

DISERTASI

**EFEKTIVITAS PEMBERIAN *MULTIMICRONUTRIENT* DAN
EDUKASI GIZI BERBASIS APLIKASI TERHADAP
KENDALI GLIKEMIK PADA IBU HAMIL
DI KABUPATEN BANGGAI**

*The effectiveness of multimicronutrient provision and application-based
nutrition education on glycemic control in pregnant women
In banggai district*

ROSA DWI WAHYUNI
K013181034



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

DISERTASI

**EFEKTIVITAS PEMBERIAN *MULTIMICRONUTRIENT* DAN EDUKASI
GIZI BERBASIS APLIKASI TERHADAP KENDALI GLIKEMIK
PADA IBU HAMIL DI KABUPATEN BANGGAI**

Disusun dan diajukan oleh

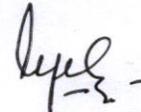
ROSA DWI WAHYUNI
Nomor Pokok K013181034

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Disertasi
pada tanggal 27 September 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasehat,


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


Prof. dr. Veni Hadju, M.Sc., Ph.D
Ko-Promotor


Dr. Syahrir A. Pasinringi, MS
Ko-Promotor

Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Hasanuddin,


Prof. Sukri Palutturi, SKM., M. Kes., M. Sc. PH., Ph.D

Ketua Program Studi Doktor (S3)
Ilmu Kesehatan Masyarakat


Dr. Aminuddin Syam, SKM, M. Kes, M. Med. Ed

KATA PENGANTAR

Puji Syukur senantiasa dipanjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala atas limpahan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi dengan judul EFEKTIFITAS PEMBERIAN MULTIMICRONUTRIENT DAN EDUKASI GIZI BERBASIS APLIKASI TERHADAP KENDALI GLIKEMIK PADA IBU HAMIL DI KABUPATEN BANGGAI

Penyusunan disertasi merupakan bagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Doktor Kesehatan Masyarakat pada Program Studi Doktor Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Disertasi ini dapat terselesaikan berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini secara tulus penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada semua pihak, terutama kepada :

1. Rektor Universitas Hasanuddin Makassar yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar di Program Doktor Ilmu Kesehatan Masyarakat, fakultas Kesehatan Masyarakat.
2. Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat beserta staf yang telah memberikan ijin dan dukungan demi terlaksanakannya penelitian dalam rangka penulisan disertasi ini.

3. Dr. Aminuddin Syam., SKM.,M.Med.Ed, Ketua Program Studi Doktor Ilmu Kesehatan Masyarakat yang telah memberikan pengarahan dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan disertasi ini.
4. Prof. Dr. Ridwan A., SKM.,M.Kes., M.Sc.PH, selaku sekaligus Promotor yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan disertasi ini.
5. Prof. dr. Veni Hadju, M.Sc., Ph.D, selaku co-promotor 1 dan Dr.Syahrir A. Pasiringi, MS selaku co-promotor 2 yang dengan tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan sehingga disertasi ini bisa di selesaikan.

Penulis menyadari bahwa penulisan disertasi ini tidaklah sempurna, oleh karena itu kritik dan saran penulis terima dengan senang hati. Mudah-mudahan disertasi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu, khususnya dalam bidang pembelajaran dan penilaian. Akhir kata semoga semua bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak menjadi amal kebaikan dan mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT. Amin.

Makassar, 2022

ABSTRAK

ROSA DWI WAHYUNI. *Efektifitas Pemberian Multimicronutrient Dan Edukasi Gizi Berbasis Aplikasi Terhadap Kendali Glikemik Pada Ibu Hamil Di Kabupaten Banggai* (Dibimbing oleh: **Ridwan Amiruddin, Veni Hadju, Syahrir A. Pasinringi**)

Kehamilan adalah proses penyesuaian fungsi fisiologis diri wanita hamil yang komprehensif, maka diperlukan intervensi yang menggabungkan suplemen gizi dan edukasi gizi. Jika kadar insulin ini tidak terpenuhi, maka ibu hamil akan mengalami *Gestational Diabetes Mellitus* (GDM) yang ditandai dengan semakin buruknya resistensi insulin serta sekresi insulin yang terganggu Tujuan: melihat efektivitas pemberian suplemen gizi dan edukasi (MMN+EDUKASI) terhadap kadar Insulin, HbA1c, GDP dan Homa-Ir pada ibu hamil.

Sebuah penelitian analitik dengan desain kohort dimana wanita prakonsepsi dibagi dalam dua kelompok yang menerima MMN+Edukasi (n=28) dan Kelompok yang hanya menerima (multimikronutrien) MMN (n=28). Data dianalisis dengan menggunakan *chi-square* dan *independent t test*.

Penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh MMN+EDUKASI terhadap kadar Insulin ibu hamil (MMN: 16.14 ± 19.46) dan MMN+EDUKASI : 12.12 ± 9.61) dengan nilai p 0,014, Kadar HbA1c (MMN: 5.85 ± 1.10 dan 5.53 ± 0.74) dengan nilai p 0,010, Kadar GDP (MMN: 115.14 ± 17.9 dan MMN+EDUKASI : 97.96 ± 18.6) dengan nilai p 0,001 dan kadar Homa-IR (MMN: 0.93 ± 1.05 dan MMN+EDUKASI : 0.67 ± 0.56) dengan nilai p 0,010 serta ada pengaruh konsumsi tablet MMN terhadap kadar (<90 tab: 112.64 ± 17.5 dan ≥ 90 tab: 99.0 ± 20.9) dengan nilai p 0,010. Pemberian MMN+EDUKASI berpengaruh terhadap kadar Insulin, HbA1c, GDP dan Homa IR pada ibu hamil

Kata Kunci: MMN, Edukasi Apps, Kendali Glikemik, Ibu Hamil, GDM



ABSTRACT

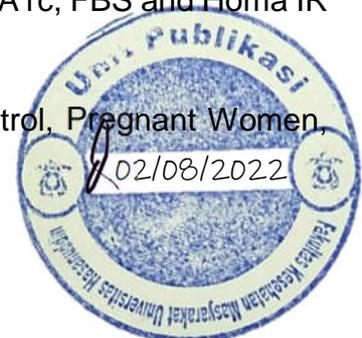
ROSA DWI WAHYUNI. *The Effectiveness of Multimicronutrient Administration and Application-Based Nutrition Education on Glycemic Control in Pregnant Women in Banggai Regency* (**Supervised by: Ridwan Amiruddin, Veni Hadju, Syahrir A. Pasinringi**)

Pregnancy is a comprehensive process of adjusting the physiological functions of pregnant women, therefore an intervention that combines nutritional supplements and nutrition education is needed. If this insulin level is not met, then pregnant women will experience Gestational Diabetes Mellitus (GDM) which is characterized by worsening insulin resistance and impaired insulin secretion Objective: to see the effectiveness of providing nutritional supplements and education (MMN+EDUKASI) on insulin levels, HbA1c, GDP and Homa-Ir in pregnant women

A kohort study in which preconceptionally women were divided into groups receiving MMN+Education (n=28) and groups receiving only (multi micronutrient) MMN (n=28). Data were analysed using chi-square and independent t test.

The study showed that there was an effect of MMN+EDUCATION on insulin levels in pregnant women (MMN: 16.14 ± 19.46) and MMN+EDUCATION: 12.12 ± 9.61) with p-values of 0.014, HbA1c levels (MMN: 5.85 ± 1.10 and 5.53 ± 0.74) with p-values 0.010, Fasting Blood Sugar levels (MMN: 115.14 ± 17.9 and MMN+EDUCATION: 97.96 ± 18.6) with p-value 0.001 and Homa-IR levels (MMN: 0.93 ± 1.05 and MMN+EDUKASI: 0.67 ± 0.56) with p-value 0.010 and there is an effect consumption of MMN tablets on levels (<90 tab: 112.64 ± 17.5 and 90 tab: 99.0 ± 20.9) with p value 0.010. Giving MMN+EDUCATION has an effect on insulin levels, HbA1c, FBS and Homa IR in pregnant women.

Keywords: MMN, Educational Apps, Glycemic Control, Pregnant Women, FBS



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ROSA DWI WAHYUNI

Nomor Mahasiswa : K013181034

Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat

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

Makassar, September 2022

Yang membuat pernyataan



ROSA DWI WAHYUNI

K013181034

DAFTAR ISI

PENGESAHAN DISERTASI	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	13
C. Tujuan Penelitian	14
D. Manfaat Penelitian	15
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	16
A. Tinjauan Umum Tentang Efektivitas	16
B. Tinjauan tentang Gestasional Diabetes Mellitus	18
C. Tinjauan Tentang Pendidikan Berbasis Aplikasi	29
D. Tinjauan Tentang Micronutrien	39
E. Tinjauan Umum Insulin, HbA1C, GDP, Homa-IR	61
F. Tabel Sintesa Penelitian	66
G. Kerangka Teori	80
H. Kerangka Konsep	83
I. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	85
J. Hipotesis.....	90
BAB III METODE PENELITIAN.....	91
A. Desain Penelitian.....	91
B. Tempat Penelitian.....	91
C. Waktu Penelitian.....	93
D. Populasi Dan Sampel Penelitian	93
E. Besar Sampel	93

F.	Kriteria Inklusi Dan Eksklusi.....	94
G.	Cara Kerja	95
H.	Alur Penelitian	98
I.	Metode Analisis	99
J.	Pertimbangan Etik	99
BAB IV	HASIL DAN KESIMPULAN	100
A.	Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	100
B.	Hasil Penelitian	101
1.	Analisis Bivariat	101
a.	Karakteristik Subyek	101
C.	Pembahasan	106
D.	Keterbatasan Penelitian.....	121
E.	Kebaruan Studi (NOVELLTY)	122
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	123
A.	Kesimpulan.....	123
B.	Saran.....	124
DAFTAR PUSTAKA.....		125
Lampiran 1.....		166
Lampiran 2.....		167
Lampiran 3.....		168
Lampiran 4.....		170

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Karakteristik Keluarga.....	111
Table 4.2 Paparan Intervensi MMN dan Edukasi.....	113
Table 4.3 Rerata kadar Insulin, GDP, HbA1c, Homa-IR pada ibu hamil yang diberikan MMN+ edukasi gizi berbasis aplikasi dan MMN saja.....	113
Table 4.4 Rerata Konsumsi MMN pada ibu hamil yang diberikan MMN+ edukasi gizi berbasis aplikasi dan MMN saja terhadap GDP.....	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kerangka Teori Penelitian.....	80
Gambar 2. Kerangka Konsep Penelitian.....	90
Gambar 3 Skema alur penelitian.....	98

DAFTAR SINGKATAN

GDM	= Gestational Diabetes Mellitus
MMN	= Multi Micro Nutrient
BMI	= Body Mass Index
FDI	= Federasi Diabetes Internasional
NGT	= Normal Glucose Tolerance
Riskesdas	= Riset Kesehatan Dasar
DMT2	= Diabetes Mellitus Tipe 2
TTGO	= Tes Toleransi Glukosa Oral
GDP	= Gula darah Puasa
GDS	= Gula Darah Sewaktu
ADA	= American Diabetes Association
NICE	= National Institute for health and Care Excellence
NDC	= <i>Nutri Diabetic Care</i>
Gck	= Glucokinase
CPD	= Cefalopelvis Disproporti
ACS	= Antenatal Cortico Steroid
KIA	= Kesehatan Ibu dan Anak
VCD	= Video Compact Disc
AVA	= Audio Visual Aids
AKG	= Angka Kecukupan Gizi
WUS	= Wanita Usia Subur
IU	= Internasional Unit
DCCT	= Diabetes Control and Complication Trial
UKPDS	= United Kingdom Prospective Diabetes Study
EASD	= European Association for the Study of Diabetes

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Pengantar Kuesioner
Lampiran 2 : Kuesioner Data Demografi
Lampiran 3 : Kuesioner Riwayat Kehamilan
Lampiran 4 : Kuesioner Mmn Dan Edukasi Prakonsepsi, Hamil.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kehamilan adalah proses penyesuaian fungsi fisiologis wanita hamil yang komprehensif. Setelah kehamilan, proses metabolisme tubuh ibu dipengaruhi oleh hormon dan juga berpengaruh pada kebutuhan tubuh akan energi dan nutrisi yang meningkat. Wanita hamil harus meningkatkan asupan berbagai nutrisi untuk cadangan gizi, terutama protein, asam lemak esensial, asam folat, vitamin B, kalsium, zat besi, seng dan zat gizi mikro lainnya (Verma et al., 2017).

Selama kehamilan normal, kebutuhan akan insulin meningkat, sehingga terjadi resistensi insulin yang progresif untuk memastikan pertumbuhan dan perkembangan janin yang memadai. Jika kadar insulin ini tidak terpenuhi, maka ibu hamil akan mengalami *Gestational Diabetes Mellitus* (GDM) yang ditandai dengan semakin buruknya resistensi insulin serta sekresi insulin yang terganggu, indikator pengukuran GDM pada ibu hamil dengan mengukur kadar GDP, HbA1C, insulin puasa dan menghitung kadar Homa-IR (McCurdy & Friedman, 2010). Hasil pemantauan indeks glikemik digunakan untuk menilai manfaat pengobatan, sebagai pedoman penyesuaian diet, latihan jasmani dan obat-obatan agar mencapai kadar glukosa

darah senormal mungkin, sehingga dapat terhindar dari hiperglikemia atau hipoglikemia (Suyono, 2013; Tandra, 2017).

Gestational Diabetes Mellitus adalah sindrom metabolik yang kompleks dan banyak faktor yang berkontribusi pada gangguan ini dan terjadi pada masa kehamilan (Akhlaghi et al., 2012; Care & Suppl, 2019). Penyebab GDM adalah multifaktorial dan mungkin termasuk faktor genetik dan lingkungan yang mempengaruhi sensitivitas insulin (Akhlaghi et al., 2012). Berdasarkan hasil penelitian (Akhlaghi et al., 2012) menunjukkan bahwa usia, *Body Mass Index* (BMI), *Intrauterine Environment* dan riwayat keluarga yang menderita diabetes lebih tinggi pada kelompok studi dibandingkan dengan kelompok kontrol. GDM ditandai dengan intoleransi glukosa selama kehamilan (Akhlaghi et al., 2012; Johns et al., 2018; Li et al., 2020). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kejadian GDM pada wanita yang mengalami obesitas lebih tinggi dari pada populasi *general obstetric* (Ehrenberg et al., 2002; Thomson, 2004). Di sisi lain, kenaikan berat badan selama kehamilan dan meningkatnya usia ibu memperburuk risiko kejadian GDM (Hedderson, Wet al., 2008; Kampmann, 2015). Wanita Asia dengan faktor risiko yaitu mereka yang memiliki riwayat GDM, kelainan bawaan, khususnya makrosomia harus mendapatkan perhatian lebih dari dokter sebagai kasus berisiko tinggi untuk GDM. Faktor risiko lain kejadian GDM

adalah multiparitas lebih dari dua kali kelahiran, riwayat GDM, ke-
lainan bawaan, kelahiran mati, abortus, kelahiran premature, *macro-*
somia, *Pregnancy Induced Hipertension* bersamaan, *PolyCystic*
Ovarium Sidrom, umur ≥ 25 , BMI ≥ 25 , dan riwayat keluarga diabetes
(K. W. Lee et al., 2018). Ada bukti kuat yang menunjukkan bahwa
wanita dengan GDM berisiko mengalami preeklampsia, kelahiran
prematur, peningkatan risiko operasi caesar dan kemudian akan
menjadi diabetes tipe 2. GDM juga dikaitkan dengan peningkatan
risiko komplikasi perinatal termasuk malformasi, distosia bahu,
hipoglikemia neonatal, dan kematian perinatal (Zhu & Zhang,
2016;Waters et al., 2016).

Gestational Diabetes Mellitus (GDM) tidak hanya
mempengaruhi ibu secara langsung akan tetapi akan menyebabkan
preeklamsia, lahir mati, makrosomia, dan kebutuhan untuk operasi
caesar dan neonatal mengalami hipoglikemia, gangguan
pernapasan, juga meningkatkan risiko diabetes tipe 2 di masa depan
pada ibu dan juga bayi. Sebuah meta-analisis baru-baru ini menun-
jukkan bahwa wanita dengan GDM memiliki risiko yang lebih tinggi
untuk menderita diabetes tipe 2 (risiko relatif 7,43, interval ke-
percayaan 95% 4,79-11,51) (Johns et al., 2018).

Salah satu komplikasi umum GDM selama kehamilan, yang
dapat menyebabkan wanita hamil penyakit hipertensi selama
kehamilan, pertumbuhan janin terhambat, hipoksia intrauterin, janin

mengalami polihidramnion dan bahkan kelahiran mati. Komplikasi serius seperti sindrom gangguan pernapasan, hipoglikemia, hipokalsemia, hipomagnesemia, eritrositosis, hiperbilirubinemia terjadi dan keturunannya akan menderita gangguan toleransi glukosa di masa yang akan datang, obesitas masa kecil, gangguan saraf psikologis, serta risiko lainnya juga meningkat. Meskipun sebagian besar wanita hamil dengan GDM dapat kembali ke metabolisme glukosa postpartum normal, risiko terkena diabetes akan meningkat secara signifikan di masa yang akan datang (S. Wang et al., 2020).

Pada penelitian yang melibatkan 1.849 ibu hamil, di antaranya 132 (7,1%) didiagnosis dengan GDM dan 1.717 (92,9%) tidak GDM. Wanita dengan GDM memiliki tingkat persalinan pervaginam spontan yang lebih rendah (45,5% vs 62,9%) dan tingkat persalinan sesar yang lebih tinggi (50,8% vs 31,8%) (Aviram et al., 2016).

