

LAPORAN HASIL  
PENELITIAN POLTEKKES KEMENKES MALANG  
TAHUN 2014

GLYCEMIC INDEX, GLYCEMIC LOAD DAN KADAR GLUKOSA DARAH  
PASIEN DIABETES MELLITUS GESTASIONAL DI KOTA MALANG



DISUSUN OLEH :

DINIYAH KHOLIDAH, SST, 302, M.PH

THERESIA PUSPITA, STP, MP

DWIE SULISTYORINI, SST, M.Kes

KEMENTERIAN KESEHATAN RI  
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES MALANG  
TAHUN 2014

LAPORAN HASIL  
PENELITIAN POLTEKKES KEMENKES MALANG  
TAHUN 2014

**GLYCEMIC INDEX, GLYCEMIC LOAD DAN KADAR GLUKOSA DARAH  
PASIEN DIABETES MELLITUS GESTASIONAL DI KOTA MALANG**



**DISUSUN OLEH:**  
DINIYAH KHOLIDAH, SST, SGz, M.PH  
THERESIA PUSPITA, STP, MP,  
DWIE SULISTYORINI, SST, M.kes.

KEMENTERIAN KESEHATAN RI  
POLITEKNIK KESEHATAN MALANG  
TAHUN 2014

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Hasil Penelitian Risbinakes Dengan Judul

**KONSUMSI ENERGI, KARBOHIDRAT DAN SERAT, GLYCEMIC INDEX  
DAN GLYCEMIC LOAD DENGAN KADAR GLUKOSA DARAH PASIEN  
DIABETES MELLITUS GESTATIONAL DI KOTA MALANG**

Telah Disetujui Dan Disahkan Pada Tanggal 28 November 2014

### Peneliti Utama

Diniyah Kholidah, MPH

### Peneliti I

Dwie Sulistyorini, M.Kes

### Peneliti II

Theresia Puspita, MP


Mengetahui,

Kemenkes Malang

Budi Susanto, S.Kp., M.Kes  
Nip. 19650318 198803 1 002

Menyetujui,

Ketua Tim Pakar Risbinakes  
Poltekkes Kemenkes Malang

  
Prof. H. Kuntoro, dr., MPH., DR.PH  
NIP. 19420808 197601 1 002

## ABSTRAK

Kholidah, D., Theresia P., Dwie S., (2014). *Glycemic Index, Glycemic Load dan Kadar Glukosa Darah Pasien Diabetes Melitus Gestasional di Kota Malang.*

Pemilihan bahan makanan pada DM dapat mempengaruhi kadar gula darah. Ada dua hal yang perlu diperhatikan dalam mengatur pola makan untuk penderita DM, terutama dalam memilih sumber karbohidrat yaitu indeks glikemik dan beban glikemik (*glycemic load*). Jenis karbohidrat, bentuk makanan dan cara pengolahan mempunyai pengaruh terhadap fluktuasi glukosa darah yang dapat mempengaruhi tinggi/rendahnya indeks glikemik dari suatu makanan. Jumlah karbohidrat dalam diet makanan atau keseluruhan dapat bervariasi, maka diperlukannya metode yang lebih menilai secara keseluruhan yaitu (*glycemic load*).

Penelitian observasional analitik dengan rancangan *cross sectional* menganalisis hubungan *glycemic index*, *glycemic load*, dan kadar glukosa darah pasien diabetes melitus gestasional di Kota Malang pada bulan Agustus - Oktober 2014. Subyek penelitian ibu hamil dengan diabetes mellitus gestasional di Kota Malang. Kriteria inklusi : ibu hamil, memiliki resiko diabetes gestasional (usia  $\geq 35$  tahun, BMI  $\geq 23$  kg/m<sup>2</sup>), memeriksakan kadar glukosa darah 2jpp, bersedia untuk dijadikan responden dengan menandatangani *inform concern*. Kriteria eksklusi : tidak sedang mendapatkan terapi obat pengendalian kadar glukosa darah, exogenous hormone dan terapi hormon lain yang mempengaruhi kadar glukosa darah. Analisis hubungan antar variabel dengan menggunakan uji Koefisien Korelasi Pearson Product Moment ditunjukkan dengan pola hubungan antar dan inter variabel. Analisis multivariat variabel yang paling berpengaruh dengan menggunakan Regresi Linier Berganda.

