisiensi zink diet menyebabkan penurunan kadar SM-C serum serta berkurangnya lebar epifisis tibia pada tikus (Brandao-Neto *et al.*, 1995)



Gambar 2.3. Mekanisme hormonal yang bergantung pada zink pada pertumbuhan linear.

Zink merangsang (Zn^{++} [+ I]) sintesis, sekresi dan aksi GH pada hati dan tulang rawan. Selain itu ion ini merangsang aktivitas SM-C, testosteron, hormon tiroid, insulin, dan vitamin D, pada chondroblas, osteoblas dan fibroblas. Zink secara positif meningkatkan pertumbuhan linier. Penurunan sekresi atau tindakan GH dan mendukung gagasan bahwa sintesis SM-C tergantung pada keberadaan zink sebagai kofaktor selain stimulasi GH (Brandao-Neto *et al.*, 1995). Peningkatan pertumbuhan terkait suplementasi zink terdeteksi pada manusia. Suplementasi zink meningkatkan kadar SM-C plasma pada 100% anak-anak dengan pertumbuhan retardasi (Owino *et al.*, 2016).

d. Alkali Phospatase

Konsentrasi zink dianggap sangat tinggi dalam tulang dan konsentrasi zink di tibia adalah indikator yang baik dari status zink pada tikus. Pertumbuhan terhambat dan perubahan kalsifikasi jaringan tulang telah terdeteksi dalam banyak kondisi yang terkait dengan zink defisiensi (Brandao-Neto *et al.*, 1995). Alkali phospatase (AP) adalah enzim yang diproduksi terutama oleh osteoblas yang fungsi utamanya adalah untuk menyediakan pengendapan kalsium dalam diaphyses tulang. Karena zink terkait dengan sintesis RNA dan akibatnya sintesis protein, eksperimen yang kekurangan zink hewan juga mengalami penurunan kadar AP tulang dan serum, dengan kembalinya aktivitas normal setelah diet yang cukup zink (Ota *et al.*, 2015). Penurunan kadar

AP darah juga terdeteksi pada pasien dengan defisiensi zink dan pertumbuhan, dengan peningkatan yang terjadi pada suplementasi zink (Salgueiro *et al.*, 2002). Monyet yang kekurangan zink menyajikan temuan radiografi yang sangat mirip dengan yang terdeteksi pada pasien dengan hipofosfatemia (Salgueiro *et al.*, 2002).

e. Osteocalcin

Osteocalcin adalah protein gla tulang yang disintesis oleh osteoblas dan merupakan protein nonkolagen yang paling banyak. Protein ini dianggap sebagai penanda sensitif pembentukan tulang karena sebagian besar mengikat hidroksiapatit osseus, sedangkan sebagian kecil terdeteksi sirkulasi perifer. Pengukuran Osteocalcin digunakan sebagai parameter biokimia tambahan untuk evaluasi defisiensi pertumbuhan. Kadar osteocalcin darah dapat dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, pertumbuhan yang cepat selama masa remaja, sekresi GH nokturnal, dan malnutrisi (Josele, Brito and Franc, 2015).

f. Chondroitin

Fibroblast bertanggung jawab untuk produksi kolagen dan kondroitin sulfat. Zat ini bertindak sebagai elemen struktural jaringan tulang dan sintesisnya dirangsang oleh zink (Salgueiro *et al.*, 2002). Kolagen adalah protein struktural ekstraseluler tulang yang paling penting dan, berdasarkan konstitusinya mirip dengan serat kimia, ia menyediakan properti padat jaringan ikat tulang. Aktivitas

deoxythymidine kinase berkurang dalam jaringan ikat spons yang ditanamkan, dan aktivitas yang berkurang ini disertai dengan penurunan RNA/DNA dan sintesis kolagen pada manusia dan tikus yang kekurangan zink (Devesa, Almengló and Devesa, 2016).

g. Protein dan lipid

Zink mengendalikan sintesis dan aktivitas enzim yang tak terhitung jumlahnya, banyak dari mereka yang berpartisipasi dalam berbagai proses metabolisme. Adalah integritas dari proses-proses ini yang memungkinkan pemanfaatan makanan yang baik. Pemanfaatan asam amino untuk sintesis protein, misalnya, mengalami gangguan defisiensi zink, Salah satu enzim yang terpengaruh adalah gustin, yang bertanggung jawab untuk fungsi rasa (Kondaiah *et al.*, 2019). Gustin tampaknya terlibat dalam diferensiasi, pertumbuhan, dan nutrisi dari pengecap, dan telah dianggap sebagai jenis faktor pertumbuhan saraf. Sehubungan dengan karbohidrat, zink penting untuk sintesis, kristalisasi dan aksi perifer insulin. Kekurangan zink mengurangi pemanfaatan glukosa pada hewan percobaan dan manusia. Selanjutnya, pengurangan dalam pemanfaatan glukosa ini meningkatkan katabolisme lipid karena hewan yang kekurangan zink dengan cepat mengkonsumsi cadangan trigliserida mereka, dengan akibatnya peningkatan asam lemak bebas plasma (Vonaesch *et al.*, 2018).

h. Sintesis growth hormon (GH)

GH adalah peptida yang disintesis dan disekresikan oleh hipofisis yang mencapai jaringan target melalui aliran darah perifer. Regulasinya dimediasi oleh somatostatin (inhibitor) dan oleh GH-RH (stimulator). Pada gilirannya, SM-C menghambat pelepasan GH, menstimulasi sintesis somatostatin dan menghambat sintesis GH-RH di dalam hipotalamus (Salgueiro *et al.*, 2002). Hubungan antara zink, GH dan pertumbuhan hewan membuktikan bahwa zink dapat terlibat langsung dalam sintesis dan aksi GH. Laporan pertama yang diterbitkan tentang topik ini adalah dari LaBella *et al.* yang menunjukkan bahwa zink pada konsentrasi 6×10^{-5} M merangsang sekresi GH ketika ekstrak hipofisis sapi digunakan (Giustina, Mazziotti and Canalis, 2008).

i. GH bekerja di hati

Zink mempotensiasi aksi GH pada sintesis SM-C, serta efek SM-C pada tulang rawan tulang (Owino *et al.*, 2016). Zink juga dapat meningkatkan pengikatan GH ke reseptor lain seperti yang ada dalam adiposit. Zink dapat mempengaruhi hormon pada beberapa tingkatan, termasuk sintesis hormon, sekresi, dan aktivitas perifer. Sebaliknya, hormon telah terbukti mempengaruhi metabolisme zink pada beberapa level juga (Devesa, Almengló and Devesa, 2016). Pertumbuhan linier tidak tergantung secara eksklusif pada aksi GH, tetapi hormon lain juga

terlibat dalam mekanisme proliferasi dan pematangan epifisis tulang. Hormon anabolik atau katabolik utama yang terlibat dalam proses ini memiliki hubungan yang kuat dengan zink (Nasution, Lipoeto and Yulizawati, 2019) .

C. Tinjauan umum tentang ibu hamil pendek

Pertumbuhan janin didalam kandungan merupakan hasil interaksi antara potensi genetik dan lingkungan intrauterine. Pada semua mamalia, perubahan anatomi dan fisiologis yang terjadi pada tubuh ibu selama kehamilan bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang nyaman untuk pertumbuhan janin (Stewart *et al.*, 2016).

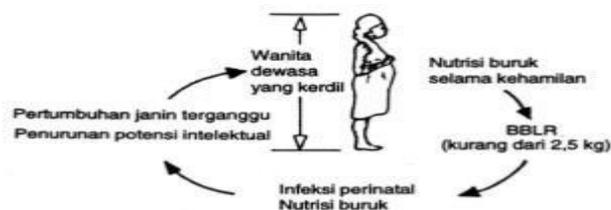
Kehamilan merupakan periode penting pada pertumbuhan untuk membentuk kualitas sumber daya manusia dimasa yang akan datang (Huicho *et al.*, 2017). Pertumbuhan, perkembangan serta kesehatan anak sangat ditentukan oleh kondisi janin saat dalam kandungan (Vonaesch *et al.*, 2018). Gizi ibu yang jelek sebelum terjadinya kehamilan maupun pada waktu hamil lebih sering menghasilkan BBLR (Uwiringiyimana *et al.*, 2019). Disamping itu dapat pula menyebabkan hambatan pertumbuhan otak janin, anemia pada bayi baru lahir.

Berat badan lahir normal merupakan cerminan dan titik awal yang penting karna dapat menentukan kemampuan bayi dalam menyesuaikan diri terhadap lingkungan hidup yang baru sehingga tumbuh kembang bayi akan

berlangsung secara normal (Hill *et al.*, 2015). Kenaikan berat badan terutama di trimester ketiga dikaitkan dengan berat bayi. Berat badan lahir bayi merupakan salah satu indikator kesehatan bayi baru lahir, sehingga bayi dengan berat badan lahir rendah (<2500 gram) atau berlebih (>4000 gram) akan lebih berisiko untuk mengalami masalah yang akan datang (Huicho *et al.*, 2017).