Federasi Diabetes Internasional (FDI) menunjukkan bahwa satu dari enam (16,8%) kehamilan dipengaruhi oleh diabetes. Dari jumlah tersebut, 13,6% terkena pre-GDM, sedangkan mayoritas (86,4%) terkena GDM (Egan & Dunne, 2019). Berdasarkan hasil penelitian dari 48 studi dengan 63 pengamatan prevalensi GDM dimasukkan dalam kesimpulan dimana prevalensi GDM yang dikumpulkan adalah 10,1%, meskipun di tiap-tiap negara memiliki prev-

alensi yang berbeda. Prevalensi GDM di negara-negara berkembang adalah 64% lebih tinggi daripada di negara maju. (Nguyen et al., 2018;Care & Suppl, 2019).

Secara global, presentase rata-rata GDM dari 6% hingga 13%. Di Amerika Serikat, presentasi saat ini menunjukkan 9% dari kehamilan dipersulit oleh GDM. Di Amerika Tengah dan Selatan, prevalensi GDM diperkirakan 11%. (Sheffield, et al., 2002;Sheffield, et al., 2002; Hedderson et al., 2003;Fadl, et al., 2010;DeSisto et al., 2014).

Di asia GDM merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat utama, ditemukan prevalensi GDM yang tinggi di antara populasi asia yaitu 11,5% (K. W. Lee et al., 2018). Di Indonesia, prevalensi GDM (menurut Kriteria diagnostik O'Sullivan) adalah 1,9% hingga 3,6%. Hasil Riskesdas 2018 diketahui bahwa prevalensi diabetes melitus pada penduduk umur ≥ 15 tahun data provinsi DKI Jakarta memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 3,4% dari persentase keseluruhan di Indonesia sebesar 2,0%. Berdasarkan hasil Riskesdas 2007 di Indonesia menunjukkan cakupan diagnosis DM oleh tenaga kesehatan mencapai 1,1% tahun 2013 meningkat menjadi 2,1% dan 2018 menurun menjadi 1,5%. Sedangkan Sulawesi Tengah tahun 2007 1,6%, 2013 sebanyak 3,7% dan 2018 menurun menjadi 1,5%. Berdasarkan Riskesda 2007 prevalensi DM

pada perempuan lebih tinggi dari pada laki-laki yaitu 6,4%. Sementara pada Riskesdas 2018 DM yang didiagnosis dokter adalah jenis kelamin perempuan 1,78% lebih tinggi daripada laki-laki.

Hasil Riskesdas 2013 mengungkapkan bahwa Provinsi Sulawesi Tengah memiliki prevalensi DM tertinggi di Indonesia. Penelitian yang dilakukan Hardayanti et al. (2018) yang melakukan penelitian terkait perilaku pengendalian Diabetes Mellitus di Rumah Sakit Sulawesi Tengah diketahui bahwa perilaku kepatuhan minum obat, kualitas tidur, pemeriksaan gula darah, dan aktivitas fisik mempengaruhi kadar gula darah.

Beberapa peneliti mempelajari hubungan antara suplementasi zat besi pada kehamilan dengan GDM. Salah satu studi menyimpulkan suplementasi zat besi dikaitkan dengan penurunan kadar glukosa dan hipertensi pada trimester ke dua kehamilan, yang diharapkan, BMI, lingkar pinggang, tekanan darah, glukosa puasa dan kadar insulin, *Homeostatic Model Assessment Insulin Resistance* (HOMA-IR), dan trigliserida meningkat secara signifikan, sedangkan nilai kolesterol HDL lebih rendah (Bo et al., 2009). Sebaliknya penelitian lain menyimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam kejadian GDM dengan pemberian suplemen zat besi, kelompok plasebo pada 28 minggu kehamilan dan suplemen zat besi dari awal kehamilan tidak meningkatkan risiko GDM (Chan et al, 2009). Pada penelitian lain menyebutkan bahwa skrining trimester pertama untuk

GDM dapat dicapai berdasarkan pengukuran antropometrik ibu dan HOMA-IR. Jika IMT lebih dari 25,95 kg/m² dan skor HOMA-IR lebih dari 2,08 mengontrol kenaikan berat badan dapat melindungi dari GDM. Sensitivitas insulin yang ditentukan dengan menggunakan HOMA-IR pada wanita kelebihan berat badan dengan *normal glucose tolerance* (NGT) dan wanita dengan GDM lebih rendah dibandingkan pada wanita dengan berat badan normal dengan NGT serta sensitivitas insulin pada wanita dengan GDM menurun dengan meningkatnya usia kehamilan (Endo et al., 2006; Alptekin et al., 2016). Peningkatan HOMA-IR pada awal kehamilan merupakan faktor risiko GDM. (Song et al., 2022).

Semua tes diagnostik memiliki beberapa keterbatasan dan mungkin tidak selalu efektif, meskipun tes HbA1c tidak memiliki sensitivitas yang tinggi dan spesifisitas yang cukup untuk digunakan sebagai satu-satunya tes diagnostik untuk GDM, penggunaan parameter HbA1c dapat berguna dalam mendeteksi kondisi tersebut. Tes HbA1c memiliki beberapa keunggulan, termasuk variasi biologis yang lebih sedikit, reproduktifitas yang lebih tinggi, stabilitas sampel yang lebih baik dan tidak perlu puasa (Renz et al., 2015). Selain evaluasi kegunaan HbA1c dalam diagnosis GDM, penelitian ini juga mempelajari apakah HbA1c dapat digunakan untuk prediksi risiko perkembangan DM tipe 2 di masa yang akan datang pada pasien

yang sebelumnya didiagnosis GDM. Saat ini, kriteria *American Diabetes Association* (ADA) termasuk HbA1c untuk menentukan pra-diabetes, yang merupakan kelompok berisiko tinggi untuk pengembangan DM tipe 2 (Kwon et al., 2015). HbA1c menjadi parameter yang dapat memprediksi pasien dengan risiko GDM pada kehamilan berikutnya (Ye et al., 2016).

Apabila intervensi mikronutrien diberikan pada saat kehamilan, maka periode kritis (perikonsepsi) telah terlewatkan. Selain itu, perlu dipikirkan untuk melengkapi zat besi, asam folat dengan berbagai zat gizi mikro lainnya dalam bentuk suplemen multimikronutrien yang diberikan sejak masa prakonsepsi (Sri Sumarmi, 2017). Oleh karena itu interaksi beberapa mikronutrien diperlukan untuk mengatasi risiko GDM. Micronutrient tunggal tidak dapat memberikan efek yang maksimal untuk GDM. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada mikronutrien tunggal yang secara independen terkait dengan risiko GDM (Bardenheier et al., 2015). Namun Berbeda dengan hasil penelitian lain (Cuilin Zhang & Rawal, 2017) melaporkan hubungan antara asupan mikronutrien individu dan risiko untuk terpapar GDM.

Penelitian yang dilakukan di Kabupaten Probolinggo Jawa Timur membuktikan bahwa suplementasi multi-mikronutrien 2-6 bulan sebelum hamil memberikan efek yang lebih baik terhadap respon imun maternal, serta produksi hormon human *placental lactogen*

(hPL) yang akhirnya meningkatkan berat plasenta, berat bayi lahir, dan penurunan risiko aborsi serta prematuritas (Sumarmi, 2017). Penelitian terbaru yang dilakukan di Kabupaten Banggai Sulawesi Tengah membuktikan bahwa Ibu hamil yang mendapatkan intervensi MMN menghasilkan *outcome* kehamilan yang lebih baik serta rata-rata panjang badan bayi lahir pada ibu kelompok MMN lebih panjang (Widasari, dkk., 2019).

Hasil penelitian (S. Wang et al., 2020) menunjukkan bahwa konsentrasi vitamin B12 yang lebih rendah dapat menyebabkan diabetes gestasional, diabetes gestasional sering disertai dengan defisiensi vitamin B12. Penurunan kadar serum vitamin B12 dalam diabetes gestasional berhubungan dengan *outcome* kehamilan dan efeknya sangat penting bagi wanita hamil selama kehamilan. Pertumbuhan dan perkembangan janin membutuhkan pasokan asam folat, sehingga selama kehamilan, defisiensi asam folat akan berpengaruh pada pertumbuhan, perkembangan dan metabolisme. Dengan meningkatnya usia kehamilan, asam folat yang dibutuhkan tubuh berangsur-angsur berkurang (Verma et al., 2017). Defisiensi vitamin B12 ibu berhubungan dengan peningkatan adipositas yang pada gilirannya akan mempengaruhi resistensi insulin yang menyebabkan GDM (Krishnaveni et al., 2009).

Salah satu upaya dalam memberikan edukasi berupa konseling gizi, erat kaitannya dengan media pemanfaatan sistem android

yang banyak digunakan dalam *smartphone* dapat dijadikan alternatif dalam pembuatan media konseling. Ada pengaruh media aplikasi *Nutri Diabetic Care* terhadap kepatuhan diet pada penderita diabetes mellitus. Diharapkan media aplikasi *Nutri diabetic care* dapat digunakan sebagai pedoman bagi responden dalam menjalankan diet untuk membantu meningkatkan kepatuhan dan mengontrol gula darah (Grasya et al., 2021).

Kalender Diabetes Mellitus (DM) berbasis android memberikan umpan balik positif dan mendorong setiap orang untuk melakukan program diet, aktivitas dan kontrol gula darah secara rutin. Edukasi dengan media elektronik ini telah meningkatkan persepsi *self efficacy* dalam melakukan perawatan diri pasien DM. Pemberdayaan pasien meningkatkan kemampuan untuk melakukan kontrol perawatan secara mandiri dengan baik selama 90 hari, sehingga kendali glikemik (HbA1c) dapat terkontrol atau kadarnya kurang dari tujuh (Komang, 2018).

Edukasi terstruktur dengan telephone *health coaching* mampu meningkatkan *health literacy* dan menurunkan kadar HbA1C pada pasien DM Tipe 2. Hal ini bisa menjadi rekomendasi bagi perawat untuk mencegah terjadinya komplikasi lebih lanjut pada pasien DM Tipe 2 (Patandung, 2018).

Sebuah penelitian yang melibatkan sebanyak 120 pasien GDM yang baru didiagnosis, kedua kelompok tidak berbeda dalam

hal usia, paritas, pendidikan, BMI, riwayat keluarga, komorbiditas ibu, nilai tes toleransi glukosa oral (TTGO), dan nilai hemoglobin A1C (HbA1C). Kelompok *smartphone* menunjukkan tingkat kepatuhan yang lebih baik, glukosa darah rata-rata yang lebih rendah serta kehamilan yang membutuhkan terapi insulin lebih rendah. Pasien dalam kelompok *smartphone* melaporkan kepuasan yang sangat baik dari penggunaan aplikasi (Miremberg et al., 2018).

Penelitian untuk melihat kualitas hidup pasien GDM dengan memberikan edukasi didapatkan hasil bahwa tidak ada perbedaan signifikan yang diamati antara keempat kelompok dalam hal kualitas hidup sebelum program pendidikan. Namun, skor ini meningkat pada semua kelompok studi, terutama pada kelompok terapi insulin. Kesimpulan penelitian ini adalah program pendidikan kesehatan bisa efektif dalam meningkatkan kualitas hidup terkait kesehatan pada wanita dengan GDM (Mirfeizi et al., 2017).

Pada penelitian meta analisis tentang efek intervensi *e-health education* pada pasien yang memiliki kadar HbA1c yang tinggi (DM tipe 1) yang telah mendapatkan terapi insulin. Hasil yang diperoleh perubahan HbA1c dari awal tidak berbeda secara signifikan antara kelompok intervensi dan kontrol. Jumlah studi terbatas pada durasi yang relatif singkat (Feigerlová et al., 2020).

Kabupaten Banggai merupakan salah satu dari kabupaten yang merupakan lokus stunting di Sulawesi Tengah dari 160 lokus

stunting seluruh Indonesia. Serta salah satu Kabupaten yang mendapatkan program pemberian MMN yang ada di Sulawesi tengah dari NGO, selain itu ada Pronsni NTB, Aceh dan Sulawesi barat. Persentase stunting di Kabupaten Banggai berdasarkan RISK-ESDAS tahun 2007 sebesar 41,7%, tahun 2013 sebesar 35,3% dan 2018 sebesar 31,9% sedangkan hasil Pemantauan Status Gizi (PSG) tahun 2016 sebesar 39,5%, tahun 2017 sebesar 31% dan tahun 2018 sebesar 32,9% (Kementerian Kesehatan RI, 2018b).

Penelitian ini adalah penelitian lanjutan dari program yang dijalankan Dinas Kesehatan Kab. Banggai tentang pemberian MMN sekaligus Edukasi Gizi berbasis android bekerjasama dengan GNO, yang dimulai sejak masa prakonsepsi. Namun penelitian saat ini hanya akan melihat efektifitas dari program pemberian MMN+Edukasi di daerah lokus stunting Kabupaten Banggai pada ibu hamil dengan GDM. Program ini dijalankan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Banggai melalui PK (Pendamping Keluarga) yang ada di puskesmas, dimulai dari masa prakonsepsi, hamil trimester 2 dan 3 dan menyusui. Untuk itu perlu dilakukan intervensi pemberian multimicronutrient dan juga edukasi untuk mendukung kepatuhan ibu dalam mengkonsumsi multimicronutrien yang diberikan. Efektivitas mengacu kepada pencapaian tujuan, yaitu pengukuran dalam arti tercapainya sasaran atau tujuan yang telah ditentukan sebelumnya.

Kekurangan gizi selama kehamilan dapat memiliki konsekuensi negatif yang berlangsung lama untuk kesehatan anak dan dengan cara ini, banyak penyakit kronis termasuk penyakit kardiovaskular dan diabetes mungkin berasal dari kehamilan (Tessa J Roseboom et al., 2011). Berdasarkan masalah tersebut, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui peran suplementasi *Multi Micro Nutrients* (MMN) dan pemberian aplikasi terhadap kendali glikemik pada ibu hamil di Kabupaten Banggai Sulawesi Tengah.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimnaa perbedaan kadar HbA1c ibu hamil pada kelompok yang diberi MMN dan MMN+edukasi gizi berbasis Apps?
2. Bagaimnaa perbedaan kadar insulin ibu hamil pada kelompok yang diberi MMN dan MMN+edukasi gizi berbasis Apps?
3. Bagaimnaa perbedaan kadar GDP ibu hamil pada kelompok yang diberi MMN dan MMN+edukasi gizi berbasis Apps?
4. Bagaimnaa perbedaan kadar Homa IR ibu hamil pada kelompok yang diberi MMN dan MMN+edukasi gizi berbasis Apps?
5. Bagaimana besar perbedaan kadar GDP diantara ibu hamil yang mengkonsumsi tablet MMN ≥ 90 dan < 90 .

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum Penelitian

Tujuan umum dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis efektivitas suplementasi *Multi Micro Nutrients* (MMN) dan pemberian pendidikan gizi berbasis aplikasi terhadap kendali glikemik pada ibu hamil.

2. Tujuan Khusus Penelitian

- a. Menilai besar perbedaan kadar Insulin antara ibu hamil yang memperoleh MMN+Edukasi gizi berbasis Apps dan yang memperoleh MMN saja
- b. Menilai besar perbedaan kadar HbA1c antara ibu hamil yang memperoleh MMN+Edukasi gizi berbasis Apps dan yang memperoleh MMN saja
- c. Menilai perbedaan kadar GDP diantara ibu hamil yang memperoleh MMN+Edukasi gizi berbasis Apps dan yang memperoleh MMN saja
- d. Menilai perbedaan pemberian kadar Homa IR diantara ibu hamil yang memperoleh MMN+Edukasi gizi berbasis Apps dan yang memperoleh MMN saja
- e. Menilai besar perbedaan kadar GDP diantara ibu hamil yang mengkonsumsi tablet MMN ≥ 90 dan < 90 .

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menganalisis pengaruh pemberian multivitamin + edukasi gizi berbasis aplikasi android pada ibu terhadap kendali glikemik ibu hamil

2. Manfaat Bagi Institusi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi atau masukan kepada instansi terkait untuk meningkatkan status gizi masyarakat tentang kendali glikemik ibu hamil mulai sejak prakonsepsi, pada saat hamil maupun pasca melahirkan.

3. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi dan pertimbangan bagi peneliti selanjutnya untuk mengkaji lebih dalam tentang pengaruh MMN dan Edukasi Gizi Berbasis Aplikasi Pada Ibu Terhadap kendali glikemik ibu hamil

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang Efektivitas

Kata efektif berasal dari bahasa Inggris yaitu *effective* yang berarti berhasil atau sesuatu yang dilakukan berhasil dengan baik. Kamus ilmiah populer mendefinisikan efektivitas sebagai ketepatan penggunaan, hasil guna atau menunjang tujuan.

Efektivitas di definisikan oleh para pakar dengan berbeda-beda tergantung pendekatan yang digunakan oleh masing-masing pakar. Berikut ini beberapa pengertian efektivitas dan kriteria efektivitas organisasi menurut para ahli sebagai berikut:

1. Drucker mendefinisikan efektivitas sebagai melakukan pekerjaan yang benar (*doing the rights things*).
2. Chung & Megginson mendefinisikan efektivitas sebagai istilah yang diungkapkan dengan cara berbeda oleh orang-orang yang berbeda pula. Namun menurut Chung & Megginson yang disebut dengan efektivitas ialah kemampuan atau tingkat pencapaian tujuan dan kemampuan menyesuaikan diri dengan lingkungan agar organisasi tetap survive (hidup).
3. Pendapat Arens and Lorlbecke yang diterjemahkan oleh Amir Abadi Jusuf, mendefinisikan efektivitas sebagai berikut: "Efektivitas mengacu kepada pencapaian suatu tujuan, sedangkan efisiensi

mengacu kepada sumber daya yang digunakan untuk mencapai tujuan itu". Sehubungan dengan yang Arens dan Lorlbecke tersebut, maka efektivitas merupakan pengukuran dalam arti tercapainya sasaran atau tujuan yang telah ditentukan sebelumnya.