Menu makanan yang dikonsumsi sudah menerapkan diet yang dianjurkan (mengandung indeks glikemik rendah <55). Faktor lain yang mempengaruhi indeks glikemik adalah proses pengolahan, kadar amilosa dan amilopektin, kadar gula dan daya osmotik pangan, kadar lemak dan protein pangan dan kadar antigizi pangan. Beberapa metode pengolahan yang digunakan dalam konsumsi makanan mengikuti anjuran ahli gizi telah diterapkan, pada makan pagi 36% digoreng, makan siang 39% dikukus dan makan malam 39% digoreng. Bahan makanan yang memiliki indeks glikemik yang tinggi apabila diolah dengan cara digoreng akan menyebabkan indeks glikemiknya menjadi turun, dimana bahan makanan bereaksi minyak (lemak) yang dapat memperlambat laju pencernaan dan penyerapan glukosa. Nilai glikemik load berbanding lurus dengan nilai karbohidrat yang dikonsumsi. Semakin tinggi nilai karbohidrat maka akan semakin besar nilai glikemik load untuk indeks glikemik yang sama. Semua nilai glikemik load dalam diet yang dikonsumsi kategori rendah (range 1,98 - 5,75 dengan rata - rata  $4,31 \pm 0,83$ ). Besar kecilnya nilai glikemik load dipengaruhi oleh nilai indeks glikemik dari bahan makanan tersebut dan banyaknya karbohidrat yang dikonsumsi. Uji *paired samples t-test* menunjukkan bahwa  $t$  hitung (10,599) >  $t$  tabel (2,086), hal ini berarti ada perbedaan antara GD2JPP awal dan GD2JPP akhir setelah pemberian diet dengan tingkat kemaknaan 0,05. perubahan kadar glukosa darah 2 jam post prandial subyek penelitian setelah mengkonsumsi anjuran diet yang bernilai indeks glikemik yang rendah (<55) dan cara pengolahan bahan makanan yang sebagian diolah dengan menggunakan metode digoreng dan ditumis.

**Kata kunci :** *glycemic index, glycemic load, kadar glukosa darah*

## ABSTRACT

Kholidah, D., Theresia P., Dwie S., (2014). *Glycemic Index, Glycemic Load and Blood Glucose in patient with Gestational Diabetes Mellitus in Malang.*

The selection of groceries at DM can affect blood sugar levels. There are two things that need to be considered in adjusting the diet for people with diabetes, especially in choosing a source of carbohydrates is the glycemic index and glycemic load. Type of carbohydrate, the form of food and processing methods have an influence on blood glucose fluctuations that can affect the high/low glycemic index of a food. The amount of carbohydrate in the diet or in whole may vary, hence the need for better methods of assessing overall namely (glycemic load).

Analytic observational study with cross sectional study analyzed the relationship glycemic index, glycemic load, and blood glucose levels in patients with gestational diabetes mellitus Malang in August-October 2014. The subject of the study of pregnant women with gestational diabetes mellitus in Malang. Inclusion criteria: pregnant women, are at risk of gestational diabetes (age  $\geq 35$  years, BMI  $\geq 23$  kg / m<sup>2</sup>), check their blood glucose levels 5 times, willing to serve the respondent with a signed informed concern. Exclusion criteria: not being drug therapy control of blood glucose levels, exogenous hormones and other hormone therapies that affect blood glucose levels. Analysis of the relationship between variables by using test Pearson Product Moment Correlation Coefficient indicated by patterns and inter-relationships between variables. Multivariate analysis of the most influential variables using multiple linear regression.

Menu foods consumed already implementing the recommended diet (containing low glycemic index  $< 55$ ). Other factors that affect the glycemic index is processing, amylose and amylopectin content, sugar content and osmotic power of food, fat and protein content of food and food antigizi. Several processing methods used in food consumption to follow the advice of nutrition experts have been applied. at 36% fried breakfast, lunch 39% steamed and fried dinner 39%. Raw foods have a high glycemic index when processed by frying will cause the glycemic index to be down, which reacts food ingredient oils (fats) that can slow the rate of digestion and absorption of glucose. The glycemic load value is directly proportional to the value of carbohydrates consumed. The higher the value, the greater carbohydrate glycemic load values for the same glycemic index. All values glycemic load diet consumed in the low category (range 1.98 to 5.75 with the average - average  $4.31 \pm 0.83$ ). The size of the value of glycemic load is affected by the value of the glycemic index of these foods and the amount of carbohydrates consumed. Paired samples t-test showed that  $t (10.599) > t$  table (2.086), this means that there is a difference between the initial and GD2JPP GD2JPP end after administration of a diet with a significance level of 0.05. changes in blood glucose levels 2 hours post prandial study subjects after consuming valuable recommended diet low glycemic index ( $< 55$ ) and the way in which most processed foods using fried and sauteed.