Tinggi badan adalah salah satu indikator pertumbuhan. Tinggi badan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor internal, eksternal dan lingkungan. Postur pendek mencerminkan persinten dan efek kumulatif dari gizi buruk dan defisit lain yang sering terjadi pada beberapa generasi (Bisai, 2011).

Anak yang lahir dari ibu yang gizi kurang dan hidup di lingkungan miskin maka akan mengalami kekurangan gizi juga dan mudah terkena infeksi dan selanjutnya akan menghasilkan wanita dewasa yang berat dan tinggi badannya kurang (Ebrahim GJ, 1985: Soetjningsih, 1995). Keadaan ini merupakan lingkaran setan yang berulang dari generasi ke generasi selama kondisi tersebut tidak ditanggungi, seperti tergambar pada gambar berikut:



Gambar 2.4: Pengaruh gizi ibu terhadap tumbuh kembang (Ebrahim GJ, 1985: Soetjningsih, 1995)

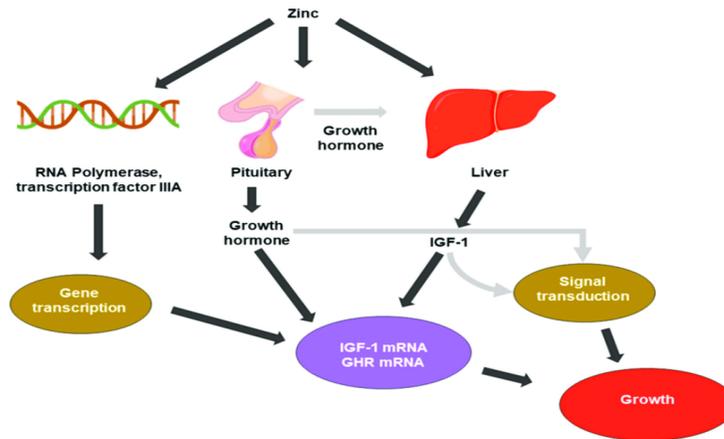
Siklus kegagalan pertumbuhan antargenerasi biasanya ditemukan di banyak negara berkembang dimana perempuan muda tumbuh dalam kemiskinan menjadi wanita kerdil dan lebih banyak melahirkan BBLR (Black and Heidkamp, 2018). Jika bayi yang lahir adalah bayi perempuan, akan tumbuh menjadi remaja dengan pertumbuhan terhambat (Ramakrishnan *et al.*, 1999) dalam (UNS/SCN, 2013). Perkawinan pada masyarakat dipedesaan sering terjadi pada usia muda yaitu sekitar usia menarche, risiko untuk melahirkan BBLR sekitar dua kali lipat dalam 2 tahun setelah menarche, disamping itu akan terjadi kompetisi makanan antara janin dan ibunya sendiri yang masih dalam masa pertumbuhan dan adanya perubahan hormonal yang terjadi selama kehamilan, akan menyebabkan kebanyakan wanita di negara berkembang mempunyai TB yang pendek (Soetjningsih, 1995). Menurut UNS/SCN (2013) kegagalan pertumbuhan ditransmisikan lintas generasi melalui ibu. Tinggi badan ibu berpengaruh terhadap berat badan lahir dan panjang badan lahir bayi, Ini menunjukkan bahwa neonatal stunting mencerminkan malnutrisi yang diturunkan dari generasi ke generasi terutama pada kehamilan remaja (Martorell and Young, 2012).

Faktor yang berperan diantaranya yaitu hormon pertumbuhan dan genetik. Gangguan perkembangan, baik berasal dari faktor genetik, virus ataupun kelainan nutrisi berpengaruh kuat pada berbagai tahap perkembangan tulang (Arifiyah, 2017). Status social ekonomi yang juga berpengaruh terhadap status gizi ibu hamil baik konsumsi makronutrient dan

micronutrient, hal ini menyebabkan terdapat variasi dalam perkembangan ukuran tulang (Pickett, Abrams and Selvin, 2000).

D. Tinjauan umum tentang *insulin-like growth hormon (IGF-1)*

Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1) merupakan suatu polipeptida alamiah pada tubuh manusia yang mempunyai kemiripan dengan insulin (Giustina, Mazziotti and Canalis, 2008). Kadar *IGF-1* tidak terdeteksi saat neonatus. Kemudian akan mulai terdeteksi pada masa kanak-kanak dan meningkat mencapai puncaknya yaitu pada saat pubertas dan bertahan sampai usia dekade 3 dan 4, lalu menurun perlahan-lahan (Giustina, Mazziotti and Canalis, 2008). Kadar normal *IGF-1* dalam serum merupakan penanda bahwa kadar GH dalam darah adalah normal dan sebaliknya. *IGF-1* diproduksi di hepar dengan regulasi oleh GH. Growth Hormone menstimulasi sintesis *IGF-1* di hepar dan juga sebaliknya kadar *IGF-1* akan memerlukan respon balik terhadap produksi GH di hipofisis. Beberapa penelitian menunjukkan adanya korelasi antara kadar *IGF-1* dengan kadar insulin darah (Devesa, Almengló and Devesa, 2016). Pada keadaan akut, *IGF-1* mensupresi produksi insulin dan glukagon pada tubuh manusia (Giustina, Mazziotti and Canalis, 2008).



Gambar 2.5. Metabolisme zink

Insulin-like Growth Factor-1 mempunyai peranan penting yang luas dalam mengatur fungsi-fungsi di dalam tubuh manusia. Peranan *IGF-1* secara garis besar adalah merangsang proliferasi pertumbuhan sel, anabolik protein, inhibisi apoptosis, menurunkan kadar GH dan hormon insulin. Peranan ini akan terhambat atau berkurang bila *IGF-1* berada dalam ikatan dengan IGFBP-3 dan sebaliknya akan meningkat bila berada dalam ikatan dengan IGFBP-1 dan IGFBP-2. *Insulin-like Growth Factor-1* mempunyai peranan dalam hal induksi progresi sintesis dan mitosis sel. Secara bersamaan, *IGF* dapat berfungsi sebagai faktor penolong dalam hal mengurangi apoptosis pada berbagai sel. Regulasi anti apoptosis *IGF-1* ini dimediasi oleh jalur fosfatidilinositol-3 kinase (Mathews, Norstedt and Palmiter, 1986). *Insulin-like Growth Factor-1* juga mempunyai peranan dalam hal menguatkan proses diferensiasi dan proliferasi (Sumarmi *et al.*, 2015). Hampir semua sel di tubuh manusia dipengaruhi oleh kerja *IGF-1*, khususnya

di otot, tulang rawan, tulang, liver, ginjal, saraf, kulit dan paru-paru (Nasution, Lipoeto and Yulizawati, 2019).

Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-1) merupakan hormon polipeptida yang diproduksi terutama oleh hati dalam merespons stimulus hormon pertumbuhan (*GH*) (Nasution, Lipoeto and Yulizawati, 2019). *IGF-1* merangsang sintesis 1,25-(OH)₂D di ginjal untuk meningkatkan penyerapan kalsium dan fosfat dalam tubuh ibu yang selanjutnya akan di kirimkan ke janin melalui plasenta untuk proses pertumbuhan dan pembentukan tulang janin (Arifiyah, 2017). *IGF-1* juga memberikan sinyal positif pada *Mammalian Target of Rapamycin (mTOR)* yang merupakan sensor nutrisi plasenta di sel trofoblast. *IGF-1* merangsang beberapa transporter nutrisi di plasenta, di antaranya transporter glukosa, protein dan asam lemak yang sangat dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan janin selama kehamilan. *IGF-1* merupakan salah satu regulator utama dalam pertumbuhan janin melalui efek terhadap metabolisme tubuh ibu dan stimulasi pada plasenta, bila konsentrasi *IGF-1* berkurang dapat mengakibatkan transpor nutrisi dari ibu ke janin terganggu sehingga pertumbuhan dan perkembangan janin menjadi tidak optimal (Semba *et al.*, 2016).