Menurut Supriyono pengertian efektivitas, sebagai berikut: "Efektivitas merupakan hubungan antara keluaran suatu pusat tanggung jawab dengan sasaran yang mesti dicapai, semakin besar kontribusi daripada keluaran yang dihasilkan terhadap nilai pencapaian sasaran tersebut, maka dapat dikatakan efektif pula unit tersebut" (Supriyono, 2000).

Gibson dkk memberikan pengertian efektivitas dengan menggunakan pendekatan sistem yaitu (1) seluruh siklus input-proses-output, tidak hanya output saja, dan (2) hubungan timbal balik antara organisasi dan lingkungannya.

Menurut Cambel J.P, Pengukuran efektivitas secara umum dan yang paling menonjol adalah : (Cambel, 1989)

- a. Keberhasilan program
- b. Keberhasilan sasaran
- c. Kepuasan terhadap program
- d. Tingkat input dan output
- e. Pencapaian tujuan menyeluruh

Sehingga efektivitas program dapat dijalankan dengan kemampuan operasional dalam melaksanakan program-program kerja yang sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya, secara komprehensif,

efektivitas dapat diartikan sebagai tingkat kemampuan suatu lembaga atau organisasi untuk dapat melaksanakan semua tugas-tugas pokoknya atau untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan sebelumnya.

B. Tinjauan tentang Gestasional Diabetes Mellitus

1. Pengertian

Gestational diabetes mellitus (GDM) adalah salah satu komplikasi metabolik yang paling umum selama kehamilan dan prevalensi terus meningkat di seluruh dunia (Bardenheier et al., 2015)(Buckley et al., 2012). Gestational diabetes mellitus (GDM) didefinisikan sebagai segala tingkat disglukemia yang terjadi untuk pertama kalinya atau terdeteksi pertama kali selama kehamilan (K. W. Lee et al., 2018).

Gestational diabetes (GDM) didefinisikan sebagai segala tingkat intoleransi glukosa dengan onset selama kehamilan dan dikaitkan dengan peningkatan morbiditas ibu-ibu serta komplikasi jangka panjang pada ibu dan anak. Wanita yang terdeteksi menderita diabetes pada awal kehamilan menerima diagnosis diabetes yang jelas, tidak mengandung gestasional. GDM didiagnosis dengan tes toleransi glukosa oral (OGTT) atau konsentrasi glukosa puasa (> 92 mg / dl) (Alexandra Kautzky-Willer, Dagmar Bancher-Todesca, Arnold Pollak, Andreas Repa, 2012).

Rekomendasi ini telah diintegrasikan dari publikasi WHO 2013 Kriteria diagnostik dan klasifikasi hiperglikemia pertama kali terdeteksi

pada kehamilan (kekuatan rekomendasi dan kualitas bukti tidak disebutkan) (WHO, 2013), yang menyatakan bahwa GDM harus didiagnosis kapan saja dalam kehamilan jika satu atau lebih kriteria berikut dipenuhi:

- a) Glukosa plasma puasa 5.1–6.9 mmol / L (92-125 mg / dL)
- b) Glukosa plasma 1 jam 10,0 mmol / L (180 mg / dL) mengikuti beban glukosa oral 75 g
glukosa plasma 2 jam 8,5-11,0 mmol / L (153-199 mg/dL) mengikuti beban glukosa oral 75 g

Diabetes mellitus pada kehamilan harus didiagnosis jika satu atau lebih kriteria berikut dipenuhi:

- a) Glukosa plasma puasa 7,0 mmol / L (126 mg / dL)
- b) Glukosa plasma 2 jam 11,1 mmol / L (200 mg / dL) mengikuti muatan glukosa oral 75 g
- c) Glukosa plasma sewaktu 11,1 mmol / L (200 mg / dL) dengan adanya gejala diabetes.

WHO saat ini tidak memiliki rekomendasi tentang apakah atau bagaimana skrining untuk GDM, dan strategi skrining untuk GDM dianggap sebagai bidang prioritas untuk penelitian. Diabetes mellitus pada kehamilan berbeda dari GDM karena hiperglikemia lebih parah dan tidak sembuh setelah kehamilan seperti halnya dengan GDM.

Tinjauan sistematis terhadap studi kohort menunjukkan bahwa wanita dengan hiperglikemia (diabetes mellitus dan GDM) yang

terdeteksi selama kehamilan berisiko lebih besar terhadap hasil kehamilan yang merugikan, termasuk makrosomia, gangguan pre-eklampsia / hipertensi pada kehamilan, dan distosia bahu. Pengobatan GDM, yang biasanya melibatkan pendekatan perubahan gaya hidup (konseling dan olahraga gizi) yang diikuti oleh penurunan glukosa darah atau insulin, efektif dalam mengurangi risiko buruk (WHO, 2013).

Skrining untuk diabetes tipe 2 yang tidak terdiagnosis pada kunjungan prenatal pertama direkomendasikan pada wanita dengan peningkatan risiko menggunakan kriteria diagnostik standar (risiko tinggi: riwayat GDM atau pra-diabetes, gangguan glukosa puasa atau gangguan toleransi glukosa); malformasi, lahir mati, aborsi berturut-turut atau berat lahir > 4.500 g pada kehamilan sebelumnya; obesitas, sindrom metabolik, usia > 45 tahun, penyakit pembuluh darah, gejala klinis diabetes (misalnya glukosuria). Kinerja OGTT (120 menit; 75 g glukosa) mungkin sudah diindikasikan pada trimester pertama pada beberapa wanita tetapi wajib antara 24 dan 28 minggu kehamilan pada semua wanita hamil dengan metabolisme glukosa non-patologis sebelumnya (tingkat Bukti B). Berdasarkan pada hasil studi Hiperglikemia dan Adverse Pregnancy Outcome (HAPO) GDM didefinisikan, jika glukosa plasma puasa melebihi 92 mg/dl atau 1 jam 180 mg/dl atau 2 jam 153 mg/dl setelah pemberian glukosa (OGTT; kriteria konsensus internasional). Semua wanita harus menerima konseling gizi dan diinstruksikan dalam pemantauan diri glukosa darah. Jika kadar glukosa darah

tidak dapat dipertahankan dalam kisaran normal (puasa <95 mg/dl dan 1 jam setelah makan <140 mg/dl) terapi insulin harus dimulai (Alexandra Kautzky-Willer, Dagmar Bancher-Todesca, Arnold Pollak, Andreas Repa, 2012).

Pemantauan ibu dan janin diperlukan untuk meminimalkan morbiditas ibu dan janin/neonatal dan kematian perinatal. Setelah melahirkan semua wanita dengan GDM harus dievaluasi kembali terhadap toleransi glukosa mereka dengan 75 g OGTT (kriteria WHO) 6-12 minggu pascapersalinan dan setiap 2 tahun dalam hal toleransi glukosa normal (tingkat Bukti B). Semua wanita harus diberi tahu tentang risiko diabetes tipe 2 (tujuh kali lipat) saat tindak lanjut dan kemungkinan pencegahan diabetes, khususnya manajemen berat badan dan pemeliharaan/peningkatan aktivitas fisik. Pemantauan perkembangan keturunan dan rekomendasi gaya hidup sehat anak-anak dan keluarga dianjurkan.

2. Gejala dan tanda

Sering BAK, sering haus, mudah lapar, mudah lelah, berat badan turun, mata buram, mual, luka sulit sembuh, kesemutan.

3. Klasifikasi GDM

Tabel 2. 1 Berbagai kriteria untuk diagnosis diabetes mellitus gestasional (GDM) menggunakan uji toleransi glukosa oral (OGTT)

Criteria	Pregnancies	Timing of OGTT	Steps	Glucose Load (g)	Glucose Threshold (mmol/L)			
					fasting	1h	2h	3h
O'Sullivan, 1964	All	24-28 weeks	2	100	5,0	9,2	8,1	6,9
WHO, 1999	All	24-28 weeks	1	75	7,0	-	7,8	-
American Diabetes Association (ADA), 2004	High and Medium risk	14-18 weeks for high risk, 28-32 weeks for medium risk	2	100	5,3	10,0	8,6	7,8
National Institute for health and Care Excellence (NICE), 2015	High Risk	As Early as Possible	1	75	5,6	-	7,8	-
IADPSG, 2010 WHO, 2013 ADA, 2016	All	24-28 weeks	1	75	5,1	10,0	8,5	-

4. Patofisiologi

Sisa dari tinjauan ini akan membahas proses molekuler yang mendasari patofisiologi GDM. GDM biasanya merupakan hasil dari disfungsi sel- β pada latar belakang resistensi insulin kronis selama kehamilan dan dengan demikian kerusakan sel- β dan resistensi insulin jaringan merupakan komponen penting dari patofisiologi dari GDM. Dalam kebanyakan kasus, gangguan seks adalah sebelum

kehamilan dan dapat bersifat progresif. Yang mewakili peningkatan risiko DM Tipe2 pasca-kehamilan (Homko et al., 2001).

Sejumlah organ dan sistem tambahan berkontribusi atau dipengaruhi oleh, GDM. Ini termasuk otak, jaringan adiposa, hati, otot, dan plasenta. Fungsi utama sel β adalah untuk menyimpan dan mengeluarkan insulin sebagai respons terhadap beban glukosa. Ketika sel-sel β kehilangan kemampuan untuk merasakan konsentrasi glukosa darah secara memadai atau untuk melepaskan insulin yang cukup sebagai respons, ini diklasifikasikan sebagai disfungsi sel- β . Disfungsi sel β dianggap sebagai hasil dari produksi insulin yang lama dan berlebihan sebagai respons terhadap kelebihan bahan bakar kronis (Weir et al., 2001).

Namun, mekanisme pasti yang mendasari disfungsi sel β dapat bervariasi dan kompleks. Kelainan dapat terjadi pada setiap tahap proses: sintesis pro-insulin, modifikasi pasca-translasi, penyimpanan granul, penginderaan konsentrasi glukosa darah, atau mesin kompleks yang mendasari eksositosis granula. Memang, sebagian besar gen kerentanan yang terkait dengan GDM terkait dengan fungsi sel β , termasuk saluran yang diberi tegangan-kalium KQT-like 1 (Kcnq1) dan glucokinase (Gck). Defisiensi minor pada mesin sel β hanya dapat terpapar pada saat stres metabolik, seperti kehamilan (DeFronzo, 2009), (Zraika et al., 2010), (Prentki et al., 2006)

5. Faktor risiko GDM

Usia saat hamil yang lebih tua, kegemukan (Obese/over-weight) kenaikan berat badan yang berlebih pada saat hamil, Riwayat DM di keluarga, Riwayat GDM pada kehamilan sebelumnya, Riwayat stillbirth (kematian bayi dalam kandungan) Glukosuria (kadar gula berlebih dalam urin) saat hamil, Riwayat melahirkan bayi dengan kelainan kongenital, Riwayat melahirkan bayi besar (>4000 gram)

a. Faktor Biomedikal

Dokter kandungan mempertimbangkan banyak faktor obstetri dan medis saat merencanakan persalinan pada wanita dengan GDM. Ini tercantum dalam Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 2 Faktor-faktor yang diperhatikan dalam penilaian GDM

Factors	Favoring early term delivery (< 39 weeks gestation)	Favoring term delivery (≥ 39 weeks gestation)
Past Obstetric factors	H/o previous pregnancy loss H/o previous IUD at term H/o macrosomia H/O previous caesarian sections	No bad obstetric history
Current obstetric factors	H/o loss of fetal movement Macrosomia (suspected fetal weight ≥ 4000g) IUGR Compromised placental maturity	Optimal fenomaternal health
Medical factors	Uncontrolled diabetes Retinal complications Renal complications Compromised cardiovascular health	Well-controlled, uncomplicated diabetes
Psychological factors	Patient request for early LSCS	Patient reluctance for early delivery
social factors	Availability of neonatology care Ability to provide ACS coverage Inability to come for frequent follow-up	Lack of spesialist of neonatology care Inability to provide ACS Geographic proximity of health care facility

Factors	Favoring early term delivery (< 39 weeks gestation)	Favoring term delivery (≥ 39 weeks gestation)
	Patient having to travel long distance for obstetric/medical care	Ability to travel comfortably and safely for obstetric follow-up

Beberapa faktor ini berperan dalam pengambilan keputusan untuk semua persalinan, terlepas dari adanya diabetes.

Masalah-masalah tertentu, bagaimanapun, patut mendapat perhatian lebih besar pada wanita dengan GDM. Secara umum, menunggu setidaknya sampai 38 minggu kehamilan selesai meningkatkan hasil janin, terutama pada pasien diabetes (Gawlik et al., 2015).

Namun, jika ada indikasi pada kehamilan awal, GDM tidak boleh dianggap sebagai kontraindikasi untuk dilanjutkan dengan intervensi pada kehamilan awal. Jika persalinan preterm spontan tampaknya sudah dekat, persalinan tidak bias ditunda (Aviram et al., 2016). Kadang-kadang, pada kenyataannya, sebuah persalinan awal yang direncanakan dapat sesuai untuk wanita dengan ketosis atau ketoasidosis (Frise et al., 2015), diabetes yang sulit dikendalikan, dengan episode hipoglikemia atau hiperglikemia yang sering, insulin yang terlalu tinggi persyaratan, atau situasi klinis lainnya yang dapat membahayakan janin (Ballas J, Moore TR, 2012). Ini mungkin juga terjadi pada wanita dengan gangguan fungsi kardiovaskular, ginjal, atau retina.

Makrosomia adalah efek umum GDM, terutama pada wanita dengan glikemia yang tidak terkontrol (Ballas J, Moore TR, 2012). Risiko disproporsi sefalopelvis (CPD) dan distosia bahu meningkat seiring pertambahan berat badan janin dengan bertambahnya usia kehamilan. Peluang kelahiran per vaginam yang normal, oleh karena itu, dapat surut ketika kehamilan terjadi pada wanita dengan GDM refrakter, atau pada wanita dengan dosis insulin yang terlalu tinggi. Pada wanita non-diabetes, induksi persalinan untuk makrosomia yang dicurigai, pada usia kehamilan 39 minggu, telah terbukti hemat biaya (V. R. Lee, 2015) dalam mengurangi komplikasi maternal.

b. Faktor Psikososial

Masalah ini penting dalam budaya di mana premi ditempatkan pada kemampuan wanita untuk melahirkan normal, di mana ibu nifas tidak mampu membayar istirahat fisik yang diperlukan setelah melahirkan, atau jika beban keuangan yang terkait dengan pengiriman operatif harus dibayar oleh pasien. Realitas ini menyiratkan bahwa persalinan yang direncanakan lebih awal, pada usia kehamilan 36-37 minggu, dapat diindikasikan pada wanita tertentu dengan GDM, yang ingin mencoba dan memaksimalkan peluang persalinan normal. Induksi persalinan pada kehamilan kurang dari 40 minggu pada wanita dengan GDM ringan tidak meningkatkan risiko LSCS.

Bahkan, risiko LSCS meningkat tiga kali lipat pada wanita yang diinduksi pada 41 minggu, dibandingkan dengan mereka yang diinduksi pada 39 minggu (Sutton et al., 2014).

c. Faktor Lingkungan

Terlepas dari faktor-faktor psikososial yang dibahas di atas, faktor-faktor penentu eksternal lainnya berperan dalam menentukan waktu kelahiran. Ketersediaan dukungan medis (diperlukan untuk mengelola glikemia setelah terapi antenatal corticosteroid (ACS)), fasilitas dan keahlian untuk persalinan pervaginam yang dibantu (ventouse, forceps), fasilitas untuk persalinan operatif (termasuk anestesiologi), dan perawatan neonatal memengaruhi pilihan waktu dan cara pengiriman. Kurangnya neonatologi atau keahlian kedokteran mendukung keputusan untuk menentukan wanita dengan GDM, risiko klinis di mana ibu, dengan hiperglikemia iatrogenik sekunder ACS, atau prematur neonatus, persalinan yang diinduksi, tidak dapat ditangani dengan baik..

Jarak yang harus dilalui seorang wanita dengan GDM untuk mengakses perawatan kesehatan, kemudahan untuk melakukan perjalanan dinegosiasikan, dan kelayakan tindak lanjut yang teratur juga mempengaruhi mode dan waktu pengiriman. Induksi persalinan dini mungkin sesuai untuk wanita yang merasa sulit atau mahal untuk melakukan perjalanan berulang kali ke pusat layanan kesehatan, yang bepergian tidak nyaman atau penuh dengan risiko fisik, atau

yang tidak dapat mematuhi frekuensi tindak lanjut yang direkomendasikan. Sementara kita memahami bahwa perencanaan ini mungkin tampak tidak masuk akal bagi banyak orang lain, namun ini adalah kenyataan bagi mereka yang hidup dengan diabetes di banyak bagian dunia (Kalra et al., 2013) (Anjana et al., 2013).