Key words : *glycemic index, glycemix load, blood glucose levels*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, maka penelitian Risbinakes 2014 dengan judul *Glycemic Index, Glycemic Load* dan Kadar Glukosa Darah Pasien Diabetes Melitus Gestasional di Kota Malang dapat terselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Budi Susatia, S.Kp, MKes. selaku Direktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang yang telah memberikan ijin dan dukungan dana kepada penulis untuk melakukan penelitian.
2. I Nengah Tanu Komalina, DCN, MKes. Selaku Ketua Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang yang telah memberikan dorongan, dukungan dan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian.
3. Mulyohadi Ali, dr, DR, Prof, selaku Tim Pakar Risbinakes Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang yang memberikan masukan dan saran demi kesempurnaan penelitian ini.
4. Bachyar Bakrie, SKM, MKes. selaku Tim Pakar Risbinakes Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang yang memberikan masukan dan saran demi kesempurnaan penelitian ini.
5. Direktur RSIA Puri Malang beserta staf dan karyawan yang telah berkenan memberikan ijin, membantu pelaksanaan dan kemudahan jalannya proses penelitian.
6. Para relawan (pasien) yang berkenan dan bersedia menjadi subyek dalam penelitian ini
7. Semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan akhir penelitian ini masih terdapat kekurangan serta kekeliruan, sehingga perlu perbaikan untuk kesempurnaan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Karya Tulis Ilmiah ini.

Malang, Desember 2014.

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	3
A. Latar Belakang .....	3
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
A. Kerangka Teori .....	7
A1. Gestational Diabetes Mellitus .....	7
A2. Penatalaksanaan .....	14
A3. Indeks Glikemik .....	20
A4. Glikemik Load .....	32
A5. Indeks Glikemik, Glikemik Load dan Kenaikan Kadar Glukosa Darah .....	35
B. Kerangka Konsep .....	37
C. Hipotesis penelitian .....	37
BAB III METODE PENELITIAN .....	38
A. Jenis dan Desain Penelitian .....	38
B. Tempat dan Waktu Penelitian .....	38
C. Subyek Penelitian .....	38
D. Variabel Penelitian .....	39
E. Instrumen Penelitian .....	39
F. Definisi Operasional .....	40
G. Teknik Pengumpulan Data .....	41
H. Teknik Pengolahan dan Penyajian Data .....	43
I. Teknik Analisis Data .....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	48
A. Gambaran umum .....	48
B. Konsumsi Energi, Karbohidrat dan Serat .....	50
C. Indeks Glikemik Menu Makanan .....	51
D. Metode dan Cara Pengolahan Bahan Makanan .....	60
E. Glikemik Load .....	64

F. Kadar Glukosa Darah 2 Jam Post Prandial .....	70
G. Hubungan Glikemik Load dan Kadar Glukosa Darah .....	75
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>80</b>
A. Kesimpulan .....	80
B. Saran .....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>81</b>



## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Diabetes mellitus gestasional (DGM) menjadi masalah kesehatan masyarakat sebab penyakit ini berdampak langsung pada kesehatan ibu dan janin (Osgood *et al*, 2011). Dampak yang ditimbulkan oleh ibu penderita diabetes mellitus gestasional adalah ibu berisiko tinggi terjadi penambahan berat badan berlebih, terjadinya preklamsia, eklamsia, bedah sesar, dan komplikasi kardiovaskuler hingga kematian ibu. Setelah persalinan terjadi, maka penderita berisiko berlanjut terkena diabetes tipe 2 atau terjadi diabetes gestasional yang berulang pada 3 masa yang akan datang. Sedangkan bayi yang lahir dari ibu yang mengalami diabetes gestasional berisiko tinggi untuk terkena makrosomia, trauma kelahiran. Selain itu, bayi berisiko tinggi untuk terkena hipoglikemia, hipokalsemia, hiperbilirubinemia, sindrom gangguan pernafasan, polistemia, obesitas dan diabetes mellitus tipe 2 (Perkins *et al*, 2007).

Diabetes mellitus gestasional menjadi masalah global dilihat dari angka kejadian dan dampak yang ditimbulkannya (Osgood, 2011). Menurut *American Diabetes Association* (ADA) tahun 2000, diabetes mellitus gestasional terjadi 7% pada kehamilan setiap tahunnya. Prevalensi diabetes gestasional bervariasi yaitu 1%-14%. Angka ini tergantung pada populasi yang diteliti dan kriteria penyaringan yang digunakan (ADA, 2006). Prevalensi diabetes mellitus gestasional di Indonesia pada tahun 2007 sebesar 1,9%-3,6% pada kehamilan umumnya (Soewardono dan Pramono, 2011). Pada ibu hamil dengan riwayat keluarga diabetes mellitus, prevalensi diabetes gestasional sebesar 5,1% (Maryunani, 2008). Data Riskesdas 2007, diabetes pada perempuan menempati urutan pertama penyebab kematian (16,3%). Angka tersebut meningkat meskipun dalam usia reproduktif bila memiliki gaya hidup kurang sehat dan dengan peningkatan berat badan, terutama peningkatan berat badan saat hamil.