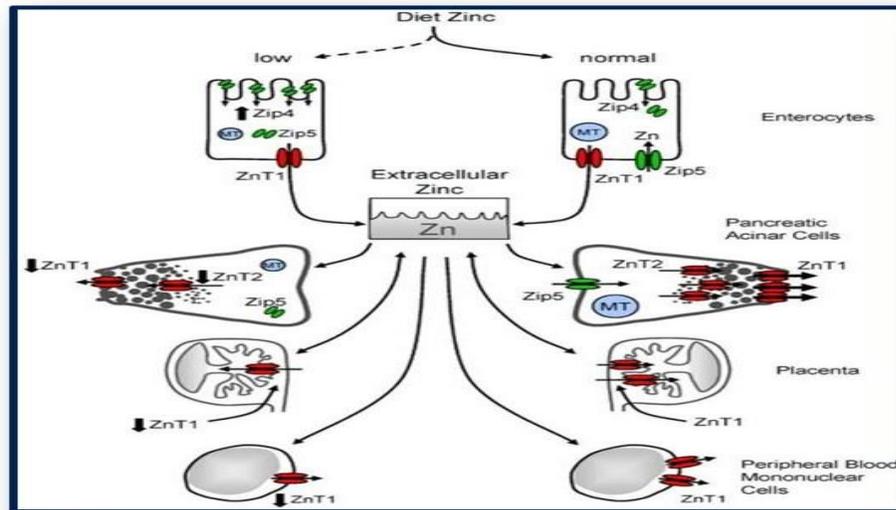
Beberapa studi sebelumnya telah melaporkan bahwa kadar *IGF-1* serum maternal dapat mempengaruhi berat badan bayi yang dilahirkan, namun masih terdapat kontroversi dan perdebatan terkait peran *IGF-1* terhadap pertumbuhan janin, hal ini dikarenakan *IGF-1* tidak dapat melewati plasenta

dan pengaruh *IGF-1* kemungkinan besar melalui stimulus fungsi plasenta dan peningkatan suplai nutrisi bagi janin (Nasution, Lipoeto and Yulizawati, 2019).

IGF-1 maternal dapat mempengaruhi pertumbuhan janin melalui aksi stimulasi aktivitas transporter nutrisi di plasenta (Ford, 2004). Plasenta sangat berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan janin sehingga gangguan dalam fungsi plasenta dapat menyebabkan *overgrowth* ataupun IUGR (Sumarmi *et al.*, 2015). Hormon ibu seperti insulin, *IGF-1* dan persinyalan mTOR di trofoblas merupakan regulator utama transpor asam amino di plasenta, dimana asam amino sangat dibutuhkan janin untuk proses pembentukan jaringan dan organ tubuh (Devesa, Almengló and Devesa, 2016). Glukosa juga merupakan salah satu nutrisi penting dalam pertumbuhan janin, produksi gula darah fetus yang sangat minim, membuat janin bergantung sepenuhnya kepada suplai glukosa dari sirkulasi maternal melalui plasenta. Kadar gula darah rendah selama kehamilan dapat menyebabkan peningkatan insiden neonatus dengan *Small for Gestational Age* (SGA) (Wulan *et al.*, 2018.).

Defisiensi zink akan berdampak pada produksi dan sekresi dari growth hormon. Zink memegang peranan yang penting pada sintesa protein dan *IGF-1*, kekurangan zink akan menyebabkan gangguan dan kerusakan dari sistem tersebut (Yee, 2012). *IGF-1* dan *IGF-2* (*IGF's*) ditemukan pada golongan *peptide growth factors* yang terikat pada salah satu dari enam *IGF* binding protein. *IGF's* bertindak sebagai autocrin dan paracrin growth faktor

pada jaringan yang mengontrol proses mitosis, diferensiasi, kemotaksis dan apoptosis (Giustina, Mazziotti and Canalis, 2008). Walaupun kadar *IGF-1* ditemukan rendah dalam sirkulasi janin, namun terdapat korelasi positif antara kadar serum *IGF-1* dan berat janin. Pertumbuhan janin pada lingkungan *GH* resisten, yang relatif terjadi berdasarkan beberapa hal antara lain; kadar *GH* yang tinggi pada pertengahan dan akhir kehamilan, reseptor *GH* yang relatif jarang ditemukan pada kehidupan janin dan kadar *IGF-1*, *IGFBP-3* dan ALS yang sangat rendah pada janin (Nasution, Lipoeto and Yulizawati, 2019). Kekurangan salah satu hormon dalam hal ini hormon pertumbuhan akan menyebabkan penurunan serum *IGF-1* dan *IGF-2*. *IGF-1* yang rendah pada bumil kurang energi tidak dapat digunakan untuk mendiagnosa adanya gangguan pertumbuhan janin, oleh karena *IGF-1* pada janin dipengaruhi oleh banyak faktor metabolik bukan hanya *growth hormon* (Factor, 2017). Zink merangsang pertumbuhan melalui peningkatan konsentrasi *Insulin Growth Like Faktor Hormon-1 (IGF-1)* yang diproduksi oleh hati sebagai respon terhadap hormon pertumbuhan.



Gambar 2.6. Transporter zink di dalam tubuh

D. Tinjauan umum tentang Hemoglobin (Hb)

Hemoglobin adalah molekul protein dalam sel darah merah yang membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh dan mengembalikan karbon dioksida dari jaringan kembali ke paru-paru (Ahankari *et al*, 2015). Hemoglobin terdiri dari empat molekul protein (rantai globulin) yang terhubung bersama. Molekul dewasa normal hemoglobin (disingkat Hgb atau Hb) mengandung dua rantai alfa-globulin dan dua rantai beta-globulin. Pada janin dan bayi, rantai beta tidak umum dan molekul hemoglobin terdiri dari dua rantai alfa dan dua rantai gamma. Saat bayi tumbuh, rantai gamma secara bertahap digantikan oleh rantai beta membentuk struktur hemoglobin dewasa. Kekurangan hemoglobin dapat menyebabkan anemia. Anemia adalah masalah kesehatan utama yang mempengaruhi 25% hingga 50%

populasi dunia dan sekitar 50% wanita hamil (Ahankari *et al*, 2015). Selama hamil, secara umum kadar Hb biasanya memang akan menurun. Bahkan Hb dianggap normal jika turun menjadi 10,5 gr/dl selama kehamilan. Alasannya adalah karena saat hamil, volume darah perempuan akan meningkat sebesar 50 persen untuk memberikan nutrisi penting ke janin. Kemudian pada minggu ke-8 kehamilan, terjadi peningkatan plasma darah yang menjadi lebih tinggi dibandingkan sel darah. Penurunan konsentrasi sel darah merah dalam darah terus-menerus hingga mencapai angka di bawah 10,5 gr/dl, dapat berdampak di antaranya seperti cepat lelah, pusing, kulit tampak pucat, sesak napas, terjadi peningkatan detak jantung, sering menggigil dan kuku menjadi rapuh. Ada beberapa cara yang bisa dilakukan untuk meningkatkan kadar Hb saat hamil, salah satunya mencukupi asupan zat besi. Baik secara alami dari makanan sehari-hari, serta dari konsumsi suplemen Fe (Kondaiah *et al.*, 2019).

Anemia pada kehamilan dikaitkan dengan peningkatan angka maternal dan perinatal kematian, persalinan prematur, berat badan lahir rendah, dan hasil buruk lainnya selama kehamilan, anemia meningkat lebih dari empat kali lipat dari trimester pertama hingga ketiga (Tan EK *et al*, 2013). Ini adalah fakta bahwa ada penurunan fisiologis hemoglobin (Hb) pada pertengahan trimester. Penurunan fisiologis ini disebabkan oleh peningkatan volume plasma dan karenanya penurunan viskositas darah menyebabkan sirkulasi yang lebih baik dalam plasenta. Penelitian telah menunjukkan bahwa

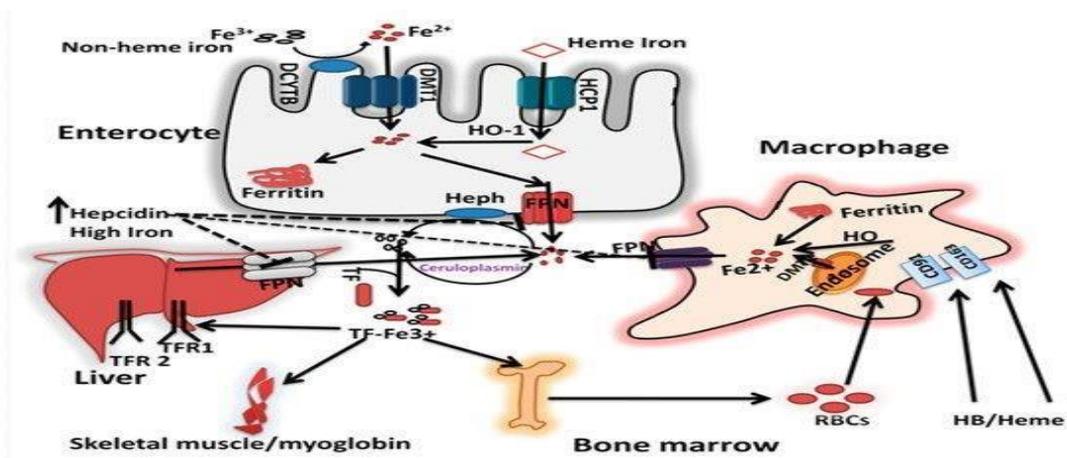
konsentrasi Hb dan Hematocrit (Hct) biasanya menurun selama trimester pertama dan mencapai tingkat terendah pada akhir trimester kedua dan meningkat lagi selama trimester ketiga kehamilan (Losong and Adriani, 2017).