6. Prognosis

Diabetes dalam kehamilan yang tidak dikelola secara optimal akan menyebabkan morbiditas pada ibu dan bayi. Jangka pendek efek pada janin adalah risiko makrosomia, bawaan anomali atau berat badan lahir rendah. Insiden makrosomia pada GDM dengan kontrol glikemik yang buruk adalah 40%. Makrosomia meningkatkan risiko distosia selama persalinan dan asfiksia. Peningkatan risiko makrosomia dikaitkan dengan konsentrasi glukosa darah setelah makan bukan konsentrasi glukosa darah rata-rata dalam satu hari. Panjang efek jangka pada ibu termasuk risiko berkembang gangguan toleransi glukosa dan diabetes tipe 2. Selagi bayi mungkin memiliki peningkatan risiko obesitas dan IGT di kemudian hari. Oleh karena itu, kontrol glikemik yang memadai selama kehamilan adalah penting untuk mencegah komplikasi pada ibu dan bayi (Purnama, D et al., 2013)

7. Terapi

Terapi nutrisi dan aktivitas fisik adalah pengobatan awal GDM. Metode terapi nutrisi yang tepat dan fleksibel yang berhasil mengatur kadar glikemia ibu sambil meningkatkan pertumbuhan janin yang diharapkan memiliki konsep yang luas. Sementara itu, suplemen makanan dengan efek menguntungkan terbukti dapat memainkan peran penting dalam meningkatkan defisiensi dan meningkatkan profil metabolisme pasien.

Manajemen nutrisi adalah pengobatan utama untuk diabetes mellitus gestasional dan kelebihan berat badan / obesitas merupakan perihail utama dalam konseling rawat inap dan intervensi selama kehamilan. Meskipun banyak penelitian yang dilakukan, bidang ini merupakan area penelitian aktif dan memerlukan lebih banyak penelitian klinis untuk meminimalkan komplikasi ibu dan janin (Dolatkhah et al., 2018).

C. Tinjauan Tentang Pendidikan Berbasis Aplikasi

1. Aplikasi

Aplikasi adalah sebuah perangkat lunak yang menjadi front end dalam sebuah sistem yang digunakan untuk mengolah data menjadi suatu informasi yang berguna orang-orang dan sistem yang bersangkutan.

Istilah aplikasi berasal dari bahasa Inggris application yang berarti penerapan, lamaran ataupun penggunaan. Sedangkan secara istilah, pengertian aplikasi adalah suatu program yang siap untuk digunakan yang dibuat untuk melaksanakan suatu fungsi bagi pengguna jasa aplikasi serta penggunaan aplikasi lain yang dapat digunakan oleh suatu sasaran yang akan dituju. Menurut kamus komputer eksekutif, aplikasi mempunyai arti yaitu pemecahan masalah yang menggunakan salah satu teknik pemrosesan data aplikasi yang biasanya berpacu pada sebuah komputasi yang diinginkan atau diharapkan maupun pemrosesan data yang diharapkan (Safaat, 2014).

Adapun definisi aplikasi menurut para ahli (Lepank, 2015) :

a. Menurut Hendrayudi

Aplikasi adalah kumpulan perintah program yang dibuat untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan tertentu (khusus).

b. Menurut Ali Zaki dan Smitdev Community

Aplikasi adalah komponen yang berguna melakukan pengolahan data maupun kegiatan-kegiatan seperti pembuatan dokumen atau pengolahan data.

Aplikasi adalah bagian PC yang berinteraksi langsung dengan user.

Aplikasi berjalan di atas sistem operasi, sehingga agar aplikasi bisa diaktifkan, perlu dilakukan instalasi sistem operasi terlebih dahulu.

- c. Menurut Hengky W. Pramana Aplikasi adalah satu unit perangkat lunak yang dibuat untuk melayani kebutuhan akan beberapa aktivitas seperti sistem perniagaan, game, pelayanan masyarakat, perklanan, atau semua proses yang hampir dilakukan manusia.
- d. Menurut R. Eko. I dan Djokopran Aplikasi merupakan proses atau prosedur aliran data dalam infrastruktur teknologi informasi yang dapat dimanfaatkan oleh para pengambil keputusan yang sesuai dengan jenjang dan kebutuhan (relevan).
- e. Menurut Rachmad Hakim. S.
Aplikasi merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk tujuan tertentu, seperti mengolah dokumen, mengatur Windows, permainan (game), dan sebagainya. Sistem informasi pemantauan dan evaluasi pelayanan kesehatan dasar pada Ibu dirancang dengan fitur berupa fungsi-fungsi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Sistem dirancang untuk membantu koordinator Kesehatan Ibu dan Anak (KIA). Membangun dan mengembangkan perangkat lunak diperlukan perancangan spesifikasi perangkat lunak yang tepat agar perangkat lunak yang akan dikembangkan memiliki deskripsi fungsi yang sesuai dengan yang dibutuhkan pada masing-masing pengguna (Rusdiana & Setiawan, 2018).

2. Android

Android merupakan salah satu sistem operasi yang dipergunakan pada telepon selular dan komputer tablet layar sentuh (*touch screen*)

dengan berbasis Linux (Kasman, 2015). Basis system operasi android adalah kernel linux yang merupakan open source sehingga sistem operasi android memungkinkan pengembang untuk selalu menciptakan aplikasi android sendiri yang bisa digunakan untuk berbagai macam alat yang bergerak (mobile).

3. Pendidikan Kesehatan

Pendidikan kesehatan dalam arti pendidikan. secara umum adalah segala upaya yang direncanakan untuk mempengaruhi orang lain, baik individu, kelompok, atau masyarakat, sehingga mereka melakukan apa yang diharapkan oleh pelaku pendidikan atau promosi kesehatan. Dan batasan ini tersirat unsure-unsur input (sasaran dan pendidik dari pendidikan), proses (upaya yang direncanakan untuk mempengaruhi orang lain) dan output (melakukan apa yang diharapkan). Hasil yang diharapkan dari suatu promosi atau pendidikan kesehatan adalah perilaku kesehatan, atau perilaku untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan yang kondusif oleh sasaran dari promosi kesehatan. (No-toadmojo, 2012)

4. Alat Bantu dan Media Pendidikan Kesehatan

a) Alat bantu (peraga)

1. Pengertian ;

Alat-alat yang digunakan oleh peserta didik dalam menyampaikan bahan pendidikan/pengajaran, sering disebut sebagai alat peraga. Elgar Dale membagi alat peraga tersebut menjadi 11

(sebelas) macam, dan sekaligus menggambarkan tingkat intensitas tiap-tiap alat bantu tersebut dalam suatu kerucut. Menempati dasar kerucut adalah benda asli yang mempunyai intensitas tertinggi disusul benda tiruan, sandiwara, demonstrasi, field trip/kunjungan lapangan, pameran, televisi, film, rekaman/radio, tulisan, kata-kata. Penyampaian bahan dengan kata-kata saja sangat kurang efektif/intensitasnya paling rendah.

2. Faedah alat bantu pendidikan

- 1) Menimbulkan minat sasaran pendidikan.
- 2) Mencapai sasaran yang lebih banyak.
- 3) Membantu mengatasi hambatan bahasa.
- 4) Merangsang sasaran pendidikan untuk melaksanakan pesan-pesan kesehatan.
- 5) Membantu sasaran pendidikan untuk belajar lebih banyak dan cepat.
- 6) Merangsang sasaran pendidikan untuk meneruskan pesan-pesan yang diterima kepada orang lain.
- 7) Mempermudah penyampaian bahan pendidikan/informasi oleh para pendidik/pelaku pendidikan.
- 8) Mempermudah penerimaan informasi oleh sasaran pendidikan. Menurut penelitian ahli indra, yang paling banyak menyalurkan pengetahuan ke dalam otak adalah mata. Ku-

rang lebih 75-87% pengetahuan manusia diperoleh/dialurkan melalui mata, sedangkan 13-25% lainnya tersalurkan melalui indra lain. Di sini dapat disimpulkan bahwa alat-alat visual lebih mempermudah cara penyampaian dan penerimaan informasi atau bahan pendidikan.

- 9) Mendorong keinginan orang untuk mengetahui, kemudian lebih mendalami, dan akhirnya memberikan pengertian yang lebih baik.
- 10) Membantu menegakkan pengertian yang diperoleh.

3. Macam-macam alat bantu pendidikan

- 1) Alat bantu lihat (visual aids) ;
 - a) alat yang diproyeksikan : slide, film, film strip dan sebagainya.
 - b) alat yang tidak diproyeksikan ; untuk dua dimensi misalnya gambar, peta, bagan ; untuk tiga dimensi misalnya bola dunia, boneka, dsb.
- 2) Alat bantu dengar (audio aids) ; piringan hitam, radio, pita suara, dsb.
- 3) Alat bantu lihat dengar (audio visual aids) ; televisi dan VCD.

4. Sasaran yang dicapai alat bantu Pendidikan

- 1) Individu atau kelompok
 - 2) Kategori-kategori sasaran seperti ; kelompok umur, pendidikan, pekerjaan, dsb.
 - 3) Bahasa yang mereka gunakan
 - 4) Adat istiadat serta kebiasaan
 - 5) Minat dan perhatian
 - 6) Pengetahuan dan pengalaman mereka tentang pesan yang akan diterima.
5. Merencanakan dan menggunakan alat peraga
- Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :
- 1) Tujuan pendidikan, tujuan ini dapat untuk :
 - a) Mengubah pengetahuan / pengertian, pendapat dan konsep-konsep.
 - b) Mengubah sikap dan persepsi.
 - c) Menanamkan tingkah laku/kebiasaan yang baru.
 - 2) Tujuan penggunaan alat peraga
 - a) Sebagai alat bantu dalam latihan / penataran/pendidikan.
 - b) Untuk menimbulkan perhatian terhadap sesuatu masalah.
 - c) Untuk mengingatkan sesuatu pesan / informasi.
 - d) Untuk menjelaskan fakta-fakta, prosedur, tindakan.
6. Persiapan penggunaan alat peraga

Semua alat peraga yang dibuat berguna sebagai alat bantu belajar dan tetap harus diingat bahwa alat ini dapat berfungsi mengajar dengan sendirinya. Kita harus mengembangkan keterampilan dalam memilih, mengadakan alat peraga secara tepat sehingga mempunyai hasil yang maksimal.

Contoh : satu set *flip chart* tentang makanan sehat untuk bayi/anak-anak harus diperlihatkan satu persatu secara berurutan sambil menerangkan tiap-tiap gambar beserta pesannya. Kemudian diadakan pembahasan sesuai dengan kebutuhan pendengarnya agar terjadi komunikasi dua arah. Apabila kita tidak mempersiapkan diri dan hanya mempertunjukkan lembaran-lembaran *flip chart* satu demi satu tanpa menerangkan atau membahasnya maka penggunaan *flip chart* tersebut mungkin gagal.

7. Cara menggunakan alat peraga

Cara mempergunakan alat peraga sangat tergantung dengan alatnya. Menggunakan gambar sudah barang tentu lain dengan menggunakan film slide. Faktor sasaran pendidikan juga harus diperhatikan, masyarakat buta huruf akan berbeda dengan masyarakat berpendidikan. Lebih penting lagi, alat yang digunakan juga harus menarik, sehingga menimbulkan minat para pesertanya.

Ketika mempergunakan AVA, hendaknya memperhatikan :

- 1) Senyum adalah lebih baik, untuk mencari simpati.
- 2) Tunjukkan perhatian, bahwa hal yang akan dibicarakan/diperagakan itu, adalah penting.
- 3) Pandangan mata hendaknya ke seluruh pendengar, agar mereka tidak kehilangan kontrol dari pihak pendidik.
- 4) Nada suara hendaknya berubah-ubah, adalah agar pendengar tidak bosan dan tidak mengantuk.
- 5) Libatkan para peserta/pendengar, berikan kesempatan untuk memegang dan atau mencoba alat-alat tersebut.
- 6) Bila perlu berilah selingan humor, guna menghidupkan suasana dan sebagainya (Notoatmodjo, 2007b).

2. Media pendidikan Kesehatan

Media pendidikan kesehatan pada hakikatnya adalah alat bantu pendidikan (*audio visual aids/AVA*). Disebut media pendidikan karena alat-alat tersebut merupakan *alat saluran (channel)* untuk menyampaikan kesehatan karena alat-alat tersebut digunakan untuk *mempemudah* penerimaan pesan-pesan kesehatan bagi masyarakat atau "klien". Berdasarkan fungsinya sebagai penyaluran pesan-pesan kesehatan (media), media ini dibagi menjadi 3 (tiga) : Cetak, elektronik, media papan (bill board)

a. Media cetak

- 1) *Booklet* : untuk menyampaikan pesan dalam bentuk buku, baik tulisan maupun gambar.

- 2) *Leaflet* : melalui lembar yang dilipat, isi pesan bisa gambar/tulisan atau keduanya.
 - 3) *Flyer (selebaran)* ; seperti leaflet tetapi tidak dalam bentuk lipatan.
 - 4) *Flip chart (lembar Balik)* ; pesan/informasi kesehatan dalam bentuk lembar balik. Biasanya dalam bentuk buku, dimana tiap lembar (halaman) berisi gambar peragaan dan di baliknya berisi kalimat sebagai pesan/informasi berkaitan dengan gambar tersebut.
 - 5) *Rubrik/tulisan-tulisan* pada surat kabar atau majalah, mengenai bahasan suatu masalah kesehatan, atau hal-hal yang berkaitan dengan kesehatan.
 - 6) *Poster* ialah bentuk media cetak berisi pesan-pesan/informasi kesehatan, yang biasanya ditempel di tembok-tembok, di tempat-tempat umum, atau di kendaraan umum.
 - 7) Foto, yang mengungkapkan informasi-informasi kesehatan.
- b. Media elektronik
- 1) Televisi ; dapat dalam bentuk sinetron, sandiwara, forum diskusi/tanya jawab, pidato/ceramah, TV, Spot, quiz, atau cerdas cermat, dll.
 - 2) Radio ; bisa dalam bentuk obrolan/tanya jawab, sandiwara radio, ceramah, radio spot, dll.
 - 3) Video Compact Disc (VCD)

- 4) Slide : slide juga dapat digunakan untuk menyampaikan pesan/informasi kesehatan.
- 5) Film strip juga dapat digunakan untuk menyampaikan pesan kesehatan.
- c. Media papan (bill board)

Papan/bill board yang dipasang di tempat-tempat umum dapat dipakai diisi dengan pesan-pesan atau informasi – informasi kesehatan. Media papan di sini juga mencakup pesan-pesan yang ditulis pada lembaran seng yang ditempel pada kendaraan umum (bus/taksi) (Notoatmodjo, 2007a).

D. Tinjauan Tentang Micronutrien

Tabel 1. Pemberian MMN pada Wanita Prekonsepsi, Hamil dan Nifas dengan Komposisi per kapsul

Zat Gizi	Jumlah per Kapsul	% AKG Ibu Hamil	% AKG WUS
Vitamin A	2675 IU	100%	160%
Vitamin C	55 mg	65%	73%
Vitamin D ₃	200 IU	33%	33%
Vitamin E	22.5 IU	135%	135%
Vitamin B ₁	1.4 mg	100%	127%
Vitamin B ₂	1.4 mg	82.5%	100%
Niacin	18 mg	112%	150%
Vitamin B6	1.9 mg	112%	150%
Asama Folat**	600 mcg	160%	150%
Vitamin B ₁₂	2.6 mcg	100%	108%
Besi	27 mg	100%	100%
Yodium	250 mcg	113%	167%
Zink	10 mg	83%	76.9%
Selenium	30 mcg	85.7%	100%
Tembaga	1.15 mg	115%	127%

*Permenkes nomor 75 tahun 2013 tentang Angka Kecukupan Gizi

**WHO,2012: *Guideline Daily iron and Folid Acid Supplementation in pregnant women*, Geneva, World Health Organization

1) Vitamin A

Vitamin A dikenal pula dengan nama lain yaitu akseloroftol (axerophtol), asam retinoat, retinal, retinol dan dehidroretinol. Sampai tahun 1987, aktivitas vitamin A pada jaringan tanaman/hewan dinyatakan dalam unit internasional (*International unit, IU*)(Muchtadi, 2014). Fungsi vitamin A adalah memberikan kontribusi terhadap reaksi fotokimia dalam retina. Sumber makanan untuk vitamin A meliputi sayuran berdaun hijau, buah-buahan berwarna kuning pekat, hati sapi, susu, margarin dan mentega (Walsh, 2007). Vitamin A juga berfungsi dalam sistem penglihatan, fungsi pembentukan kekebalan dan fungsi reproduksi. Kebutuhan normal ibu hamil pada vitamin A menurut DEPKES RI, (1996) adalah sebanyak 800-2.100 IU (Internasional Unit) per hari (Prasetyono, 2009).

Anemia bisa disebabkan oleh karena kekurangan vitamin A dimana vitamin A berperan pada modulasi eritropoiesis. Vitamin A berperan menstimulasi transkripsi eritropoietin yaitu hormon yang berperan merangsang eritropoiesis dengan meningkatkan jumlah sel progenitor yang terikat untuk eritropoiesis (Neumann dkk., 2003; Ramakrishnan dkk., 2018; Rosanne dkk., 2005). Vitamin A diperlukan dalam berbagai tahapan dan fase kehidupan wanita. Saat hamil, vitamin A diperlukan untuk proses perkembangan jantung, paru-paru, ginjal, mata, dan tulang janin. Setelah melahirkan, vitamin A bisa membantu memperbaiki jaringan tubuh ibu,

menurunkan risiko terjadinya infeksi, memperkuat daya tahan tubuh, dan menjaga kesehatan penglihatan.

Vitamin A perlu diberikan dan penting bagi ibu selama dalam masa nifas. Pemberian kapsul vitamin A pada ibu nifas dapat menaikkan jumlah kandungan vitamin A dalam ASI, sehingga pemberian Vitamin A (400.000 unit) pada ibu nifas sangatlah penting, selain bermanfaat bagi ibu, kapsul vitamin A juga bermanfaat pada bayi karena pada masa nifas ibu menyusui bayinya, sehingga secara tidak langsung bayipun juga memperolehnya (Aroni, 2012). Hasil penelitian Cahyanto dan Rosita menunjukkan bahwa asupan vitamin A berhubungan signifikan dengan produksi ASI ($p < 0.05$). Semakin tinggi asupan vitamin A pada ibu nifas, maka produksi Air Susu Ibu untuk bayi akan semakin tercukupi (Chahyanto & Roosita, 2014).