Diabetes melitus gestasional (DMG) adalah suatu gangguan toleransi karbohidrat yang terjadi atau diketahui pertama kali pada saat kehamilan sedang berlangsung (PERKENI, 2002). Keadaan ini biasa terjadi pada saat 24 minggu usia kehamilan dan sebagian penderita akan kembali normal pada setelah melahirkan (Depkes RI, 2008). Pada hampir setengah angka kejadiannya, diabetes akan muncul kembali (Nurrahmani, 2012). Diabetes mellitus gestasional (GDM) menurut World Health Organization (WHO) dengan sedikit modifikasi yang telah dilakukan oleh American Diabetes Association (ADA), adalah intoleransi glukosa pada waktu kehamilan, pada wanita normal atau yang mempunyai gangguan toleransi glukosa setelah terminasi kehamilan.

Faktor risiko dapat mempengaruhi insidensi GDM. Data skrining dan diagnosis GDM yang dikeluarkan oleh ADA, 2008 Standard of Medical Care, pada wanita ras Hispanik, Afrika, Amerika, Asia Timur dan Asia Selatan mempunyai risiko mendapat GDM kategori sedang. Sehingga perlu dilakukan tes gula darah pada ibu hamil dengan usia kehamilan 24 - 28 minggu. Ditambah lagi, risiko mendapat GDM pada ibu hamil yang umurnya kurang dari 21 tahun adalah 1%, lebih dari 25 tahun adalah 14%, umur ibu diantara 21 - 30 tahun adalah kurang dari 2% dan pada ibu yang umurnya lebih dari 30 tahun adalah 8 - 14% (M.Porta F.M., 2005). Sehingga dimungkinkan wanita di Negara Asia atau di Negara Indonesia sendiri mempunyai risiko untuk mendapat GDM dan pada lingkupan usia lebih dari 25 tahun mempunyai risiko tinggi mendapat GDM.

Pemilihan pangan adalah salah satu upaya merubah pola makan yang kurang baik menjadi lebih baik. Pemilihan bahan makanan pada penatalaksanaan diet DM dapat mempengaruhi kadar gula darah. Ada dua hal yang perlu diperhatikan dalam mengatur pola makan untuk penderita DM, terutama dalam memilih sumber karbohidrat yaitu indeks glikemik dan beban glikemik (*glycemic load*). Kenaikan kadar glukosa darah dalam tubuh tergantung dari jenis makanan yang dikonsumsi dan respons biologis atau fisiologisnya yang disebutkan dalam indeks glikemik. Jenis karbohidrat, bentuk makanan dan cara pengolahan mempunyai

pengaruh terhadap fluktuasi glukosa darah yang dapat mempengaruhi tinggi/rendahnya indeks glikemik dari suatu makanan. Sedangkan penatalaksanaan terapi diet DM selama ini belum sepenuhnya memperhatikan hal tersebut. Jumlah karbohidrat dalam diet makanan atau keseluruhan dapat bervariasi, maka diperlukannya metode yang lebih menilai secara keseluruhan yaitu (*glycemic load*) (Thompson, 2006). *Glycemic load* tidak hanya menilai seberapa cepat glukosa dari suatu jenis makanan memasuki aliran darah tetapi juga menilai seberapa banyak glukosa yang terkandung dari makanan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Liljeberg et al. (1999) menunjukkan bahwa pangan IG-rendah dapat memperbaiki respons glukosa darah. Hasil penelitian Munadi (2008) juga menunjukkan bahwa mengonsumsi makanan dengan indeks glikemik rendah tidak akan menaikkan kadar glukosa darah. Selanjutnya pada penelitian Willett (2002) menunjukkan bahwa makanan dengan beban glikemik tinggi memiliki risiko 2,5 kali lipat lebih tinggi terhadap penderita diabetes.

## **B. Perumusan Masalah**

1. Bagaimanakah konsumsi energi pasien DMG di Kota Malang?
2. Bagaimanakah konsumsi karbohidrat pasien DMG di Kota Malang?
3. Bagaimanakah konsumsi serat (sereal, buah dan sayuran) pasien DMG di Kota Malang?
4. Bagaimana *glycemic index* pada konsumsi makanan pasien DMG di Kota Malang?
5. Bagaimana cara pengolahan makanan pasien DMG di Kota Malang?
6. Bagaimana *glycemic load* pada konsumsi makanan pasien DMG di Kota Malang?
7. Bagaimana kadar glukosa darah pasien DMG di Kota Malang?
8. Menganalisis hubungan konsumsi energi, karbohidrat dan serat, *glycemic load* dengan kadar glukosa darah pasien DMG di Kota Malang.