Menurut klasifikasi Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), wanita hamil dengan kadar hemoglobin kurang dari 11,0 g/ dl pada trimester pertama dan ketiga dan kurang dari 10,5 g / dl pada trimester kedua dianggap anemia (D.A liona, 2019). Anemia pada wanita hamil yang merusak pertumbuhan janin dan hasil kehamilan. Berat badan lahir rendah dan persalinan prematur secara terus-menerus dikaitkan dengan anemia pada kehamilan (Haider et al, 2015). Yi *et al.*, Mengungkapkan anemia itu, tetapi tidak konsentrasi hemoglobin, sebelum kehamilan dikaitkan dengan peningkatan risiko kelahiran premature (Yi S *et al*, 2013). Kozuki *et al* melaporkan bahwa anemia sedang sampai berat, tampaknya memiliki hubungan retardasi pertumbuhan intrauterin. Peningkatan sebelum melahirkan menandakan konsentrasi hemoglobin linear berhubungan dengan berat lahir (Kozuki *et al*, 2012). Penelitian lain, berat lahir rendah dan kecil untuk usia kehamilan meningkat dengan tingkat keparahan anemia pada wanita Korea. Haggaz *et al.* dalam meta-analisis menunjukkan bahwa anemia selama awal kehamilan, tetapi pada akhir kehamilan dikaitkan dengan sedikit peningkatan risiko kelahiran prematur dan berat badan lahir rendah, sedangkan Ahankari *et al.*, dalam studi tinjauan sistematis menemukan bahwa anemia pada kehamilan

pertama dan trimester ketiga dikaitkan dengan peningkatan risiko berat badan lahir rendah dan mereka menekankan bahwa kebutuhan hemoglobin menjadi secara rutin diselidiki selama kehamilan, dan wanita dengan kadar hemoglobin yang rendah harus dirawat untuk meminimalkan dampak berbahaya pada kesehatan neonatal (Ahankari A, *et al*, 2015).

Penilaian kadar hemoglobin trimester kapan harus diperiksa sebagai standar masih belum jelas. Penting untuk mengerti waktu rentan yang paling untuk janin karena anemia dalam kehamilan (Widhyari, 2012). Setiap rantai globulin mengandung senyawa porfirin yang mengandung zat besi penting yang disebut heme (Kondaiah *et al.*, 2019). Tertanam dalam senyawa heme adalah atom besi yang sangat penting dalam mengangkut oksigen dan karbon dioksida dalam darah kita. Zat besi yang terkandung dalam hemoglobin juga bertanggung jawab atas warna merah darah. Hemoglobin juga berperan penting dalam menjaga bentuk sel darah merah. Interaksi antara besi dan zink berlangsung secara tidak langsung, peran zink dalam sintesis protein transferin yaitu protein pengangkut besi, serta karena defisiensi zink juga menurunkan sistem kekebalan dan dapat mengganggu metabolisme besi (Nixon, 2000). Pada ibu hamil dengan Hb normal dan berat bayi lahir normal dikarenakan tercukupinya suplai darah nutrisi akan oksigen pada placenta yang akan berpengaruh pada fungsi plasenta terhadap janin sehingga bayi lahir dengan berat lahir normal (Ota *et al.*, 2015). Pada ibu hamil dengan kadar hb tidak normal dan melahirkan bayi dengan berat bayi

lahir tidak normal dikarenakan semakin rendah kadar hb ibu hamil semakin rendah oksigen, nutrisi dan kebutuhan janin untuk tumbuh dan berkembang sehingga mempengaruhi berat bayi lahir yaitu bayi lahir dengan BBLR. Berat bayi lahir dapat diprediksikan dari kadar hb ibu hamil (Goswami TM *et al*, 2014).



Gambar 2.7. interaksi zink dan zat besi dalam tubuh (Kondaiah *et al.*, 2019)

E. Tinjauan umum tentang placenta

Secara umum, plasenta normal memiliki diameter 15-25 cm, ketebalan 2-3 cm, dan berat 500-600 gram atau bervariasi yaitu 1/6 dari berat lahir bayi (Mukhlisan *et al.*, 2013). Plasenta terdiri dari dua sisi yaitu sisi maternal terdiri dari desisua kompakta yang terdiri dari beberapa lobus dan kotiledon, sisi dimana plasenta berwarna merah gelap dan terbagi-bagi dalam lobula dan kotiledon yang berjumlah antara 15-20 (Murphy *et al.*, 2006). Darah ibu mengalir di seluruh plasenta diperkirakan meningkat dari 300 ml tiap menit

pada kehamilan 20 minggu sampai 600 ml tiap menit pada kehamilan 40 minggu (Ford, 2004). Sedangkan sisi fetal yaitu bagian permukaan yang mengkilap, berwarna keabu-abuan dan seperti tembus cahaya sehingga nampak jaringan pada sisi maternal, terdiri dari korion frotundum dan villi. Pada kehamilan aterm panjang tali pusat sekitar 55-60 cm dengan diameter 2- 2,5 cm, dan memiliki cukup banyak Wharton's jelly, tidak bersimpul dan tidak memiliki thrombosis. Tali pusat yang normal memiliki dua arteri dan satu vena. Selaput plasenta pada umumnya berwarna abu-abu, berkerut, licin dan tembus cahaya. Selaput dan plasenta memiliki bau yang khas. Tali pusat berhubungan dengan plasenta, insersi tali pusat apabila ditengah disebut insersio sentral, agak ke pinggir disebut insersi lateralis dan apabila di tepi disebut insersi marginalis (Asano *et al.*, 2004).

Selama kehamilan, plasenta memiliki 6 peranan penting, yaitu fungsi nutrisi, respirasi, ekskresi, proteksi, endokrin, imunitas. Sebagai fungsi endokrin, plasenta memproduksi hormon yang diproduksi di sinsisium, yaitu hormon protein, human chorionic gonadotropin (hCG), human plasental laktogen (hPL), estriol dan esterogen (Katheria, Hosono and El-Naggar, 2018). Sebagai fungsi metabolik yaitu nutrisi, penyimpanan, respirasi, dan ekskresi. Plasenta berfungsi sebagai paru-paru janin. Nutrisi berpindah dari suplai darah ibu melalui membrane plasenta ke dalam darah janin, mekanisme yang dipakai untuk memudahkan melekul-molekul besar yang melalui membran plasenta dengan memindahkan 24 immunoglobulin ibu

yang memberi janin imunitas pasif dini (Zahiri Sorouri, Sadeghi and Pourmarzi, 2016). Plasenta juga dapat mentransfer antibodi dari ibu ke sirkulasi tubuh janin yang kemudian dapat bertahan hingga beberapa bulan setelah lahir (Ford, 2004).

Pemeriksaan plasenta diharuskan setelah persalinan secara makroskopik. Plasenta yang diukur harus memenuhi syarat sebagai berikut; plasenta lahir secara utuh, dan merupakan plasenta yang lengkap memiliki tali pusat yang mengandung dua arteri dan satu vena. Pengukuran plasenta meliputi pengukuran berat plasenta, diameter plasenta, ketebalan plasenta, luas permukaan plasenta serta panjang tali pusat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Berat plasenta, ditimbang segera setelah plasenta lahir menggunakan timbangan yang memiliki ketelitian 1 gram.
2. Diameter plasenta, dihitung diameter maksimal dan diameter minimal plasenta kemudian diambil rata-rata nilai tengahnya.
3. Ketebalan plasenta, diukur menggunakan jarum pada 5 titik di 3 tempat yang berbeda, yaitu satu jarum pada area pusat plasenta, dua jarum di area pertengahan antara pusat dan tepi plasenta dan dua jarum lainnya di daerah tepi plasenta kemudian diambil rata-rata nilai tengahnya.
4. Panjang tali pusat, diukur mulai dari insersi dari sisi bayi hingga akhir pada insersi di plasenta.

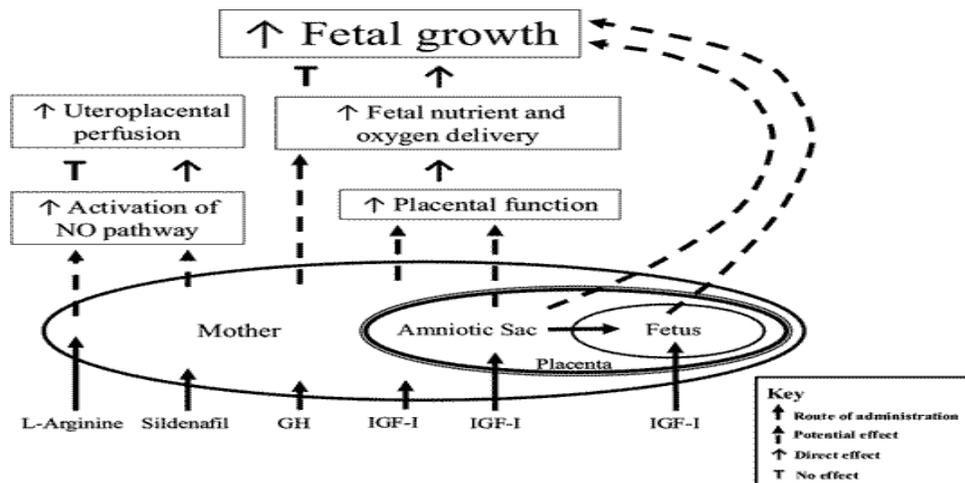
Pemeriksaan plasenta menunjukkan informasi penting tentang apa yang telah terjadi pada janin (Matsuda *et al.*, 2018).