2) Vitamin C

Suplemen vitamin C dapat membantu mengurangi risiko komplikasi kehamilan seperti preeklampsia, pembatasan pertumbuhan intrauterin, dan anemia ibu. Ada kebutuhan untuk mengevaluasi kemanjuran dan keamanan suplementasi vitamin C pada kehamilan. Suplementasi bersamaan vitamin C dan vitamin E tidak mencegah pre-eklampsia pada wanita yang berisiko, tetapi meningkatkan jumlah bayi yang lahir dengan berat lahir rendah. Dengan demikian, penggunaan antioksidan dosis tinggi ini tidak dibenarkan pada kehamilan. Namun Suplemen vitamin C dapat membantu mengurangi risiko komplikasi kehamilan seperti preeklampsia, pembatasan pertumbuhan intrauterin, dan anemia ibu (Rumbold, dkk., 2016).

Asupan vitamin C yang rendah dalam diet dikaitkan dengan kecenderungan peningkatan insiden pre-eklampsia berat, eklampsia (Rumbold dkk., 2016; KleMMEnsen dkk., 2009). Meski kecil uji coba terkontrol secara acak menunjukkan kejadian pre-eklampsia lebih rendah pada wanita berisiko tinggi yang diberi suplemen antioksidan vitamin C dan E dengan dosis tinggi (KleMMEnsen dkk., 2009)

3) Vitamin D3

Vitamin D3 membantu memaksimalkan penyerapan kalsium dan fosfor yang penting untuk pembentukan tulang yang sehat. Vitamin ini juga membantu memperkuat sistem kekebalan tubuh, susunan pertumbuhan sel, mengurangi peradangan, meningkatkan kekuatan otot, mendorong produksi hormon, dan mencegah depresi. Kebanyakan orang akan mendapatkan cukup vitamin D dengan menghabiskan 10 menit bermandikan sinar matahari pagi dan sore hari dari bagian-bagian tubuh yang terpapar matahari. Dengan paparan sinar matahari yang terbatas, asupan 400 IU / hari vitamin D3 tidak menopang kadar 25 D (OH) ibu yang bersirkulasi, dan dengan demikian, hanya memasok vitamin D dalam jumlah sangat terbatas kepada bayi menyusui melalui ASI (Wagner, dkk., 2006).

4) Vitamin E

Vitamin E merupakan jenis vitamin larut lemak yang lebih dikenal dengan *Alpha TE* atau *Alpha Tocopherol*. Asupan vitamin E untuk ibu hamil amat diperlukan dengan dosis yang tepat. Vitamin E memiliki fungsi utama sebagai antioksidan untuk melindungi sel-sel dari berbagai jenis kerusakan.

Oleh karena itu, kelebihan maupun kekurangan asupan vitamin ini bisa membahayakan bagi ibu hamil. Pada bayi premature, defisiensi terjadi akibat kesulitan dalam penyerapan vitamin E. dalam kasus seperti ini, vitamin E dapat diberikan secara injeksi atau oral dalam bentuk *water-miscible* bentuk ini merupakan vitamin yang siap diserap. Berdasarkan kadar vitamin E di dalam plasma, dikatakan defisiensi jika kadar vitamin E kurang dari 6,5 µg/ml, normal bila kadar vitamin dalam plasma sekitar 8,6-10,8 µg/ml dan optimum jika kadar vitamin dalam plasma sama dengan 10,8 µg/ml (Muchtadi, 2014).

Kekurangan vitamin E selama kehamilan dapat menyebabkan keguguran, kelahiran prematur, preeklampsia, dan pembatasan pertumbuhan intrauterin. Ulasan ini menyoroti temuan baru-baru ini yang mengarah pada pemahaman yang lebih baik tentang penyerapan vitamin E, transportasi, ketersediaan hayati, dan perannya dalam kehamilan, dan yang menggarisbawahi perlunya evaluasi ulang manfaat potensial dari suplementasi vitamin E pada wanita hamil (Gagné, dkk., 2009).

5) Vitamin B1 (Tiamin)

Apabila terjadi defisiensi vitamin B1 maka selera makan akan turun, depresi dan gangguan pada system syaraf (*neuromuscular*). Bila defisiensi berlanjut akan timbul penyakit beri-beri. Gejala beri-beri adalah sebagai berikut: (a) system syaraf dan kardiovaskular terpengaruh, (b) *mental confusion*, (c) lemah otot, (d) hilangnya sentakan lutut dan sikut, (e) nyeri pada otot kepala, (f) kelumpuhan, (g) oedema (*wet beri-beri*), (h) otot mengkerut

(*dry beri-beri*) dan (i) jantung membesar (Muchtadi, 2014). *Ensefalopati Wernicke* (WE) adalah komplikasi langka yang mengancam jiwa setelah hiperemesis gravidarum berat. Administrasi tiamin yang cepat adalah kunci untuk mencegah gejala sisa yang membahayakan. Hal ini juga mengakibatkan bayi menjadi kecil pada kehamilan. WE adalah gangguan neurologis akut yang disebabkan oleh defisiensi vitamin B1 (tiamin). Khususnya dalam kehamilan, kondisi ini dapat mengakibatkan hasil yang merugikan termasuk kehilangan kehamilan spontan, pembatasan pertumbuhan intrauterin, dan kelahiran premature (Arsad dkk., 2017).

6) Vitamin B2 (Riboflavin)

Awal terjadinya kekurangan riboflavin (*ariboflavinosis*), ditandai oleh *cheilosis* yaitu peradangan pada sudut mulut dan bibir. Defisiensi yang berlanjut dapat menyebabkan glossitis yaitu lidah menjadi halus dan berwarna merah keunguan, serta peradangan kulit yang bersisik. Pada umumnya penderita beri-beri dan defisiensi protein juga mengalami defisiensi riboflavin (Muchtadi, 2014)

7) Niacin

Defisiensi niasin menyebabkan timbulnya pellagra. Istilah pellagra berasal dari Bahasa Italia, *pelle* (kulit) dan *agra* (kasar). Penyakit pellagra stadium lanjut dicirikan oleh *three d's of pellagra*, yaitu dermatitis, diare dan depresi. Gejala awal defisiensi niasin adalah tenggorokan seperti terbakar, lidah merah dan bengkak. Gejala awal hampir sama dengan riboflavin. Gejala neurologic berhubungan dengan degenerasi jaringan syaraf dan

gejalanya adalah insomnia, iritasi, vertigo, pusing dan halusinasi pada kondisi kronis (Muchtadi, 2014).

8) Vitamin B6

Vitamin B6 atau pyridoxine adalah nutrisi yang sangat penting bagi fungsi darah, kulit, dan sistem saraf pusat. Bagi ibu hamil dan menyusui, kebutuhan nutrisi tentu saja akan meningkat. Termasuk asupan mikronutrien yang perlu dipenuhi lebih banyak dari biasanya, misalnya vitamin B6 untuk ibu hamil. Status vitamin B6 yang rendah dapat ditemukan 5x lebih sering pada bayi yang lahir dari ibu yang tidak mendapatkan suplementasi B6 selama masa kehamilan (Friel, dkk., 2001). Angka kecukupan gizi (AKG) harian vitamin B6 bervariasi berdasarkan usia, jenis kelamin, dan kondisi kesehatan masing-masing. Ketahui AKG harian dari vitamin B6 berikut ini: Usia 0-6 bulan: 0,1 mg, Ibu hamil: 1,9 mg, Ibu menyusui: 2 mg.

Bayi yang lahir dengan prematur, kebutuhan akan vitamin B6 meningkat pada postnatal disebabkan akumulasi minimal vitamin tersebut di dalam uterus dan peningkatan kebutuhan untuk organ-organ tubuh yang belum matang. Vitamin B6 yang terutama banyak ditemukan di dalam air susu ibu bayi yang tidak prematur terbukti mempercepat perkembangan bayi, terlihat dari peningkatan signifikan panjang bayi, lingkar kepala dan berat badan. Sayangnya, air susu ibu bayi prematur tidak mencukupi kebutuhan vitamin B6 bagi bayi prematur dan lebih sedikit konsentrasi vitamin B6 jika dibandingkan dengan ASI pada ibu bayi matur (Kang-Yoon dkk., 1995).

Membantu tubuh ibu dan janin memetabolisme protein dan karbohidrat. Membantu membentuk sel darah merah baru, antibodi, dan neurotransmitter pada janin. Pembentukan Heme membutuhkan vitamin B6, dan defisiensi B6 dapat berakibat anemia sideroblastik. Penelitian menunjukkan bahwa vitamin B6 juga mampu meringankan mual dan muntah (morning sickness) ibu hamil. Membantu menjaga kadar glukosa darah tetap sehat, perubahan karbohidrat menjadi gula dalam darah sangat bergantung pada vitamin B6 dalam darah. Pada otak dan persarafan berfungsi membentuk neurotransmitter (serotonin, dopamin dan GABA) membutuhkan vit B6. Defisiensi vitamin B6 dapat berakibat depresi.

9) Asam Folat

Defisiensi Asam folat merupakan komponen penting yang harus dipenuhi sebelum kehamilan dan selama masa-masa awal kehamilan untuk mencegah defek tabung saraf serta berbagai abnormalitas kongenital yang terkait dengan asam folat seperti defek jantung, anomali saluran kemih, *cleft oral facial*, dan defek anggota gerak. Oleh karena itu, pemberian suplementasi asam folat diberikan untuk wanita yang sedang mempersiapkan kehamilan. Semua wanita yang berada dalam usia reproduktif (12-45 tahun) yang masih memiliki kemungkinan untuk hamil disarankan untuk mengonsumsi asam folat dalam suplementasi multivitamin dalam kunjungan kesehatannya (Ilham, dkk., 2018).

Asam folat berperan dalam metabolisme asam amino yang diperlukan dalam pembentukan sel darah merah (Mahenaz & Ismail, 2011).

Penelitian tentang kontribusi asam folat dan kadar haemoglobin pada ibu hamil terhadap pertumbuhan otak janin di kabupaten karawang tahun 2011 oleh Jundra Darwanti, Ari Antini menunjukkan hasil ada hubungan yang bermakna antara kadar asam folat dengan ukuran lingkaran kepala janin dan antara kadar haemoglobin dengan ukuran lingkaran kepala besarnya pengaruh asam folat terhadap ukuran lingkaran kepala sebesar 26,7 persen dan Hb sebesar 25,8 persen. Sedangkan secara bersama-sama folat dan Hb berpengaruh sebesar 34,4 persen (Darwanti & Antini, 2015).

10) Vitamin B12

Kekurangan vitamin B12 dan asam folat selama kehamilan berhubungan dengan peningkatan risiko kelahiran prematur, berat bayi lahir rendah dan terganggunya pertumbuhan janin (Charles dkk., 2005). Selain itu kekurangan B12 dapat menyebabkan kesemutan, gangguan penglihatan, alzheimer dan demensia (Rathod dkk. 2016). Sebanyak 80% ibu dengan kadar asam folat >27,00 nmol/L melahirkan bayi dengan ukuran lingkaran kepala normal, sementara ibu dengan kadar asam folat rendah <27,00 nmol/L hanya 15,4% (Darwanti & Antini 2011).

11) Besi

Pemberian suplementasi besi sudah dicanangkan oleh pemerintah sebagai salah satu cara menanggulangi anemia pada ibu hamil, namun pada kenyataannya belum terlihat adanya hasil yang signifikan terhadap suplementasi besi pada ibu hamil yang bisa dilihat dari prevalensi anemia yang masih tinggi pada hasil RISKESDAS 2013. Kekurangan zat gizi mikro (mikronutrien) dapat menyebabkan penurunan status gizi dan gangguan

kesehatan seperti anemia. Anemia adalah suatu kondisi di mana kadar hemoglobin dalam darah rendah. Untuk ibu hamil dikatakan anemia bila kadar Hb < 11 mg/dl. Penyebab anemia pada ibu hamil sebagian besar karena defisiensi mikronutrien seperti zat besi, asam folat, dan vitamin B12. Untuk mencegah anemia maka kebutuhan zat gizi selama kehamilan harus terpenuhi (Murbawani, 2017).

Ketika jumlah penyerapan zat besi meningkat, cadangan zat besi dalam tubuh juga akan meningkat, sehingga dapat mencegah anemia pada wanita hamil (Siti Asiyah, dkk., 2017). Hal ini telah dibuktikan di Thailand bahwa penyebab utama anemia pada ibu hamil adalah karena defisiensi besi (43,1%. Demikian pula dengan studi di Tanzania memperlihatkan bahwa anemia ibu hamil berhubungan dengan defisiensi zat besi, vitamin A dan status gizi (LILA). Terdapat korelasi yang erat antara anemia pada saat kehamilan dengan kematian janin, abortus, cacat bawaan, berat bayi lahir rendah, cadangan zat besi yang berkurang pada anak atau anak lahir dalam keadaan anemia gizi (Susiloningtyas, 2012).

Defisiensi zat besi (Fe) berperan besar dalam kejadian anemia, namun defisiensi zat gizi lainnya seperti vitamin A, vitamin B12, dan asam folat juga berperan terhadap kejadian anemia (McLean, dkk., 2009). Hasil suplementasi berbentuk springkles yang mengandung 12.5 mg besi, 5 mg seng, 400 mg vitamin A, 160 mg asam folat, dan 30 mg vitamin C selama 2 minggu pemberian terbukti dapat menurunkan anemia di Haiti (Menon dkk., 2007).

12) Yodium

Yodium adalah zat mineral yang sangat berperan dalam memproduksi hormon tiroid. Sementara, hormon tiroid merupakan hormon yang memegang peran penting dalam perkembangan otak dan organ tubuh, pertumbuhan anak, pencernaan dan metabolisme makanan, mengatur suhu tubuh, dan mengendalikan kontraksi otot. Ibu hamil rentan kekurangan iodium karena mengalami perubahan metabolik dan hormonal. Defisiensi iodium pada ibu hamil berdampak pada tumbuh kembang janin. Determinan dari kelanjutan hidup bayi baru lahir dan kualitas hidupnya dapat dilihat dari keadaan bayi saat dilahirkan dinilai berdasar ukuran proporsi tubuh saat lahir (Pibriyanti, & Pemayun, 2017).

Ibu hamil merupakan kelompok yang paling rentan terhadap kekurangan iodium. Hipotiroid yang terjadi pada masa kehamilan di daerah endemic berkaitan dengan meningkatnya insiden abortus spontan, lahir mati, anomali kongenital, kelahiran prematur, kematian bayi dini, juga terjadi peningkatan angka kejadian hipertirotropinemia neonatal sementara dibanding daerah cukup iodium (Chakraborty dkk., 2006; Hartono, 2002; Casey, 2006).

Ketika masa kehamilan tiba, yodium bertanggung jawab atas perkembangan otak dan saraf serta pertumbuhan janin. Dengan jumlah yodium yang cukup, sel saraf bayi dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Sebaliknya, kekurangan yodium saat hamil akan membuat janin tidak tumbuh dan berkembang dengan sempurna, sehingga menyebabkan bayi

lahir cacat dan berat badan lahir rendah. Selain itu, kekurangan yodium saat hamil juga dapat menyebabkan ibu mengalami keguguran atau bayi lahir mati. Kekurangan yodium selama kehamilan dapat menyebabkan peningkatan risiko aborsi spontan, kelahiran prematur dan kematian bayi dini, serta hipertiropinemia neonatal sementara. Kekurangan ini juga memiliki efek buruk pada perkembangan nada bayi, karena dapat menyebabkan hipotonia pada bayi ekstremitas dan otot aksial selama awal kehidupan (Hartono, 2002).

13) Zink

Seng adalah elemen kunci untuk pertumbuhan dan perkembangan. Defisiensi seng biasanya juga diikuti oleh defisiensi vitamin A. Defisiensi seng atau malnutrisi protein akan mengganggu fungsi vitamin A dengan jalan mencegah tingkat pembebasan normal dari penyimpanannya dalam hati, sehingga apabila seseorang anemia karena kekurangan vitamin A perlu diberikan suplemen kombinasi vitamin A dan seng untuk lebih efektifkan peningkatan kadar hemoglobin. Telah disarankan bahwa kadar seng serum yang rendah dapat dikaitkan dengan hasil kehamilan suboptimal seperti persalinan lama, perdarahan postpartum atonic, hipertensi yang diinduksi kehamilan, persalinan prematur dan kehamilan pasca-persalinan, meskipun banyak dari asosiasi ini belum ditetapkan.

Tidak ada pola yang berbeda yang terlihat pada subkelompok wanita dengan kadar seng dan nutrisi yang rendah versus normal atau pada wanita yang mematuhi pengobatannya dibandingkan dengan mereka yang tidak.

Kualitas bukti dari GRADE adalah moderat untuk kelahiran prematur, usia kehamilan kecil, dan berat lahir rendah, dan rendah untuk kematian bayi lahir mati atau neonatal dan berat lahir. Tidak ada bukti yang meyakinkan bahwa suplementasi seng selama kehamilan menghasilkan manfaat lain yang bermanfaat dan penting. Karena hubungan prematur dapat mencerminkan gizi buruk, penelitian untuk mengatasi cara meningkatkan status gizi keseluruhan populasi di daerah miskin, daripada berfokus pada mikronutrien dan atau suplementasi seng dalam isolasi, harus menjadi prioritas mendesak (Ota E, 2015).