## C. Tujuan Penelitian

### 1. Tujuan Umum

Menganalisis konsumsi energi, karbohidrat dan serat, *glycemic index* dan *glycemic load*, dengan kadar glukosa darah pasien diabetes melitus gestasional di Kota Malang

### 2. Tujuan Khusus

- a. Menganalisis konsumsi energi pasien DMG di Kota Malang.
- b. Menganalisis konsumsi karbohidrat pasien DMG di Kota Malang.
- c. Menganalisis konsumsi serat (sereal, buah dan sayuran) pasien DMG di Kota Malang.
- d. Menganalisis *glycemic index* pada konsumsi makanan pasien DMG
- e. Menganalisis cara pengolahan yang digunakan pada menu makanan pasien DMG di Kota Malang.
- f. Menganalisis *glycemic load* pada konsumsi makanan pasien DMG
- g. Menganalisis kadar glukosa darah pasien DMG di Kota Malang.
- h. Menganalisis hubungan konsumsi energi, karbohidrat dan serat, *glycemic load* dengan kadar glukosa darah pasien DMG di Kota Malang.

## D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat :

1. Sebagai bahan informasi yang tepat tentang pemilihan bahan makanan dengan mempertimbangkan respon *glycemic load* sebagai pedoman penyusunan menu makanan pasien (baik penyelenggaraan makanan di rumah sakit maupun di rumah) GDM sehingga dapat mengurangi resiko komplikasi kehamilan dan resiko kejadian penyakit DM.
2. Sebagai bahan rekomendasi yang lebih tepat disamping nilai indeks glikemik, dimana nilai *glycemic load* dapat digunakan untuk mengetahui efek makanan terhadap kadar gula darah, berdasarkan nilai GI dan jumlah karbohidrat yang terdapat di dalam makanan tersebut. *Glycemic load* juga dapat menunjukkan bahwa ternyata porsi tiap sajian makanan juga ikut mempengaruhi kenaikan gula darah.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kajian Teoritis

#### A. 1. *Gestational Diabetes Mellitus*

##### 1. Definisi

Diabetes mellitus gestasional (GDM) didefinisikan sebagai derajat apapun intoleransi glukosa dengan onset atau pengakuan pertama selama kehamilan (WHO-World Health Organisation 2011). Hal ini berlaku baik insulin atau modifikasi diet hanya digunakan untuk pengobatan dan apakah atau tidak kondisi tersebut terus berlangsung setelah kehamilan. Ini tidak mengesampingkan kemungkinan bahwa intoleransi glukosa yang belum diakui mungkin telah dimulai bersamaan dengan kehamilan.

Menurut *American Diabetes Association (ADA)* tahun 2005, diabetes mellitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau kedua-duanya. Hiperglikemia kronik pada diabetes berhubungan dengan erusakan jangka panjang, difusi dan kegagalan beberapa organ tubuh, terutama mata, ginjal, syaraf, jantung dan pembuluh darah.

##### 2. Etiologi

Selama kehamilan, peningkatan kadar hormon tertentu dibuat dalam plasenta (organ yang menghubungkan bayi dengan tali pusat ke rahim) nutrisi membantu pergeseran dari ibu ke janin. Hormon lain yang diproduksi oleh plasenta untuk membantu mencegah ibu dari mengembangkan gula darah rendah.

Selama kehamilan, hormon ini menyebabkan terganggunya intoleransi glukosa progresif (kadar gula darah yang lebih tinggi). Untuk mencoba menurunkan kadar gula darah, tubuh membuat insulin lebih banyak supaya sel mendapat glukosa untuk memproduksi sumber energi.

Biasanya pankreas ibu mampu memproduksi insulin lebih (sekitar tiga kali jumlah normal) untuk mengatasi efek hormon kehamilan pada tingkat gula darah. Namun, jika pankreas tidak dapat memproduksi insulin yang cukup untuk mengatasi efek dari peningkatan hormon selama kehamilan, kadar gula darah akan naik, mengakibatkan GDM.

### 3. Patofisiologi

Diabetes mellitus merupakan penyakit kronik multi etiologi yang dicirikan dengan defisiensi relatif atau absolute insulin yang menyebabkan intoleransi gula darah (Price, 2006). Kehamilan adalah suatu kondisi diabetogenic ditandai dengan resistensi insulin dengan peningkatan kompensasi sebagai respon  $\beta$ -sel dan hyperinsulinemia.

Resistensi insulin biasanya dimulai pada trimester kedua dan memaju ke seluruh sisa dari kehamilan. Plasenta sekresi hormon seperti progesteron, kortisol laktogen, plasenta, prolaktin, dan hormon pertumbuhan, merupakan penyumbang utama kepada resistensi insulin yang terlihat dalam kehamilan. Resistensi pada insulin mungkin berperan dalam memastikan bahwa janin memiliki tenaga yang cukup dari glukosa dengan mengubah metabolisme energi ibu dari karbohidrat ke lemak.

Wanita dengan GDM memiliki keparahan yang lebih besar dari resistensi insulin dibandingkan dengan resistensi insulin terlihat pada kehamilan normal. Mereka juga memiliki penurunan dari peningkatan kompensasi dalam sekresi insulin, khususnya pada fase pertama sekresi insulin. Penurunan pada insulin fase pertama mungkin menandakan kerusakan fungsi sel  $\beta$ . Xiang et al menemukan bahwa wanita dengan GDM Latino meningkat resistensi terhadap pengaruh insulin pada *clearance* glukosa dan produksi dibandingkan dengan wanita hamil normal.