Pada ibu hamil yang anemia menyebabkan volume darah menurun dan aliran darah ke placenta berkurang sehingga placenta lebih kecil dari ukuran normal (Afodun, Ajao and Enaibe, 2015). Kecilnya ukuran placenta menyebabkan transfer zat makanan berkurang dan menyebabkan gangguan pertumbuhan janin yang berdampak kelahiran BBLR, IUGR dan bayi lahir pendek (<48 cm) (Tandu UB, *et al.*, 2015).

Berat plasenta bertambah akibat pertumbuhan vilus plasenta. Vilus-vilus ini berfungsi sebagai tempat pertukaran makanan, oksigen dan zat sisa janin, sehingga berat plasenta akan berperan penting dalam menentukan berat badan lahir bayi. Penelitian (Mukhlisan *et al.*, 2013) menemukan hubungan yang bermakna antara berat plasenta dengan berat lahir bayi. Placenta bukan sekedar organ untuk transport makanan yang sederhana, tetapi juga mampu menseleksi zat-zat makanan yang masuk dan proses lain/resintesis sebelum mencapai janin. Suplai zat-zat makanan kejanin yang sedang tumbuh bergantung pada jumlah darah ibu yang mengalir melalui placenta dan zat-zat makanan yang diangkutnya. Efisiensi placenta dalam mengkonsentrasikan, mensintesis dan transport zat-zat makanan menentukan suplai makanan ke janin (Thomson, Billewicz and Hytten, 1969). Janin yang malnutrisi pada umumnya disebabkan oleh gangguan suplai makanan dari ibu, misalnya pada kelainan pembuluh darah placenta. BBLR

terjadi akibat gangguan pertumbuhan sejak dikandung (Katheria, Hosono and El-Naggar, 2018). Berbagai bagian dari placenta ikut aktif dalam mentransfer, memproses, mensintesis zat-zat makanan dalam pengaruh hormone ibu, janin dan placenta. Udara dan air berdifusi bebas menembus placenta, namun belum jelas diketahui bagaimana mekanismenya (Afodun, Ajao and Enaibe, 2015).

Ibu yang malnutrisi berasal dari golongan social ekonomi rendah, mempunyai placenta yang beratnya lebih rendah dibandingkan dengan ibu yang gizi baik. Dari berbagai penelitian penurunan berat placenta berkisar 14-50%, jumlah DNA juga menurun, rasio protein/DNA menurun, permukaan villous berkurang, akibatnya pertukaran darah janin ke ibu juga menurun. Berat badan lahir ada korelasi yang bermakna dengan beratnya placenta (Thomson, Billewicz and Hytten, 1969). Meskipun kenaikan berat badan ibu pada trimester I kehamilan kecil, namun sangat penting artinya karena pada masa ini janin dan placenta dibentuk. Kegagalan kenaikan berat badan ibu pada trimester I dan II akan meningkatkan bayi BBLR. Hal ini disebabkan oleh kekurangan energi protein yang mengakibatkan ukuran placenta kecil dan berkurangnya suplai zat-zat makanan ke janin.



Gambar 2.8. Peran Insulin like growth factor-1 (IGF-1)

F. Tinjauan umum tentang *outcome* kehamilan

Status gizi ibu, sehubungan dengan keduanya makro dan mikronutrien, dikenal sebagai penentu penting kelangsungan hidup dan kesejahteraan perinatal dan neonatal, tetapi program nutrisi ibu di negara berkembang memiliki berfokus hampir secara eksklusif pada risiko pada ibu dan bayi dari anemia defisiensi besi ibu selama kehamilan (Uwiringiyimana *et al.*, 2019). Zat gizi mikro seperti zink juga penting bagi ibu dan kelangsungan hidup bayi selama periode kritis seputar kelahiran, tetapi kepentingan mereka kurang dipahami dengan baik. defisiensi zink ibu berkaitan dengan pertumbuhan dan perkembangan janin; komplikasi kehamilan, persalinan; kesehatan dan kesejahteraan ibu dan bayi (Septiyeni *et al.*, 2019).

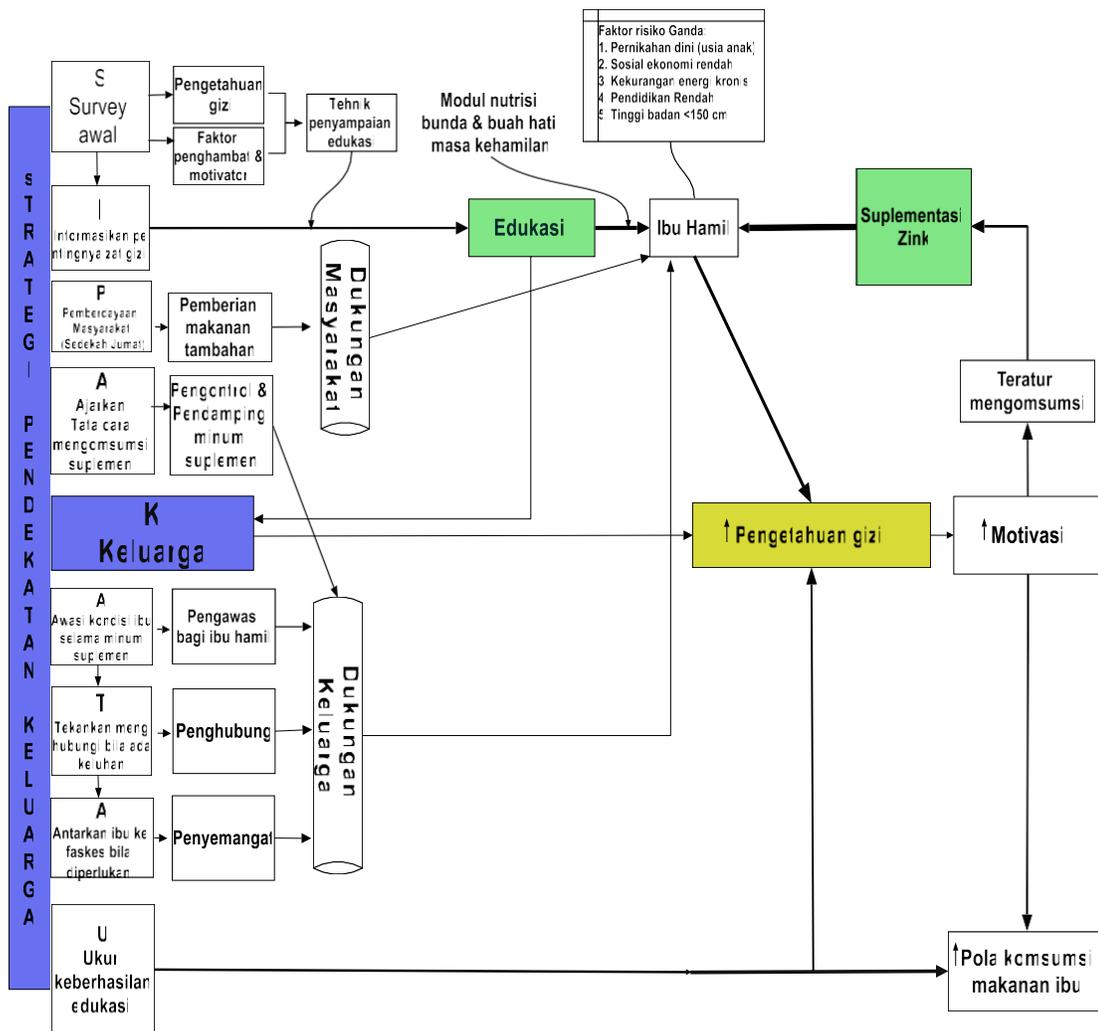
Kekurangan zink pada ibu hamil yang parah telah dikaitkan dengan aborsi spontan dan malformasi kongenital (cephaly), perawakan pendek (stunting) (Uwiringiyimana *et al.*, 2019). Defisiensi zink ringan terjadi terkait