Pada penelitian Wang dkk (2015), menyimpulkan bahwa pertama, defisiensi zinc ibu selama kehamilan meningkatkan risiko bayi BBLR dan SGA (*small for gestational age*); kedua, defisiensi seng ibu selama tahap kehamilan awal meningkatkan risiko bayi SGA, sementara defisiensi seng selama tahap kehamilan berikutnya menghasilkan insiden bayi BBLR; ketiga, ada hubungan antara kadar seng serum ibu, peradangan plasenta dan kejadian bayi SGA. Pembatasan seng ibu selama kehamilan memengaruhi pertumbuhan janin, sementara suplementasi zinc yang cukup selama kehamilan dapat mengurangi risiko kelahiran prematur (Terrin dkk., 2015).

14) Selenium

Selenium merupakan bagian penting enzim glutathion peroksidase yang dapat menghancurkan peroksida yang terbentuk dari hasil oksidasi lemak di dalam tubuh. Fungsi selenium berhubungan dengan fungsi hati, pelepasan energy oleh sel dan pembentukan protein struktural sel sperma.

Karena vitamin E merupakan “*scavenger*” (penangkap) radikal bebas (termasuk peroksida), terdapat hubungan terbalik antara kadar vitamin E dalam pangan yang dikonsumsi dengan kebutuhan tubuh akan selenium (Muchtadi, 2014).

Kekurangan selenium dapat menyebabkan komplikasi kehamilan, keguguran dan kerusakan sistem saraf dan kekebalan tubuh janin. Konsentrasi rendah selenium dalam serum darah pada tahap awal kehamilan telah terbukti sebagai prediktor berat lahir rendah bayi baru lahir. Kekurangan elemen ini juga dapat menyebabkan infertilitas pada pria dengan menyebabkan penurunan kualitas semen dan motilitas sperma. Karena alasan ini, suplementasi dalam kasus defisiensi selenium dalam periode prokreasi baik wanita maupun pria adalah sangat penting (Pieczyńska & Grajeta, 2015). Sebuah penelitian di Iran menunjukkan bahwa suplementasi dengan selenium selama kehamilan mungkin merupakan pendekatan yang efektif untuk pencegahan depresi postpartum (Mokhber dkk., 2011).

Pengangkutan selenium dari ibu ke janin dan kemungkinan dampaknya pada kadar seng, tembaga, kadmium, dan merkuri ibu dipelajari bersama selama trimester pertama. Peran selenium sebagai biomarker untuk fungsi vital diperkirakan dengan mempelajari hubungan antara jaringan atau konten selenium darah dan aktivitas enzim sitokrom P450 plasenta dan berat lahir bayi baru lahir. Terlepas dari asupan selenium ibu, konsentrasi yang lebih tinggi ditemukan dalam darah tali pusat daripada di darah ibu yang mencerminkan transportasi aktif selenium ke janin.

Merokok aktif dikaitkan dengan konsentrasi selenium plasenta yang lebih tinggi seperti yang dikaitkan dengan konsentrasi seng plasenta yang lebih tinggi. Ketika konsentrasi kadmium tinggi dalam plasenta, seperti pada perokok, transfer selenium dari darah ke plasenta meningkat, menurunkan kadar selenium dalam darah.

Konsentrasi selenium yang tinggi dalam darah dihubungkan dengan konsentrasi kadmium yang lebih rendah dalam plasenta juga pada yang bukan perokok. Selenium memiliki korelasi dengan tembaga dan seng. Aktivitas ECOD dalam jaringan plasenta, merkuri pada rambut ibu, usia ibu, dan konsentrasi selenium dalam darah tali pusat dan selenium plasenta semuanya tampaknya memiliki hubungan dengan enzim metabolisme-xenobiotik yang terkait dengan efek terkait di antara para ibu. Data ini menunjukkan bahwa selenium memiliki peran aktif dalam sistem pertahanan ibu terhadap toksisitas polutan lingkungan dan konstituen asap rokok (Kantola dkk., 2004).

15) Tembaga

Fungsi tembaga dalam tubuh antara lain: (a) mencegah terjadinya anemia, dengan membantu penyerapan Fe, merangsang sintesis fraksi heme atau globin serta melepaskan Fe simpanan dari ferritin dan hati, (b) diperlukan untuk sintesa fosfolipida (untuk pembentukan myelin yang menyelimuti serat syaraf, (c) sebagai bagian dari enzim-enzim pernafasan, untuk proses pelepasan energy, (d) bersama vitamin C dapat mempertahankan

kan aktivitas enzim-enzim yang tersangkut dalam sintesis elastin dan kolagen (e) sebagai bagian dari enzim tirosinase yang mengkatalisis konversi tirosin menjadi melanin (pigmen kulit dan rambut) (Muchtadi, 2014).

Tembaga memegang peranan penting dalam proses pembentukan haemoglobin yang membawa oksigen dalam peredaran darah ke seluruh tubuh. Kekurangan tembaga diduga dapat menimbulkan anemia yang sulit dibedakan dari anemia yang memang disebabkan kurangnya zat besi dalam tubuh, karena tembaga turut berperan dalam oksidasi ion ferro menjadi ion feri dalam metabolisme hemoglobin. Metabolisme Cu dan Fe diketahui terkait, tetapi interaksi selama kehamilan kurang diteliti dengan baik. Dalam penelitian ini kami menggunakan tikus untuk menguji pengaruh defisiensi Cu selama kehamilan pada kadar Fe dan Cu dalam jaringan ibu dan janin dan pada profil ekspresi gen protein yang terlibat dalam metabolisme Cu dan Fe dalam plasenta. Penelitian ini menunjukkan bahwa kekurangan Cu selama kehamilan tidak hanya memiliki efek langsung pada kadar Fe tetapi juga mengatur ekspresi transporter Fe. Pola ini sangat mirip dengan defisiensi Fe, menunjukkan bahwa perubahan tersebut merupakan konsekuensi dari penurunan serum Fe, menyiratkan bahwa janin yang sedang berkembang tidak hanya menderita Cu, tetapi juga dari defisiensi Fe (Andersen, dkk., 2007).

1. Peran Glikemik

Pangan mempunyai peran ganda dalam kesehatan. Pola makan yang benar dapat meningkatkan derajat kesehatan individu, bahkan

dikatakan bahwa di dalam bahan pangan terkandung zat yang berkasiat obat. Sebaliknya, pola makan yang tidak tepat dapat menurunkan derajat kesehatan manusia, bahkan cenderung menimbulkan berbagai macam penyakit. Masyarakat dunia saat ini memberi perhatian khusus terhadap berkembangnya penyakit degeneratif, seperti kanker, jantung koroner, DM dan lain-lain. Diabetes Melitus merupakan penyakit degeneratif yang prevalensinya meningkat dengan pesat. Pada hari diabetes bulan November 2006 dilaporkan penderita DM di Indonesia telah mencapai 14 juta jiwa. Penyakit ini tidak dapat sembuh total dan berhubungan erat dengan gaya hidup masyarakat modern, namun, penderita DM tetap dapat hidup nyaman apabila dapat mengatur pola makan dan memilih jenis pangan yang tepat (Widowati, 2009).

Konsep IG dikembangkan untuk memberikan klasifikasi numerik dari makanan sumber karbohidrat yang diasumsikan bahwa data tersebut akan berguna dalam situasi dimana toleransi glukosa terganggu. Konsep IG adalah perpanjangan dari hipotesis serat bahwa makanan yang mengandung serat akan lebih lambat diserap oleh usus, sehingga makanan tersebut memiliki manfaat metabolik dalam kaitannya dengan DM dan pengurangan resiko penyakit jantung coroner (Jenkins et al, 2002) .

Menurut FAO (1998), IG didefinisikan sebagai luas area di bawah kurva respon glukosa darah dari 50g karbohidrat dari makanan uji yang dinyatakan sebagai persen terhadap 50g karbohidrat dari makanan standar yang diambil dari subjek yang sama. Pada awalnya, pangan karbohidrat

yang digunakan sebagai pangan standar untuk mengukur IG adalah glukosa murni dengan IG sebesar 100, tetapi saat ini pangan standar yang sering digunakan adalah roti putih (Jenkins et al, 2002). Menurut Cummings & Stephen (2007), Indeks glikemik (IG) adalah klasifikasi fisiologis makanan yang mengandung karbohidrat yang didasarkan pada sejauh mana makanan tersebut meningkatkan konsentrasi glukosa darah setelah makan (postprandial) dibandingkan dengan karbohidrat acuan dengan jumlah yang setara.

Pangan yang menaikkan kadar glukosa darah dengan cepat, memiliki IG tinggi, sebaliknya pangan yang menaikkan kadar glukosa darah dengan lambat, kandungan IG-nya rendah. Konsep IG disusun untuk semua orang yaitu orang yang sehat, penderita obesitas, penderita diabetes dan atlet (Cummings & Stephen, 2007). Menurut Ludwig (2000), makanan dengan IG rendah akan lebih lama menunda rasa lapar dibandingkan dengan makanan dengan IG tinggi. Hal ini dapat disimpulkan IG dapat membantu orang yang sedang menjalani program penurunan berat badan dengan memilih makanan yang IG-nya rendah.

Indeks glikemik membantu penderita diabetes dalam menentukan jenis pangan karbohidrat yang dapat mengendalikan kadar glukosa darah. Dengan mengetahui IG pangan, penderita DM dapat memilih makanan yang tidak menaikkan kadar glukosa darah secara drastis sehingga kadar glukosa darah dapat dikontrol pada tingkat yang aman. Konsep IG juga membantu atlet dalam memilih makanan untuk menunjang penampilan dan

daya tahan tubuhnya. Makanan dengan IG rendah akan dicerna dengan lambat dan akan menyimpan glikogen otot secara perlahan, sehingga glukosa ekstra akan tersedia sampai akhir pertandingan. Dengan cara ini, pangan ber-IG rendah akan meningkatkan daya tahan olahragawan (Rimbawan, 2004).

Secara tradisional karbohidrat telah dikategorikan berdasarkan struktur utama yang ada di dalamnya menjadi karbohidrat sederhana yaitu karbohidrat yang mengandung sebagian besar mono atau disakarida dan karbohidrat kompleks yang mengandung polisakarida atau pati, karena kategorisasi ini telah terjadi salah asumsi dimana diasumsikan bahwa semua karbohidrat sederhana akan memiliki respon glukosa yang cepat dalam tubuh manusia, dengan demikian tidak cocok untuk penderita diabetes dan orang dengan gangguan insulin, sementara karbohidrat kompleks yang diyakini memiliki respon glukosa yang lebih kecil dalam darah (Gibson, James. L, 2010).

Efek metabolisme berhubungan dengan tingkat penyerapan glukosa di usus kecil. Tingkat penurunan penyerapan glukosa setelah mengkonsumsi makanan sumber karbohidrat yang ber-IG rendah akan mengurangi kenaikan konsentrasi glukosa darah setelah makan (postprandial) pada hormon di usus misalnya, incretin (sejenis hormon yang disekresi saluran usus ketika makanan masuk, berfungsi mengatur dan mengontrol glukosa darah) dan insulin. Hormon inkretin terdiri dari GLP-1 (*glucagon-like peptide-1*) dan GIP (*glucose-dependent insulinotropic polypeptide*). Hormon inkretin ini

berfungsi untuk mengatur kontrol glukosa darah dan memperbaiki fungsi keseimbangan antara glukagon dan insulin dengan cara *glucose-dependent manner* (Suryono *et al*, 2008). Penyerapan karbohidrat secara berkepanjangan akan mempertahankan penekanan asam lemak bebas (FFA) dan respon *counterregulatory*, sehingga pada saat yang sama konsentrasi glukosa darah rendah, begitu sebaliknya (Jenkinset *al.*, 2002).

2. HbA1c

Hemoglobin glikat (HbA1c) adalah bentuk ikatan molekul glukosa dengan asam amino valin pada ujung rantai beta hemoglobin. *American Diabetes Association* merekomendasikan pemeriksaan HbA1c sebagai kontrol glikemik jangka panjang pasien DM. Keadaan hiperglikemia yang berlangsung lama pada penderita DM menyebabkan terbentuknya proses glikasi non enzimatis protein termasuk hemoglobin (HbA1c). Hemoglobin glikat menggambarkan rerata kadar glukosa darah dalam 2-3 bulan sebelumnya. Diketahui bahwa terdapat korelasi antara kadar gula darah dengan kadar HbA1c. Hasil pemeriksaan glukosa darah dan HbA1c digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk mengobati pasien DM. Selain itu, ADA juga sudah merekomendasikan HbA1c sebagai alat diagnosis pada seseorang yang berisiko tinggi terkena DM (ADA, 2015; DCCT,1993).

Kadar HbA1c tergantung dari umur eritrosit yang memiliki masa hidup sekitar 100 – 120 hari, sehingga kadar HbA1c menggambarkan rerata kadar glukosa selama 2 – 3 bulan sebelumnya. Keadaan

hiperglikemia yang berlangsung kronik dapat meningkatkan HbA1c sekitar 2-3 kali lipat. Peranan kadar glukosa darah terhadap HbA1c tergantung pada interval waktu. Kadar glukosa darah dalam 30 hari terakhir berkontribusi sebesar 50% terhadap kadar HbA1c, kadar glukosa darah hari ke-31 hingga hari ke-90 berkontribusi sebesar 40% terhadap kadar HbA1c dan kadar glukosa darah hari ke-91 hingga hari ke-120 hanya berkontribusi sebesar 10% dari kadar HbA1c. Hal ini menegaskan bahwa kadar glukosa darah yang terakhir lebih berperan dibandingkan kadar glukosa darah sebelumnya. Peranan kadar glukosa darah terhadap HbA1c tergantung pada interval waktu (Kilpatrick, 2000; Sack, 2005).

Terdapat beberapa keunggulan pemeriksaan HbA1c dibandingkan pemeriksaan kadar glukosa darah. Pemeriksaan sampel HbA1c dapat diambil kapan saja, sehingga pasien tidak perlu puasa. Hal ini jelas berbeda dengan pemeriksaan kadar GDP dan TTGO yang memerlukan persiapan puasa sedikitnya 8 jam. Kadar HbA1c juga relatif stabil pada suhu kamar, relatif tidak dipengaruhi variasi biologis, perubahan gaya hidup jangka pendek dan beberapa keadaan akut seperti stres ataupun olahraga (Little, 2009).

Hasil pemeriksaan HbA1c dapat meningkat palsu dan menurun palsu. Kondisi yang dapat menyebabkan kadar HbA1c meningkat palsu diantaranya adalah: anemia defisiensi besi, defisiensi vitamin B12, penurunan eritropoiesis, alkoholisme, gagal ginjal kronik, meningkatnya masa hidup eritrosit, splenektomi, hiperbilirubinemia, *carbamyated*

haemoglobin, penggunaan opiat yang kronik. Splenektomi menyebabkan kondisi meningkatnya usia rerata eritrosit di dalam sirkulasi, hal ini akan memperlambat bersihan eritrosit sehingga kadar HbA1c akan meningkat palsu (Speeckaert, 2014).

3. Pemeriksaan Glukosa Darah

a) Glukosa darah sewaktu (GDS)

Gula Darah Sewaktu adalah jenis pemeriksaan gula darah kapan pun tanpa memerhatikan waktu maupun kondisi seseorang. Pemeriksaan gula darah yang dilakukan setiap waktu sepanjang hari tanpa memperhatikan makanan terakhir yang dimakan dan kondisi tubuh orang tersebut. (Depkes RI, 1999). Biasanya jika normal, makan akan ditemukan angka gula darah yang ada di dalam batas normal dan angkanya dapat berubah sesuai dengan jenis makanan dan aktivitas sebelum melakukan tes.

b) Glukosa darah puasa (GDP)

Pemeriksaan glukosa darah puasa adalah pemeriksaan glukosa yang dilakukan setelah pasien berpuasa selama 8-10 jam. Pasien akan di-suruh puasa selama 8 jam penuh tanpa makan kecuali minum air putih, setelah itu tenaga kesehatan akan memeriksa glukosa darah pasien. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar insulin dalam menyeimbangkan glukosa darah.

c) Glukosa darah 2 jam setelah makan (GD2PP)

Pemeriksaan glukosa 2 jam setelah makan adalah pemeriksaan yang dilakukan 2 jam dihitung setelah pasien menyelesaikan makan. (Depkes RI, 1999). Pasien akan disuruh makan seperti biasanya, 2 jam setelahnya akan diperiksa glukosa darahnya. Pada umumnya setelah makan pasien akan mengalami kenaikan gula darah dan akan berangsur normal kira - kira dua jam setelahnya.

E. Tinjauan Umum Insulin, HbA1C, GDP, Homa-IR

1. Tinjauan tentang Insulin

Penggunaan insulin pada pasien diabetes melitus diindikasikan pada pasien dengan penurunan berat badan yang cepat, menderita ketoasidosis, asidosis laktat, dan koma hiperosmolar, pasien diabetes melitus yang mengalami stress berat seperti infeksi sistemik, operasi berat, diabetes melitus gestasional yang tidak terkontrol, serta diabetes melitus yang tidak berhasil dengan pengobatan OHO dosis maksimal. Pada pasien hipoglikemi dan hipersensitif pada insulin dikontraindikasikan pada penggunaan insulin.

Insulin berperan dalam penggunaan glukosa oleh sel tubuh untuk pembentukan energi. Apabila tidak ada insulin maka sel tidak dapat menggunakan glukosa sehingga proses metabolisme menjadi terganggu. Dalam penggunaannya, insulin bekerja membantu pembakaran dan penyerapan glukosa oleh sel badan, mengimbangkan paras glukosa didalam

darah dan mencegah kencing manis, membantu sel menyimpan tenaga dalam bentuk glukosa didalam hati, serta membantu proses penyimpanan glukosa berlebihan dalam bentuk lemak didalam hati.