Selain itu, mereka menemukan bahwa wanita dengan GDM mengalami penurunan 67% sebagai kompensasi  $\beta$ -sel mereka dibandingkan dengan normal peserta kontrol hamil.

Ada juga kebanyakan wanita dengan GDM yang memiliki bukti autoimun sel islet. Prevalensi dilaporkan antibodi sel islet pada wanita

dengan GDM berkisar 1,6-38%. Prevalensi autoantibodi lain, termasuk autoantibodi insulin dan antibody asam glutamat dekarboksilase, juga telah variabel. Wanita-wanita ini mungkin menghadapi risiko untuk mengembangkan bentuk autoimun diabetes di kemudian hari. Akhirnya, dalam 5% dan semua kasus GDM,  $\beta$ -sel ketidakmampuan untuk mengkompensasi resistensi insulin adalah hasil dari cacat di  $\beta$ -sel, seperti mutasi pada glukokinase. (Journal Clinical Diabetes January 2005 Vol 23)

Resistensi insulin dan sekresi insulin yang abnormal akhirnya menyebabkan gangguan toleransi glukosa. Pankreas tidak dapat begitu saja menghasilkan cukup insulin untuk mengatur glukosa darah dan nutrient lain ke dalam jaringan tubuh dan menghentikan produksi glukosa di hati (Prapti, 2003).

#### **4. Gejala Diabetes Mellitus Tipe 2**

Diabetes mellitus gestasional adalah bentuk sementara (dalam banyak kasus) diabetes dimana tubuh tidak memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup untuk menangani gula selama kehamilan. Hal ini juga bisa disebut intoleransi glukosa atau intoleransi karbohidrat.

Menurut Tjokroprawiro (2006) ada tiga gejala utama DM yaitu :

- Meningkatkan rasa haus (polidipsi)
- Meningkatkan rasa lapar (polifagia)
- Meningkatkan frekuensi buang air kecil (poliuri)

Ada juga yang mengalami gejala lain sebagai berikut :

- Merasa lemah dan lelah sepanjang waktu
- Luka dan cedera yang sulit sembuh
- Rasa kebas dan kesemutan pada kaki
- Infeksi kulit
- Penglihatan kabur
- Kulit kering atau gatal

#### **5. Jenis Karbohidrat**

Berdasarkan sifat ketersediaannya (availabilitas) bagi tubuh, maka karbohidrat yang terkandung dalam bahan pangan dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu :

### 1) Karbohidrat tersedia

Karbohidrat ini dapat dicerna dan / atau diserap serta dimetabolisasi dalam tubuh. Kelompok ini meliputi monosakarida (misalnya : glukosa, fruktosa dan galaktosa), disakarida dan oligosakarida (misalnya : sukrosa, laktosa, maltose, trehalosa dan oligosakarida lain yang sejenis dengan maltose dan isomaltosa) dan polisakarida glukana (misalnya : pati, dekstrin dan glikogen). Termasuk pula kelompok gula alcohol dan senyawa-senyawa sejenis, baik yang terdapat secara alami dalam bahan pangan maupun yang sengaja ditambahkan (misalnya sebagai pemanis untuk menggantikan sukrosa)

### 2) Karbohidrat tidak tersedia

Karbohidrat ini tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim yang terdapat dalam saluran pencernaan manusia, sehingga akhirnya akan dibuang bersama feses. Karbohidrat yang termasuk dalam kelompok ini adalah oligosakarida yang tergolong sebagai seri rafinosa (rafinosa, stakiosa dan verbaskosa), polisakarida glukana (selulosa), polisakarida turunan (hemiselulosa, lignin, gum,pektin) serta beberapa macam disakarida misalnya laktulosa. Beberapa diantara karbohidrat yang tidak tersedia ini dapat difermentasi oleh mikroflora yang terdapat dalam saluran pencernaan, menjadi asam lemak rantai pendek dan asam laktat. Sebagian dari hasil fermentasi ini akan diserap oleh usus (besar) dan akhirnya di metabolisme dalam tubuh (Muchtadi, 2011).

Pati merupakan karbohidrat utama dalam sebagian besar hidangan. Pati adalah karbohidrat simpanan tanaman seperti sereal, umbi-umbian dan kacang-kacangan. Pati merupakan polimer glukosa yang terdiri dari dua macam polimer yaitu amilosa dan amilopektin. Pati sereal mengandung 15-30% amilosa, yang merupakan rantai heliks residu glukosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosida  $\alpha(1-4)$ . Amilopektin merupakan polimer bercabang dengan berat molekul yang lebih tinggi, terdiri dari residu glukosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosida  $\alpha(1-4)$  dan  $\alpha(1-6)$ . Beberapa macam pati dari jagung, padi, sorgum dan *barley* mengandung lebih banyak amilopektin, sehingga sifat patinya setelah



dimasak sangat lengket dan dikenal sebagai sebutan "waxy" (Galliard *et al* dalam Muchtadi,2011).