dengan BBLR, IUGR, dan kelahiran premature Komplikasi ini pada gilirannya mengganggu kesehatan perinatal karena menyebabkan peningkatan risiko gawat janin, lahir mati, asfiksia neonatal (skor Apgar rendah), gangguan pernapasan dan sepsis neonatal (Ota *et al.*, 2015). Hasil penelitian menemukan bahwa Ibu yang memiliki kadar serum zink yang baik juga memiliki kadar *IGF-1* yang baik dapat disimpulkan kadar *IGF-1* berhubungan dengan BB dan PB bayi yang dilahirkan (Nasution, Lipoeto and Yulizawati, 2019). Selain itu antropometri plasenta, juga berhubungan dengan BB dan PB lahir bayi karena menggambarkan kapasitas suplai nutrisi dan oksigen ibu ke janin (Afodun, Ajao and Enaibe, 2015). Kekurangan gizi ibu yang lama dan berkelanjutan selama kehamilan akan berakibat lebih buruk pada janin daripada malnutrisi akut. Trimester III merupakan masa-masa rawan pertumbuhan sel-sel saraf sampai 2 tahun pertama kelahiran (Katheria, Hosono and El-Naggar, 2018). Kekurangan gizi pada masa dini akan perkembangan otak akan menghentikan sintesis protein dan DNA. Akibatnya adalah berkurangnya pertumbuhan otak, sehingga lebih sedikit sel-sel otak yang berukuran normal. Dampaknya akan terlihat pada struktur dan fungsi otak pada masa kehidupan yang akan datang, sehingga berpengaruh pada intelektual anak (Zahiri Sorouri, Sadeghi and Pourmarzi, 2016).

Pemberian suplementasi makanan pada ibu hamil akan mengurangi kematian perinatal dan berat badan bayi. Mekanisme terjadinya BBLR pada ibu pendek malnutrisi menyebabkan volume darah menurun, cardiac output

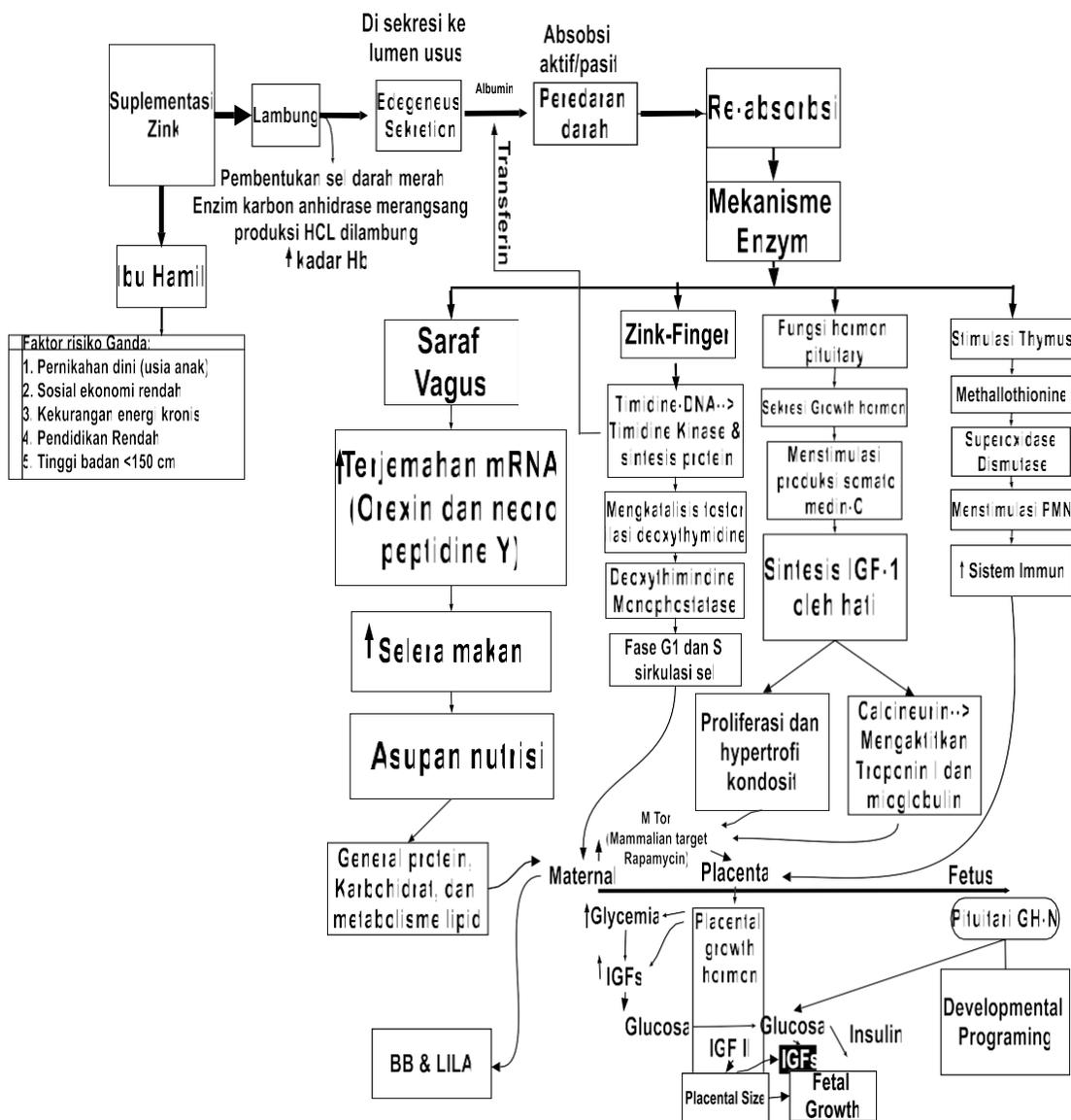
tidak adekuat sehingga aliran darah ke placenta berkurang. Keadaan tersebut menyebabkan placenta lebih kecil sehingga transfer zat-zat makanan berkurang dan akhirnya menyebabkan gangguan pertumbuhan (Zahiri Sorouri, Sadeghi and Pourmarzi, 2016)

G. Kerangka teori edukasi pendekatan keluarga



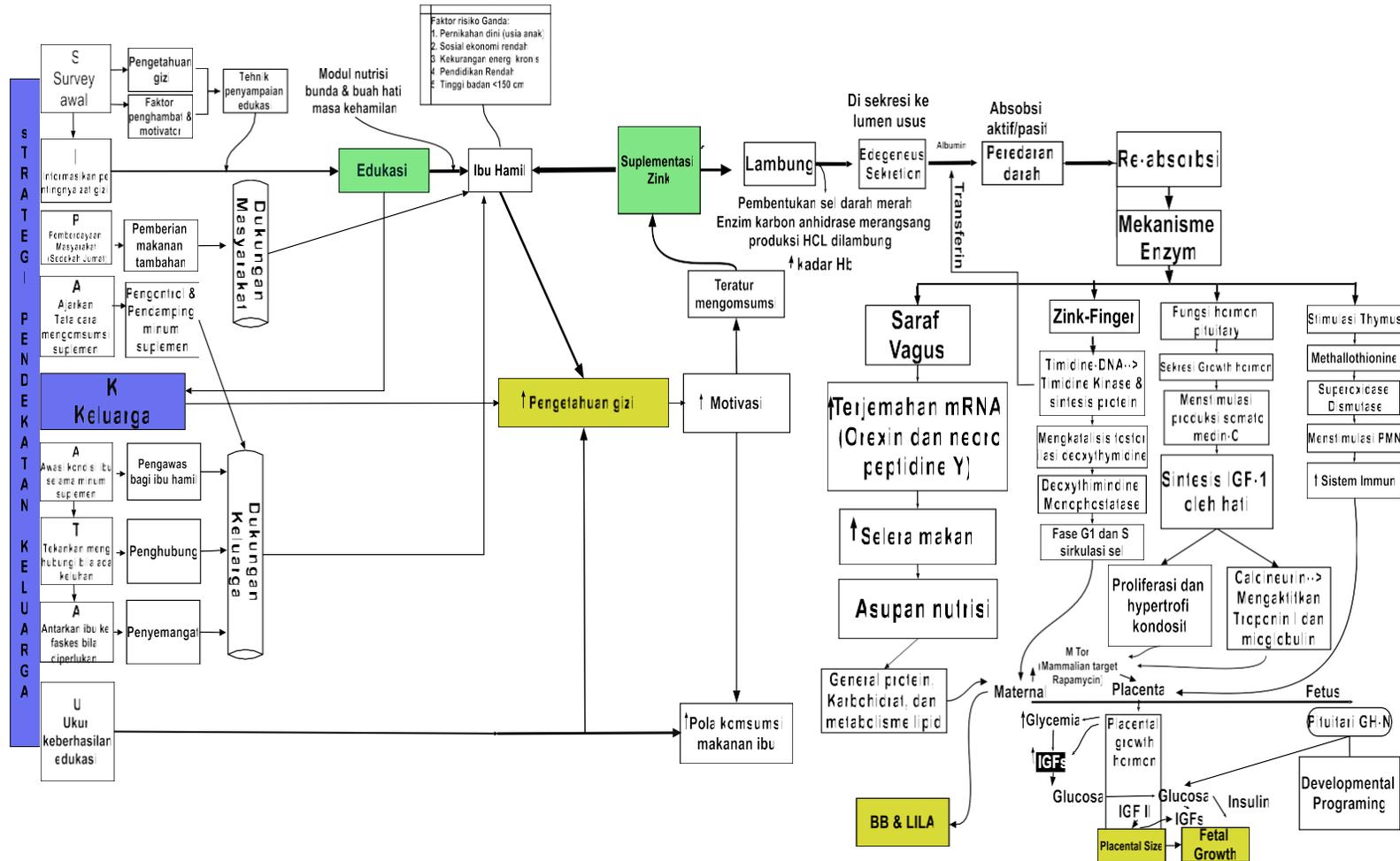
Gambar 2.9 Kerangka teori edukasi model pendekatan keluarga SIPAKATAU