Insulin yang diberikan lebih dini dan dan lebih agresif menunjukkan hasil klinis yang lebih baik terutama berkaitan dengan masalah glukotoksitas. Hal tersebut diperlihatkan oleh perbaikan fungsi sel beta pankreas. Insulin juga memiliki efek lain yang menguntungkan dalam kaitannya dengan komplikasi diabetes melitus. Terapi insulin dapat mencegah kerusakan endotel, menekan proses inflamasi, mengurangi kejadian apoptosis, dan memperbaiki profil lipid. Dengan demikian, secara ringkas dapat dikatakan bahwa klinis pasien yang diberikan terapi insulin akan lebih baik. Insulin, terutama insulin analog, merupakan jenis yang baik karena memiliki profil sekresi yang sangat mendekati pola sekresi insulin normal atau fisiologis.

Efek samping akibat penggunaan terapi insulin salah satunya yaitu hipoglikemia. Hipoglikemi merupakan efek samping yang paling sering terjadi dan terjadi akibat dosis insulin yang terlalu besar, tidak tepatnya waktu makan dengan waktu tercapainya kadar puncak insulin, atau karena faktor yang meningkatkan sensitivitas terhadap insulin seperti insufisiensi adrenal atau pituitari, ataupun kerja fisik yang berlebihan.

Selain hipoglikemi, efek samping lain yang dapat terjadi adalah reaksi alergi dan resistensi dari insulin sendiri. Penggunaan insulin rekombinan dan insulin yang lebih murni telah dapat menurunkan insiden reaksi alergi dan resistensi. Meski demikian kadang-kadang reaksi tersebut masih

dapat terjadi akibat adanya bekuan atau terjadinya denaturasi preparat insulin, atau kontaminan, atau akibat pasien sensitif terhadap senyawa yang ditambahkan dalam proses formulasi preparat insulin. Reaksi alergi lokal pada kulit yang sering terjadi akibat IgE atau resistensi akibat timbulnya antibodi IgG.

2. Tinjauan tentang HbA1C

Hemoglobin A1c pertama kali ditemukan pada tahun 1960-an melalui suatu proses elektroforesis hemoglobin. Huisman dan Dozy pada tahun 1962 melaporkan peningkatan salah satu fraksi minor hemoglobin pada 4 pasien diabetes. Lima tahun kemudian, Rahbar kembali menemukan fraksi tersebut pada 2 orang penderita diabetes yang menjalani skrining karena hemoglobin yang abnormal. Tahun 1968 dilaporkan adanya suatu komponen hemoglobin diabetes pada pasien diabetes tidak terkontrol, komponen diabetes tersebut memiliki karakteristik kromatografik yang sama dengan HbA1c, yaitu suatu komponen hemoglobin minor yang digambarkan oleh Schnek dan Schroeder pada tahun 1961.

Penggunaan HA1c untuk pemantauan derajat kontrol metabolisme glukosa pasien diabetes pertama kali diajukan pada tahun 1976, dan diadopsi kedalam praktek klinik pada tahun 1990-an oleh Diabetes Control and Complication Trial (DCCT) dan the United Kingdom Prospective Diabetes Study (UKPDS) sebagai alat monitoring derajat/ kontrol DM. Komite ahli

darithe American Diabetes Association (ADA) dan the European Association for the Study of Diabetes (EASD) kemudian merekomendasikan penggunaan HbA1c untuk diagnosis DM, dan pada tahun 2010 ADA memasukkan HbA1c ke dalam kriteria diagnosis diabetes (Sri Rahayu P, 2014)

Tingkat HbA1c trimester ketiga dalam kisaran pra-diabetes mengungkapkan wanita dengan diabetes pascamelahirkan dengan spesifisitas tinggi dan nilai prediktif positif yang tinggi. Tes HbA1c dapat digunakan sebagai strategi untuk memilih wanita berisiko tinggi untuk intervensi gaya hidup yang ditujukan untuk pencegahan diabetes mulai selama kehamilan. Hasilnya harus mendorong validasi lebih lanjut pada populasi lain menggunakan kriteria diagnostik baru untuk GDM (Claesson et al., 2017).

3. Tinjauan tentang GDP

Kadar gula darah puasa merupakan kadar glukosa darah yang diukur setelah puasa selama 8 – 12 jam. Kadar gula darah ini menggambarkan level glukosa yang diproduksi oleh hati. Nilai normalnya ≤ 100 mg/dL, pre-diabetes 100 – 125 mg/dL, dan glukosa darah puasa > 126 mg/dL dapat dikategorikan diabetes (S Soegondo and Purnamasari 2010). Pemeriksaan gula darah puasa adalah pemeriksaan yang dilakukan ketika pasien sudah melakukan puasa 8 sampai 12 jam sebelum pemeriksaan (Qurratuaeni 2010). Pengukuran kadar glukosa darah puasa dapat dilakukan jika sebelumnya telah melakukan puasa (tidak makan dan minum kecuali air putih) selama 8 - 12 jam (American Diabetes Association 2017). Jadi pengukuran gula darah puasa adalah pengukuran gula darah yang dilakukan setelah

melakukan puasa selama 8 – 12 jam sebelum pemeriksaan dilakukan untuk menggambarkan kadar glukosa yang diproduksi pada hati.

4. Tinjauan tentang Homa-IR

Model penilaian homeostasis-resistensi insulin (HOMA-IR), yang merupakan pengukuran glukosa dan insulin puasa, merupakan parameter yang sangat baik untuk mendeteksi IR. Status kelebihan berat badan sebelum kehamilan dan penambahan berat badan selama kehamilan dikaitkan dengan perkembangan GDM. Pasien dengan BMI dan IR tinggi memiliki risiko lebih besar untuk mengembangkan GDM. Diagnosis GDM dalam beberapa minggu 24-28 menunjukkan bahwa pasien belum mencoba untuk mencegah GDM. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prediktabilitas GDM pada trimester pertama menggunakan HOMAIR, BMI, dan waist/hip ratio (WHR). Juga, efek kenaikan berat badan sampai akhir trimester kedua dinilai untuk risiko pengembangan GDM (Alptekin et al., 2016).

F. Tabel Sintesa Penelitian

Tabel 2. 3 Tabel Sintesa

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
1.	Farideh Akhlaghi, Seyyed Majid Bagheri, and Omid Rajabi. <i>ISRN Obstetrics and Gynecology</i> <i>Volume 2012, Article ID 470419, 4 pages doi:10.5402/2012/470419</i>	A Comparative Study of Relationship between Micronutrients and Gestational Diabetes	Quasy Ek-sperimen	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara status mikronutrien serum (Ni, Al, Cr, Mg, Zn, Cu, Se) dalam kelompok kontrol dan penelitian, kecuali kadar zat besi serum yang dalam serum wanita diabetes gestasional lebih rendah daripada hamil normal.
2.	Simona Bo, MD; Guido Menato, MD; Paola Villois; Roberto Gambino, PhD; Maurizio Cassader, PhD; Ilenia Cotrino, MD; Paolo Cavallo-Perin, MD	Iron supplementation and gestational diabetes in midpregnancy	Cross sectional study	Suplementasi zat besi dikaitkan dengan penurunan glukosa dan hipertensi pada pertengahan kehamilan seperti yang diharapkan, nilai BMI aktual mereka, lingkar pinggang, tekanan darah, glukosa

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
	<i>Am J Obstet Gynecol</i> 2009;201:158.e1-6.			puasa dan insulin, HOMA-IR, dan trigliserida meningkat secara signifikan, sedangkan nilai kolesterol HDL lebih rendah
3.	Barbara H. Bardenheier, Giuseppina Imperatore, Suzanne M. Gilboa, Linda S. Geiss, Sharon H. Saydah, Heather M. Devlin, Shin Y. Kim, Edward W. Gregg <i>Am J Prev Med</i> 2015;49(1):12–19	Trends in Gestational Diabetes Among Hospital Deliveries in 19 U.S. States, 2000–2010	Menggunakan Badan Penelitian Kesehatan dan Basis Data Rawat Inap Nasional dan Kualitas, pengiriman diidentifikasi menggunakan kode kelompok terkait	Prevalensi GDM yang distandarisasi usia meningkat dari 3,71 pada tahun 2000 menjadi 5,77 per 100 kelahiran pada 2010 (peningkatan relatif, 56%). Dari tahun 2000 hingga 2010, kejadian GDM meningkat secara signifikan di semua negara, dengan peningkatan relatif berkisar antara 36% hingga 88%. Kejadian GDM di antara 12 negara bagian yang melaporkan ras dan etnis meningkat di antara semua kelompok, dengan peningkatan relatif tertinggi di Hispanik (66%). Di antara kejadian

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
			diagnosis untuk GDM dan komorbiditas menggunakan kode diagnosis ICD-9-CM di antara semua rumah sakit masyarakat.	GDM di 19 negara, mereka dengan hipertensi prahamil meningkat secara signifikan dari 2,5% menjadi 4,1% (peningkatan relatif, 64%). Beban pembayaran pengiriman GDM bergeser dari perusahaan asuransi swasta (penurunan absolut 13,5 poin persentase) menjadi Medicaid / Medicare (peningkatan 13,2 poin persentase).
4.	Thaddeus P. Waters, Alan R. Dyer, Denise M. Scholtens, Sharon L. Dooley, Elaine Herer, Lynn P. Lowe, Jeremy J.N. Oats, Bengt Persson, David A. Sacks, Boyd E. Metzger, and Patrick M. Catalano, for the HAPO Cooperative Study Research Group	Maternal and Neonatal Morbidity for Women Who Would Be Added to the Diagnosis of GDM Using IADPSG Criteria: A Secondary	This is a secondary analysis from the North American HAPO study centers	Di antara 25.505 peserta studi HAPO, 6.159 peserta blinded dari analisis sekunder dari pusat studi HAPO Amerika Utara dimasukkan. Dari jumlah tersebut, 81% memiliki tes glukosa normal, 4,2% memiliki GDM berdasarkan kriteria CC, dan 14,3% memiliki GDM berdasarkan

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
	<p><i>Clin Care/Education/Nutrition/Psychosocial 2016</i> DOI: 10.2337/dc16-1194</p>	<p>Analysis of the Hyperglycemia and Adverse Pregnancy Outcome Study</p>		<p>kriteria IADPSG tetapi tidak kriteria CC. Dibandingkan dengan wanita tanpa GDM, mereka yang didiagnosis dengan GDM berdasarkan kriteria IADPSG telah disesuaikan odds rasio (95% CI) untuk berat lahir, C-peptida tali pusat, dan persentase lemak baru lahir di atas persentil ke-90, serta pengiriman sesar primer dan preeklampsia, sebesar 1,87, 2,00, 1,73, 1,31 (1,07-1,60), dan 1,73 (1,32-2,27), masing-masing.</p>
5.	<p>KKL Chan, BCP Chan, KF Lam,S Tam,d TT Lao</p>	<p>Iron supplement in pregnancy and development of gestational dia-</p>	<p>RCT</p>	<p>Suplemen zat besi sejak awal kehamilan tidak meningkatkan risiko GDM. Ini mungkin memiliki manfaat dalam luaran kehamilan.</p>

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
	<i>BJOG An International Journal of Obstetrics and Gynaecology</i> 2009;116:789–798.	betes—a randomised placebo-controlled trial		
6.	Robert G. Moses, Veronica C.K. Wong, Kelly Lambert, Gary J. Morris, and Fernando San Gil <i>Epidemiology/Health services research</i>	Seasonal Changes in the Prevalence of Gestational Diabetes Mellitus	Kohort Prospektif	Hasil 7.369 GTT kehamilan tersedia untuk dipertimbangkan. Di musim dingin, median hasil glukosa 1-jam dan 2-jam setelah GTT secara signifikan ($P < 0,0001$) lebih rendah dari pada semua hasil 1-jam dan 2-jam. Prevalensi GDM pada tingkat diagnostik 1 adalah 29% lebih tinggi jika musim panas dan 27% lebih rendah di musim semi kecuali pada semua prevalensi ($P = 0,02$). Prevalensi GDM pada tingkat diagnostik 2 jam adalah 28% lebih tinggi di musim panas dan 31% lebih rendah di

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
				musim dingin daripada prevalensi keseluruhan (P = 0,01)
7.	Shiqin Wang, Hongxia Wang, Yaping Song, Yinhui Ji Acta Microscopica Vol. 29, No.2, 2020, pp.838-845	The Role of Vitamin B12 in the Pathogenesis of Gestational Diabetes	eksperiment	hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi vitamin B12 lebih rendah dan dapat menyebabkan diabetes gestasional, dan diabetes gestasional sering disertai dengan vitamin B12. yang relatif kurang
8.	Vivek Kumar Verma , Ranjit Kumar Nim, P. S. Singh, Manoj Kumar , Geeta Singh , Anand Kumar Singh <i>International Journal of Advances in Medicine</i> Verma VK et al. <i>Int J Adv Med.</i> 2017 Aug;4(4):1150-1154 http://www.ijmedicine.com	Vitamin B12 deficiency among vegetarian and non-vegetarian diabetic population receiving prolonged Metformin based oral	Penelitian ini dilakukan pada pasien diabetes mellitus tipe 2 yang menghadiri di luar Departemen	pasien diabetes mellitus tipe 2 kelompok umur 30-60 tahun yang menggunakan terapi OHA berbasis metformin yang berkepanjangan dan memiliki neuropati perifer dimasukkan dalam penelitian ini. Analisis statistik terhadap 93 pasien yang dilibatkan dalam penelitian

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
		hypoglycemic agents therapy	men Kedokteran UPUMS Saifai, dari Oktober 2016 hingga April 2017	menunjukkan bahwa kekurangan vitamin B12 adalah umum di antara populasi vegetarian (56,52%) dan non-vegetarian (35,71%) tetapi perbedaannya tidak signifikan secara statistik (nilai p = 0,29) yang lebih mendukung metformin terkait kekurangan vitamin B12 pada populasi non-vegetarian
9.	Gang Cheng , Tingting Sha , Xiao Gao, Qiong He, Xialing Wu , Qianling Tian, Fan Yang, Cai Tang, Xihong Wu, Qunhui Xie and Yan Yan <i>Int. J. Environ. Res. Public Health</i> 2019, 16, 4511; doi:10.3390/ijerph16224511	The Associations between the Duration of Folic Acid Supplementation, Gestational Diabetes Mellitus, and Ad-	Cohort Study	Insiden GDM dalam penelitian kohort adalah 10,2%. Suplementasi FA selama ≥ 3 bulan sebelum kehamilan dikaitkan dengan peningkatan risiko GDM dan penurunan risiko kelahiran kecil untuk usia kehamilan (SGA). Dalam kelompok FA suplementasi selama ≥ 3 bulan selama kehamilan, GDM dikaitkan

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
		verse Birth Outcomes based on a Birth Cohort		dengan peningkatan risiko kelahiran sesar dan makrosomia tetapi aRRs lebih rendah dari RR_{MH} 1.53 dan 2.43). Studi kami menunjukkan bahwa semakin lama durasi suplementasi FA sebelum kehamilan dapat meningkatkan risiko GDM, tetapi mengurangi risiko kelahiran SGA. Durasi lebih lama dari suplementasi FA selama kehamilan memiliki efek menguntungkan pada hasil kelahiran pada wanita dengan GDM. Studi lebih lanjut harus mempertimbangkan ukuran sampel yang lebih besar untuk mengkonfirmasi temuan ini

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
10.	Kai Wei Lee, Siew Mooi Ching, Vasudevan Ramachandran, Anne Yee, Fan Kee Hoo, Yook Chin Chia, Wan Aliaa Wan Sulaiman, Subapriya Suppiah, Mohd Hazmi Mohamed and Sajesh K. Veettil <i>BMC Pregnancy and Childbirth</i> (2018) 18:494 https://doi.org/10.1186/s12884-018-2131-4	Prevalence and risk factors of gestational diabetes mellitus in Asia: a systematic review and meta-analysis	a systematic review and meta-analysis	Prevalensi GDM yang dikumpulkan di Asia adalah 11,5%. Ada heterogenitas yang cukup besar dalam prevalensi GDM di Asia, yang kemungkinan disebabkan oleh perbedaan dalam kriteria diagnostik, metode skrining, dan pengaturan penelitian. Sebuah meta-analisis menunjukkan bahwa faktor risiko GDM termasuk riwayat GDM sebelumnya, makrosomia dan anomali kongenital, Faktor risiko lain termasuk BMI ≥ 25 kg/m ² , hipertensi yang diinduksi kehamilan, riwayat diabetes keluarga, riwayat lahir mati, sindrom ovarium polikistik; riwayat aborsi multiparitas ≥ 2 dan riwayat kelahiran premature