Pati dan glikogen dihidrolisis sempurna oleh aktivitas enzim yang terdapat dalam saluran pencernaan, menjadi unit pembangunnya D-glukosa bebas. Amilosa merupakan polimer gula sederhana yang tidak bercabang, dan sulit tergelatinisasi. Struktur yang lurus ini membuat amilosa solid dan sulit dicerna. Amilopektin merupakan polimer gula sederhana yang mempunyai cabang dan lebih terbuka dibandingkan dengan amilosa. Oleh karena itu, amilopektin akan lebih mudah untuk digelatinisasi dan dicerna. Semakin tinggi kadar amilopektin maka nilai indeks glikemik juga semakin tinggi.

#### a. Pati Resisten

Pati resisten adalah gabungan antara pati dan produk hasil pencernaan pati (misalnya maltose, maltotriosa dan *α-limit dekstrin*) yang tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim penghidrolisis karbohidrat dalam usus (Englyst *et al*, 1992; Champ *et al*, 2003 dalam Muchtadi, 2011). Umumnya semua pati yang belum termodifikasi, apabila dapat larut dalam air, dapat dihidrolisis oleh enzim  $\alpha$ -amilase pankreas. Tetapi kecepatan dan luasnya pemecahan pati tersebut dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik dan kimianya. Hal ini telah membawa pada dibuatnya klasifikasi pati resisten yang sekarang digunakan secara luas (Englyst dan Cummings, 1987 dalam Muchtadi,2011).

Secara alamiah pati resisten terdapat di dalam bahan pangan baik yang masih mentah maupun sudah diolah. Pada produk pangan olahan, pati resisten dapat dibentuk oleh kombinasi panas, kelembaban dan kadang-kadang tekanan. Salah satu cara untuk meningkatkan kadar pati tahan cerna dalam bahan pangan adalah memanaskan pati hingga tergelatinisasi kemudian mendinginkannya secara cepat (Haliza, 2006)

Keberadaan pati resisten dalam bahan makanan dapat meningkatkan efek fisiologis dari makanan tersebut. Salah satu sifat fisiologis dari pati resisten adalah kemampuannya untuk dapat difermentasi oleh bakteri- bakteri usus yang menguntungkan. Di dalam

usus kecil pati resisten tidak diserap sehingga tetap utuh sampai di dalam usus dan akan difermentasi oleh bakteri- bakteri menguntungkan seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli*, sehingga pati resisten juga berpotensi sebagai prebiotik (Haralampu, 2000).

Pati resisten (*resistant starch,RS*) dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis, yaitu : (1) RS I : secara fisik tidak dapat "ditembus" oleh enzim  $\alpha$ -amilase, sebagian besar terdapat dalam biji-bijian penuh ; RS II : pati resisten granula (tipe B) ; RS III : pati ter-retrogradasi (setelah diolah) ; dan RS IV : pati termodifikasi. Terdapat implikasi pati resisten terhadap respon glikemik bahan pangan dan proses fermentasi dalam usus besar, serta untuk beberapa kondisi kesehatan seperti diabetes dan obesitas (Champ *et al*, 2003 dalam Muchtadi,2011).

Meskipun telah diketahui bahwa pati resisten dapat difermentasi dalam usus besar, namun pengaruhnya terhadap kesehatan belum jelas. Baghurst *et al* (1996) dalam Muchtadi (2011) menguraikan kemungkinan manfaat pati resisten untuk kesehatan, misalnya mengontrol kadar gula darah dan kolesterol, mengontrol berat badan dan manajemen konsumsi energi, mencegah terjadinya kelainan pada usus serta mencegah timbulnya kanker kolon.

#### b. Pati Termodifikasi

Proporsi amilosa dan amilopektin dalam bahan pangan sangat bervariasi dan dapat dimodifikasi melalui *plant breeding*. Kultivar padi yang berbeda hasil pengembangan pemuliaan tanaman mempunyai kadar amilosa dan amilopektin yang berbeda (Kennedy dan Burlingame, 2003 dalam Muchtadi, 2011). Pati dapat juga dimodifikasi secara kimia untuk mengubah sifat fungsionalnya, misalnya menurunkan viskositas, meningkatkan stabilitas gel, meningkatkan *mouth feel*, penampakan dan tekstur dan agar tahan terhadap pemanasan.

Berbagai macam proses telah digunakan untuk memodifikasi pati dan dua proses yang paling penting adalah metode substitusi dan metode ikatan silang (*cross linking*). Substitusi melibatkan eterifikasi atau eterifikasi sejumlah kecil grup hidroksil glukosa pada amilosa dan

Akibatnya, penderita diabetes mellitus akan mengalami gangguan pada metabolisme karbohidrat.