H. Kerangka teori Suplemen zink



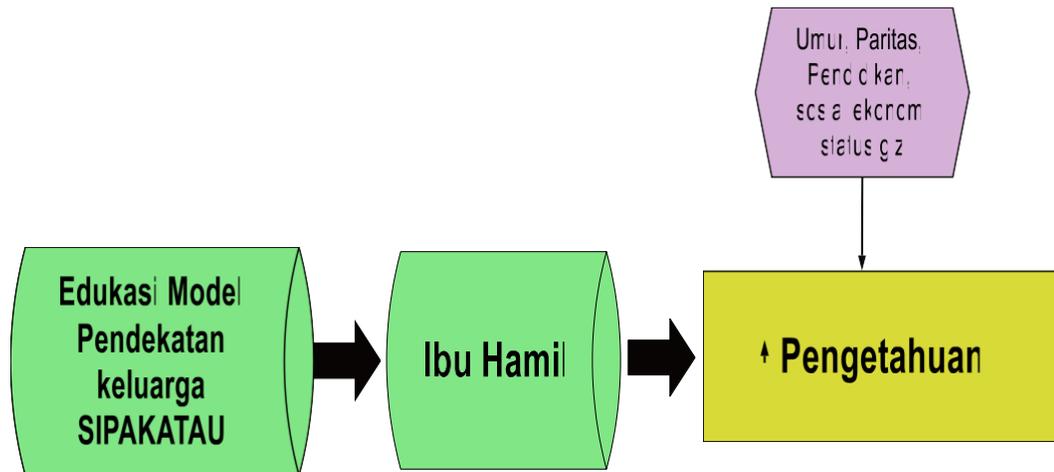
Gambar 2.10. Kerangka teori suplementasi zink

I. Kerangka teori Edukasi pendekatan keluarga SIPAKATAU dan suplementasi zink



Gambar 2.11. Kerangka teori gabungan edukasi dan suplemen zink

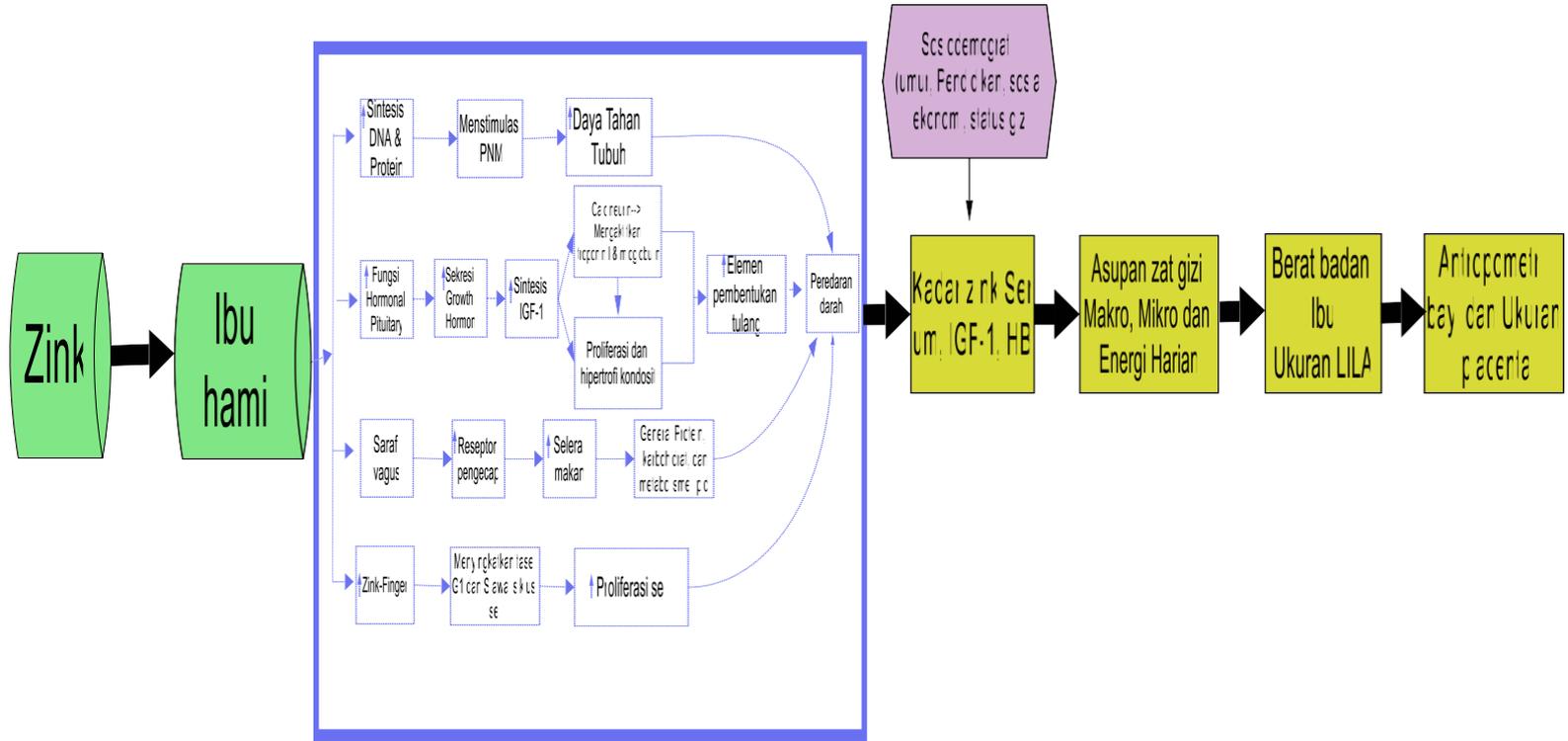
J. Kerangka konsep Edukasi Pendekatan keluarga SIPAKATAU



Keterangan:

-  : Variabel Independen
-  : Variabel Dependen
-  : Variabel Kendali

K. Kerangka konsep Suplemen zink



Keterangan:

- : Variabel Independen
- : Variabel Antara
- : Variabel Kendali
- : Variabel Dependen
- : Variabel yang tidak diteliti

L. Hipotesis penelitian

1. Ada efek positif edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplemen zink terhadap pengetahuan ibu
2. Ada efek positif edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplemen zink terhadap asupan nutrisi ibu
3. Ada efek positif edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplemen zink terhadap berat badan ibu
4. Ada efek positif edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplemen zink terhadap ukuran lingkaran lengan atas (LILA)
5. Ada efek positif edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplemen zink terhadap kadar zink (*Zn*) serum
6. Ada efek positif edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplemen zink terhadap *Insulin like growth factor-1(IGF-1)*
7. Ada efek positif edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplemen zink terhadap kadar *Hemoglobin (Hb)*
8. Ada efek positif edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplemen zink terhadap antropometri bayi
9. Ada efek positif edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU* dan suplemen zink terhadap Antropometri placentaa
10. Ada hubungan kadar zink serum terhadap berat badan bayi, panjang badan dan berat placenta

11. Ada hubungan kadar insulin like growth factor-1 terhadap berat badan bayi, panjang badan dan berat placenta
12. Ada hubungan kadar haemoglobin terhadap berat badan bayi, panjang badan dan berat placenta

M. Definisi Operasional

1. Edukasi model pendekatan keluarga *SIPAKATAU*

a. Definisi operasional:

Adalah edukasi yang melibatkan keluarga dan orang terdekat serta keluarga dilaksanakan dengan mengunjungi rumah ibu hamil (*home visit*) dan menggunakan filosofi adat bugis *SIPAKATAU* yang melibatkan komunitas untuk ikut berperan dengan tetap menerapkan protokol kesehatan dan saat pelaksanaan edukasi menggunakan modul nutrisi bunda dan buah hati tahap 1 masa kehamilan dengan jumlah pertemuan 4x selama penelitian.