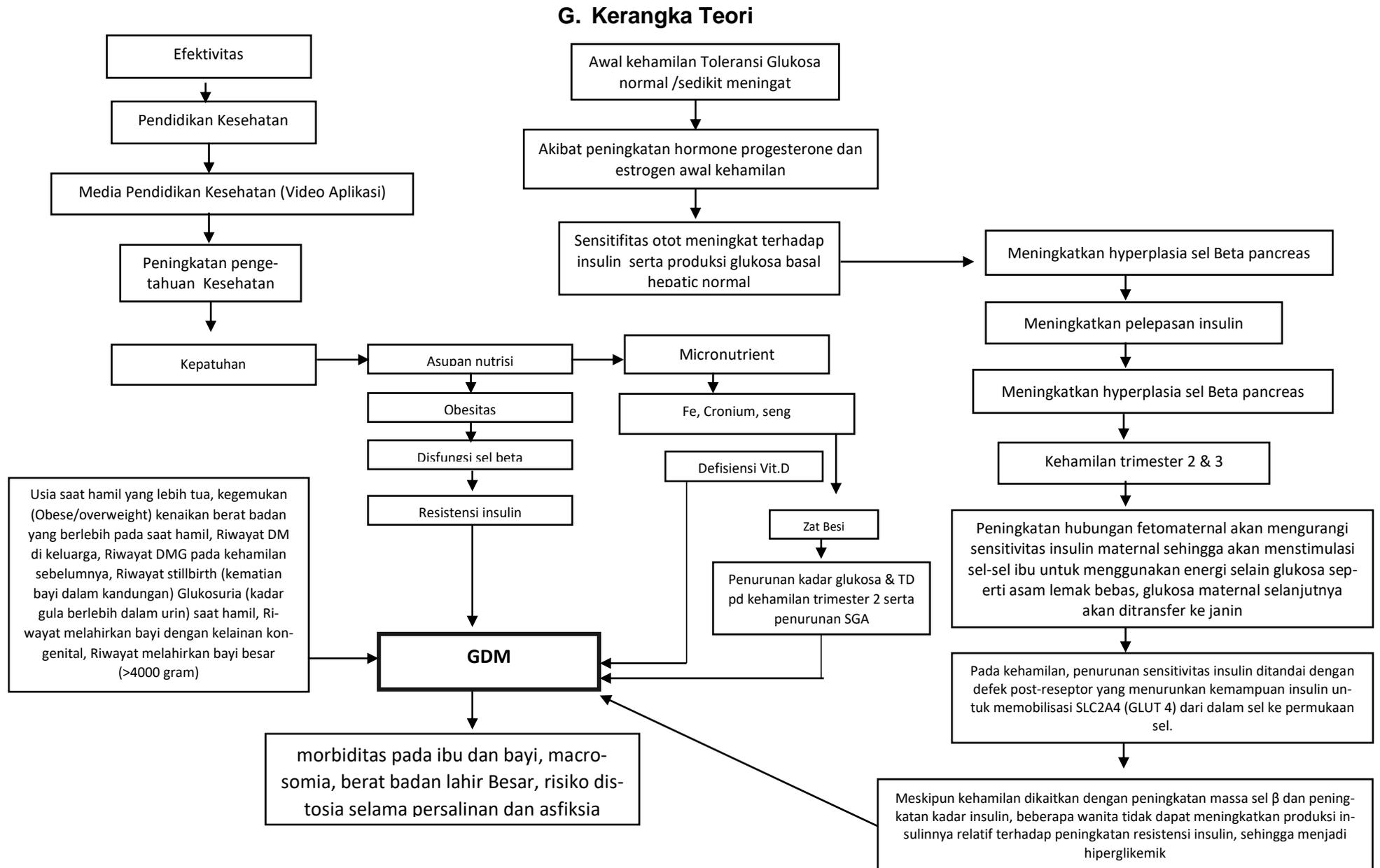
No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
11.	Carla L. DeSisto,; Shin Y. Kim,; Andrea J. Sharma, <i>Preventing and Cronic Disease, Public Healt Research, Practce and Policy</i> 2016;11:130415. DOI: http://dx.doi.org/10.5888/pcd11.130415	Prevalence Estimates of Gestational Diabetes Mellitus in the United States, Pregnancy Risk Assessment Monitoring System (PRAMS), 2007–2010	metaanalysis	Prevalensi GDM pada 2010 adalah 4,6% seperti yang dilaporkan pada akta kelahiran, 8,7% seperti yang dilaporkan pada kuesioner PRAMS, dan 9,2% seperti yang dilaporkan pada akta kelahiran atau kuesioner. Perjanjian antara sumber adalah 94,1% (persen kesepakatan positif = 3,7%, persen kesepakatan negatif = 90,4%). Tidak ada perbedaan signifikan dalam GDM prevalensi antara 2007-2008 (8,1%) dan 2009-2010 (8,5%, P = 0,15).
12.	Amir Aviram, Liora Guy, Eran Ashwal, Liran Hiersch, Yariv Yogev , Eran Hadar	Pregnancy outcome in pregnancies complicated with gestational	Retrospective observational cohort	1849 wanita dilibatkan dalam penelitian ini, di antaranya 132 (7,1%) didiagnosis dengan GDM dan 1717 (92,9%) tidak. Wanita

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
	Elsevier :diabetes researchand clinicalpractice (2 0 1 6)	diabetes mellitus and late preterm birth		dengan GDM memiliki tingkat persalinan pervaginam spontan yang lebih rendah (45,5% vs 62,9%, p <0,001) dan tingkat persalinan sesar yang lebih tinggi (50,8% vs 31,8%, p <0,001). Diagnosis GDM menimbulkan rasio yang disesuaikan 1,82 untuk kelahiran sesar (95% CI 1,24-2,66, p = 0,002). ibu dengan GDM memiliki berat lahir Neonatus rata-rata yang signifikan lebih tinggi dan persentil berat lahir, termasuk berat badan yang lebih tinggi dari bayi yang baru lahir yang sesuai dengan usia kehamilan.

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
				Tidak ada perbedaan dalam mortalitas atau parameter lain untuk morbiditas neonatal
13.	<p>Yeyi Zhu & Cuilin Zhang (2016)</p> <p><i>Curr Diab Rep (2016) 16: 7</i></p> <p>DOI 10.1007/s11892-015-0699-x</p>	<p>Prevalence of Gestational Diabetes and Risk of Progression to Type 2 Diabetes: a Global Perspective</p>		<p>Epidemi diabetes menimbulkan kesehatan masyarakat yang sangat besar menantang secara global. Mengingat dampak buruk GDM pada hasil kehamilan, morbiditas perinatal, dan perkembangan penyakit kronis termasuk T2DM di kemudian hari, meningkat Perhatian telah diambil untuk meningkatnya prevalensi ini komplikasi kehamilan yang umum. Secara keseluruhan, ulasan kami berdasarkan</p>

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
				pada publikasi selama dekade terakhir menunjukkan besar variasi prevalensi GDM di seluruh dunia, dengan itu lebih tinggi di antara Timur Tengah dan Afrika Utara, Asia Tenggara, dan wilayah Pasifik Barat, sedangkan yang terendah di Eropa.
14.	Mani Mirfeizi (PhD), Zahra Mehdizadeh Tourzani (MSc), Mohammad Asghari Jafarabadi, Soheila Moghimi Hanjani, Mandana Hasanzad (2017) Journal of Midwifery and Reproductive Health. 2017; 5(4): 1066-1074. DOI: 10.22038/JMRH.2017.9256	Health Education in Gestational Diabetes Mellitus and Quality of Life	randomized controlled trial	Penelitian untuk melihat kualitas hidup pasien GDM dengan memberikan edukasi didapatkan hasil bahwa tidak ada perbedaan signifikan yang diamati antara keempat kelompok dalam hal kualitas hidup di DQOL-BCL sebelum program pendidikan. Namun, skor ini meningkat pada semua kelompok studi, terutama pada kelompok terapi insulin

No.	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
				(rata-rata perbedaan = 16,43). Kesimpulan penelitian ini adalah: Menurut hasil, program pendidikan kesehatan bisa efektif dalam meningkatkan kualitas hidup terkait kesehatan pada wanita dengan GDM
15.	Amir Aviram, Liora Guy, Eran Ashwal, Liran Hirsch, Yariv Yogev, Eran Hadar (2016) Elsevier Ireland Ltd	Pregnancy outcome in pregnancies complicated with gestational diabetes mellitus and late preterm birth	Retrospective observational cohort	prematurnya terlambat terjadi pada wanita dengan GDM tidak memberi peningkatan risiko untuk komplikasi neonatal.



Gambar 1 KERANGKA TEORI PENELITIAN

Berdasarkan gambar 1 kerangka teori penelitian diatas dapat diketahui bahwa kehamilan sebagai proses penyesuaian fungsi fisiologis diri wanita hamil yang komprehensif. Setelah kehamilan, proses metabolisme tubuh ibu dipengaruhi oleh hormon. Serangkaian perubahan dan penyesuaian perlu dilakukan. Kebutuhan tubuh akan energi dan nutrisi telah meningkat. Wanita hamil harus meningkatkan asupan berbagai nutrisi untuk cadangan gizi, terutama mikronutrient, besi, kromium, seng, vitamin D, zat besi, glukosa dan zat gizi mikro lainnya.

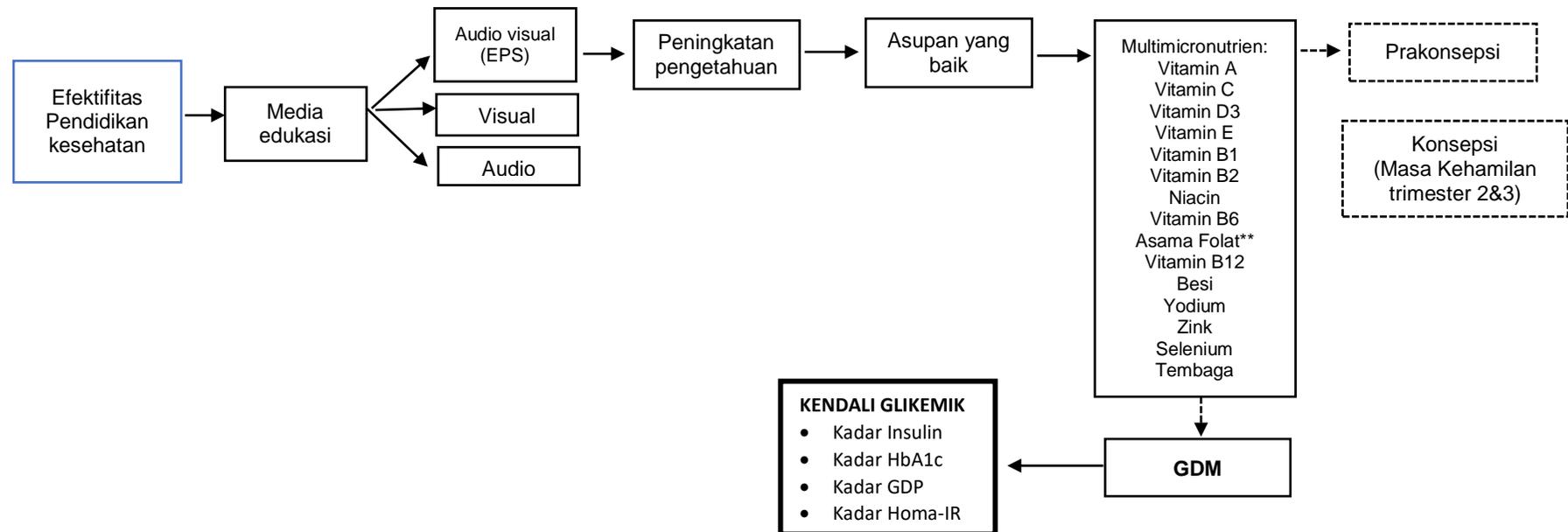
Selama kehamilan normal, kebutuhan akan insulin meningkat, sehingga terjadi resistensi insulin yang progresif untuk memastikan pertumbuhan dan perkembangan janin yang memadai. Jika kadar insulin ini tidak terpenuhi, maka ibu hamil akan mengalami GDM yang ditandai dengan semakin buruknya resistensi insulin serta sekresi insulin yang terganggu (McCurdy & Friedman, 2010). Diperlukan kepatuhan dengan cara melakukan pendidikan kesehatan yang salah satunya menggunakan media pendidikan (video aplikasi) guna peningkatan pengetahuan dan tercapainya kepatuhan asupan nutrisi pada GDM.

Pada awal kehamilan toleransi glukosa normal/sedikit meningkat yang berakibat pada peningkatan hormone progesterone dan estrogen awal kehamilan kemudian sensitifitas otot meningkat terhadap insulin serta produksi glukos basal hepatic normal. Hal tersebut kemudian berdampak pada meningkatkan hyperplasia sel beta pancreas, meningkatkan

pelepasan insulin dan meningkatkan hyperplasia sel beta pancreas pada kehamilan trimester 2 dan 3.

Peningkatan hubungan fetomaternal akan mengurangi sensitivitas insulin maternal sehingga akan menstimulasi sel-sel ibu untuk menggunakan energi selain glukosa seperti asam lemak bebas, glukosa maternal selanjutnya akan ditransfer ke janin. Pada kehamilan, penurunan sensitivitas insulin ditandai dengan defek post-reseptor yang menurunkan kemampuan insulin untuk memobilisasi SLC2A4 (GLUT 4) dari dalam sel ke permukaan sel. Meskipun kehamilan dikaitkan dengan peningkatan massa sel β dan peningkatan kadar insulin, beberapa wanita tidak dapat meningkatkan produksi insulinnya relatif terhadap peningkatan resistensi insulin, sehingga menjadi hiperglikemik.

H. Kerangka Konsep



GAMBAR 2 KERANGKA KONSEP PENELITIAN

Keterangan:

= Variabel Independen

= Variabel Dependen

Berdasarkan gambar 2 kerangka konsep diatas diketahui bahwa variabel yang akan diteliti dalam penelitian ini meliputi variabel dependen dan variabel independen. Adapun variabel independennya meliputi variabel multimikronutrien dan edukasi gizi berbasis aplikasi, sedangkan variabel dependennya yaitu variabel kendali glikemik meliputi HbA1c, insulin, GDP, dan Homa IR.

I. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Tabel 2. 4 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No	Variabel/Subvariabel	Definisi Teori	Definisi Operasional	Alat dan Cara Pengukuran
1.	Efektifitas	<p>Menurut Cambel J.P, Pengukuran efektivitas secara umum dan yang paling menonjol adalah : (Cambel, 1989)</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Keberhasilan program b. Keberhasilan sasaran c. Kepuasan terhadap program d. Tingkat input dan output e. Pencapaian tujuan menyeluruh 	<p>Yang dimaksud dengan efektifitas dalam penelitian ini adalah melihat program pemberian MMN dan edukasi di masyarakat berjalan dengan baik atau tidak.</p> <p>Angka yang menunjukkan potensi peningkatan</p>	Kuesioner

No	Variabel/Subvariabel	Definisi Teori	Definisi Operasional	Alat dan Cara Pengukuran
2.	Glikemik	Bentuk ikatan molekul glukosa dengan asam amino valin pada ujung rantai beta hemoglobin	gula darah dari karbohidrat yang tersedia pada suatu pangan atau secara sederhana dapat dikatakan sebagai tingkatan atau rangking pangan menurut efeknya terhadap kadar glukosa darah dengan satuan mg/mL.	Lembar pemeriksaan
3.	HbA1c	bentuk ikatan molekul glukosa dengan asam amino valin pada ujung rantai	Pemeriksaan yang dilakukan untuk mengukur persentase hemoglobin di	Lembar pemeriksaan

No .	Variabel/Subvariabel	Definisi Teori	Definisi Operasional	Alat dan Cara Pengukuran
		beta hemoglobin.	darah merah yang membawa oksigen yang terlapisi oleh gula.	
4 .	Insulin	Hormon yang diproduksi pankreas, mengendalikan kadar glukosa dalam darah dengan mengatur produksi dan penyimpanannya.	Hormon yang berfungsi mengendalikan kadar glukosa dalam darah dengan mengatur produksi dan penyimpanannya.	Glucometer dan Lembar pemeriksaan
4.	GDP	pemeriksaan glukosa yang dilakukan setelah pasien berpuasa selama 8-10 jam.	pemeriksaan glukosa yang dilakukan setelah pasien berpuasa selama 8-10 jam.	Lembar pemeriksaan

No	Variabel/Subvariabel	Definisi Teori	Definisi Operasional	Alat dan Cara Pengukuran
6.	Homa IR	Metode yang digunakan untuk menilai resistensi insulin pada pasien Diabetes Melitus.	Pemeriksaan yang digunakan untuk menilai resistensi insulin.	Lembar pemeriksaan
7.	Multimicronutrien	zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah sedikit, namun mempunyai peran yang sangat penting dalam pembentukan hormon, aktivitas enzim serta mengatur fungsi sistem imun dan sistem reproduksi.	zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah sedikit, namun mempunyai peran yang sangat penting dalam pembentukan hormon, aktivitas enzim serta mengatur fungsi sistem imun dan sistem reproduksi.	Lembar pemeriksaan

No	Variabel/Subvariabel	Definisi Teori	Definisi Operasional	Alat dan Cara Pengukuran
8.	Aplikasi Gizi	suatu subkelas dari suatu perangkat lunak komputer yang memanfaatkan kemampuan komputer secara langsung untuk melakukan suatu tugas yang diinginkan pengguna	Perangkat lunak yang berfungsi untuk melakukan tugas pemberian pengetahuan terkait gizi bagi ibu hamil.	Smartphone dan lembar observasi

J. Hipotesis

1. Ada perbedaan kadar insulin diantara ibu hamil yang memperoleh MMN+Edukasi gizi berbasis Apps dan yang memperoleh MMN saja
2. Ada perbedaan kadar HbA1c diantara ibu hamil yang memperoleh MMN+Edukasi gizi berbasis Apps dan yang memperoleh MMN saja
3. Ada perbedaan kadar GDP diantara ibu hamil yang memperoleh MMN+Edukasi gizi berbasis Apps dan yang memperoleh MMN saja
4. Ada perbedaan kadar Homa-IR diantara ibu hamil yang memperoleh MMN+Edukasi gizi berbasis Apps dan yang memperoleh MMN saja
5. Ada perbedaan kadar GDP diantara ibu hamil yang memperoleh MMN+Edukasi gizi berbasis Apps dan yang mengkonsumsi tablet MMN ≥ 90 dan < 90 .