b. Alat ukur: lembar check list

2. Suplemen zink (*Zn*)

a. Definisi operasional:

Suplemen yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan zink subjek berupa tablet zink dengan kandungan 20 mg/tablet dengan dosis 1x1 tablet/hari (siang 2 jam setelah makan)

selama 12 minggu yang mulai diberikan saat usia kehamilan 22-24 minggu sampai dengan usia kehamilan 37-39 minggu.

b. Alat ukur: lembar check list

3. Ibu hamil remaja pendek (Stunted)

a. Definisi operasional: Ibu hamil remaja pendek yang dimaksud dalam penelitian ini adalah ibu hamil yang berusia maksimal 19 tahun 6 bulan dan memiliki tinggi badan (TB) <150 cm, serta ukuran LILA \leq 23.5 cm.

b. Alat ukur: Stature meter dan pengukur LILA

4. Ibu hamil normal

a. Definisi operasional: Ibu hamil normal yang dimaksud dalam penelitian ini adalah ibu yang sedang mengandung tanpa disertai dengan komplikasi kehamilan dan penyakit tertentu yang dapat mengganggu kehamilannya serta berdampak pada kondisi kesehatan ibu dan janinnya. Komplikasi dan penyakit tertentu yang tidak masuk dalam penelitian ini diantaranya pre eklamsi, anemia berat, asma, hipertensi menahun, penyakit jantung, penyakit ginjal, diabetes, obesitas.

b. Alat ukur: Pemeriksaan fisik dan wawancara

5. Pre eklamsi / eklamsi

a. Definisi operasional: Preeklamsia adalah kondisi yang terjadi dan akibat dari tekanan darah tinggi yang tidak terkontrol yang

terjadi saat ibu hamil, disertai dengan gejala oedem, dan protein urin (+).

b. Alat ukur: Pemeriksaan fisik dan wawancara

6. Anemia

a. Definisi operasional: Kondisi tubuh kekurangan sel darah merah atau kadar hemoglobin kurang dari normal. WHO menetapkan standar Hb 11 gr % sebagai standar hb normal bagi ibu hamil, Hb 9- 10 gr % disebut anemia ringan, Hb 7-8 gr % disebut anemia sedang dan Hb <7gr% disebut anemia berat.

b. Alat ukur: HemoCue

7. Asma

a. Definisi operasional: Asma adalah suatu kelainan berupa peradangan kronik saluran napas yang menyebabkan penyempitan saluran napas (hiperaktifitas bronkus) sehingga menyebabkan gejala episodik berulang berupa mengi, sesak napas, dada terasa berat, dan batuk terutama pada malam atau dini hari.

b. Alat ukur: Wawancara/pemeriksaan fisik

8. Hipertensi menahun

a. Definisi operasional: Hipertensi kronis dapat didefinisikan sebagai adanya peningkatan tekanan darah sejak sebelum kehamilan (atau usia kehamilan <20 minggu), atau jika baru

didapatkan pada saat kehamilan, akan menetap setelah 12 minggu pasca persalinan

b. Alat ukur: Wawancara/pemeriksaan fisik

9. Penyakit jantung

a. Definisi operasional: Penyakit gangguan jantung yang dimaksud dalam penelitian ini adalah segala bentuk penyakit jantung baik karena penyakit jantung coroner maupun penyakit jantung akibat penyempitan pembuluh darah jantung

b. Alat ukur: Wawancara/pemeriksaan fisik

10. Penyakit ginjal

a. Definisi operasional: Penyakit ginjal yang dimaksud dalam penelitian ini adalah setiap gangguan yang terjadi pada ginjal.

b. Alat ukur: Wawancara/pemeriksaan fisik

11. Diabetes

a. Definisi operasional: Diabetes yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kondisi dimana kadar glukosa atau gula darah meningkat atau di atas batas normal. Menurut The American Diabetes Association, berikut ini kadar gula darah normal ibu hamil, antara lain: Sebelum makan: 95 mg / dL atau kurang. Satu jam setelah makan: 140 mg / dL atau kurang. Dua jam setelah makan: 120 mg / dL atau kurang

b. Alat ukur: Wawancara/pemeriksaan fisik/Pemeriksaan GDS

12. Umur

a. Definisi operasional : Umur yang dimaksud dalam penelitian ini adalah lamanya hidup dalam tahun yang dihitung sejak ibu dilahirkan hingga hari saat ibu hamil pertama kali. Batasan usia dalam penelitian ini adalah <19 tahun pada saat hamil pertama (Ton, Zakariya and Teguh, 2019).

b. Alat ukur: Tanggal lahir/Akte kelahiran

13. Pendidikan

a. Definisi operasional: Pendidikan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah Pendidikan formal yang telah dilalui oleh responden. Pendidikan dibagi atas 3 kategori yaitu tidak tamat jika pernah bersekolah pada bangku sekolah dasar namun tidak tamat sehingga tidak mendapatkan ijazah. Pendidikan dasar jika responden tamat Sekolah Dasar (SD) ataupun tamat sekolah menengah pertama (SMP). Dan kategori Pendidikan lanjut jika menyelesaikan pendidikan pada bangku sekolah menengah (SMA) hingga lulus dan berhak mendapatkan ijazah.

b. Alat ukur: Ijazah

14. Pengetahuan

a. Definisi operasional: Pengetahuan yang dimaksud adalah pemahaman ibu tentang zat gizi yang dibutuhkan selama masa

kehamilan dan dampak serta manfaat gizi bagi ibu janin yang diukur dengan kuesioner menggunakan skor 0-100.

b. Alat ukur: Kuesioner

15. Berat badan

a. Definisi operasional: Beratnya timbangan berat ibu yang diukur pada saat kontak awal dengan ibu hamil (24-26 minggu) sebelum intervensi dan berat badan yang diukur saat trimester ketiga yaitu setelah dilakukan intervensi zink selama 12 minggu (37-39 minggu).

b. Alat ukur: Timbangan

16. Asupan nutrisi

a. Definisi operasional: Yang dimaksud asupan nutrisi dalam penelitian ini adalah semua jenis makanan dan minuman yang dikonsumsi oleh ibu yang diukur menggunakan food recall. Merupakan suatu metode menggunakan teknik wawancara terbuka yang dilakukan untuk menentukan jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi oleh ibu 24 jam yang lalu. Informasi secara detail mengenai metode/proses pengolahan makanan, kandungan makanan yang terdapat dalam makanan riil (campuran), nama dagang dari produk-produk komersial, termasuk informasi mengenai penggunaan vitamin, mineral dan suplemen makanan yang lain, juga ditanyakan

b. Alat ukur: Food recall/nutrisurvey

17. Kadar zink (*Zn*) serum

a. Definisi operasional: Merupakan jenis mineral mikro yang terdapat pada serum darah ibu. Kadarnya dalam serum diukur dengan menggunakan colorimetri dengan kadar normal pada ibu hamil trimester ketiga adalah 50-77 g/dL.

b. Alat ukur: *Colorimetri*

18. Kadar hormon *insulin-like growth factor-1 (IGF-1)*

a. Definisi operasional: Merupakan suatu polipeptida dengan urutan yang sangat mirip dengan insulin yang terdapat di dalam serum. Kadarnya dalam serum diukur dengan menggunakan alat Immulite[®] 2000 dan hasilnya dinyatakan dalam satuan ng/ml. Normal kadar IGF-1 pada ibu hamil trimester ketiga 10 ng/mL.

b. Alat ukur: lab ELISA

19. Immulite[®] 2000 :

Suatu mesin (*chemistry analyzer*) yang bekerja berdasarkan prinsip *solid phase, enzyme-labeled chemiluminescent immunometric assay*. Mesin ini mempunyai sertifikasi: ISO 13485:2003. Diproduksi oleh Siemens Medical Solutions Diagnostics, Jerman. Hasil pengukurannya dinyatakan dalam satuan ng/ml.

20. Kadar Hemoglobin (Hb)

a. Definisi operasional: Haemoglobin merupakan pengukuran jumlah sel darah merah yang dilakukan melalui pengambilan darah vena dan diperiksa dengan metode pengukuran *optical density* pada *microkuvet* ditulis dengan satuan g/dL. nilai normal Hb pada ibu hamil adalah ≥ 11 g/dL.

b. Alat ukur: *HemoCue*

21. *Outcome* kehamilan

a. Definisi operasional: luaran hasil kehamilan (bayi baru lahir) dengan mengukur antropometri bayi dan ukuran placenta

1) Antropometri bayi

- a) Berat badan (alat ukur; timbangan SeCa 703)
- b) Panjang badan (alat ukur; Measuring Matt Baby SeCa 207)
- c) Lingkar kepala (alat ukur; pita meteran)

2) Ukuran Placenta

- a) Berat placenta (alat ukur; timbangan)
- b) Diameter placenta (alat ukur; pita meteran)
- c) Tebal placenta (alat ukur; pita meteran dan jarum)