Darah mempertahankan kadar glukosa darah pada taraf tertentu untuk fungsi otak dan system saraf pusat. Jaringan ini tidak dapat berfungsi baik tanpa glukosa. Untuk menjamin suplai glukosa terus-menerus, tubuh menyimpan cadangan glukosa di hati dan otot dalam bentuk glikogen. Bila tubuh telah menggunakan cadangan glukosa ini maka tubuh akan memecah protein otot untuk mensintesis glukosa. Konsumsi karbohidrat yang rendah akan membuat kehilangan jaringan otot, bukan lemak dan air. Konsumsi karbohidrat yang rendah tidak banyak membantu menurunkan berat tubuh karena simpanan lemak dalam tubuh tidak bisa dipecah menjadi glukosa. Anjurannya, kita harus memenuhi kebutuhan energi sebanyak 50-60% dari karbohidrat. Karbohidrat dalam pangan yang dipecah dengan cepat selama pencernaan memiliki IG tinggi. Respon gula darah terhadap jenis pangan (karbohidrat) ini cepat dan tinggi. Dengan kata lain, glukosa dalam aliran darah meningkat dengan cepat. Sebaliknya, karbohidrat yang dipecah dengan lambat memiliki IG rendah sehingga melepaskan glukosa ke dalam darah dengan lambat. Peningkatan kadar gula darah yang cepat akan menaikkan kebutuhan insulin. Selama insulin dapat mengimbangi, peningkatan kadar gula darah jangka pendek tidak menjadi masalah. Namun, bila peningkatan berlangsung lama, insulin tidak mampu lagi menjaga kadar gula darah pada taraf normal yang mengakibatkan toleransi tubuh terhadap glukosa darah menurun (Rimbawan, 2004).

## **B. Penatalaksanaan**

Kerangka utama penatalaksanaan DM yaitu perencanaan makan (diet), latihan jasmani, obat hipoglikemik, dan edukasi (PERKENI, 2006).

### **a. Perencanaan Makan (Diet)**

#### **1) Tujuan**

Menurut Tjokroprawiro (2006), setiap macam diet diabetes selalu diusahakan untuk dapat memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut, yaitu bahwa diet diabetes hendaknya dapat :

- a. Memperbaiki kesehatan umum penderita,
- b. Menyesuaikan berat badan penderita ke berat badan normal,
- c. Menormalkan pertumbuhan DM anak atau DM dewasa muda (masa pertumbuhan),
- d. Mempertahankan glukosa darah sekitar normal,
- e. Menekan atau menunda timbulnya penyakit angiopati diabetik,
- f. Memberikan modifikasi diet sesuai dengan keadaan penderita misalnya Diabetisi yang hamil, DM dengan penyakit hati, TBC, dan
- g. Menarik dan mudah diterima oleh penderita

## 2) Jenis diet

Beragam-macam diet diabetes masing-masing mempunyai komposisi dan indikasi sendiri-sendiri yaitu :

### 1. Diet-KV (untuk DM Pregestasional)

DM Pregestasional untuk ibu yang sudah menderita DM sebelum hamil. Diet ini diberikan untuk Diabetisi yang hamil. Komposisi diet ini sama dengan Diet-KV. Ada 4 macam Diet-KV-Pregestasional, yaitu :

- a. Diet-KV-T1, diberikan untuk Diabetisi hamil pada Trimester 1.
- b. Diet-KV-T2, diberikan untuk Diabetisi hamil pada Trimester 2.
- c. Diet-KV-T3, diberikan untuk Diabetisi hamil pada Trimester 3.
- d. Diet-KV-L, diberikan untuk Diabetisi yang menyusui.

### 2. Diet-B1 (untuk DM Gestasional)

Diet ini diberikan untuk penderita yang Diabetes Mellitusnya diketahui saat hamil. Komposisi diet ini sama dengan Diet-B1. Ada 4 macam Diet-B1-Gestasional, yaitu :

- a. Diet-B1-T1, diberikan untuk Diabetisi hamil pada Trimester 1.
- b. Diet-B1-T2, diberikan untuk Diabetisi hamil pada Trimester 2.

- c. Diit-B1-T3, diberikan untuk Diabetisi hamil pada Trimester 3. (Tjokroprawiro, 2006).

### 3) Jumlah kalori diet DM

Tjokroprawiro (2006) menyebutkan, untuk memudahkan teknik pelaksanaannya, semua macam diet diabetes yang telah disesuaikan di RSUD Dr. Soetomo Surabaya telah terbagi-bagi sesuai dengan jumlah kalornya. Contoh :

- a. Diabetes Melitus I (1100 kalori)
- b. Diabetes Melitus II (1300 kalori)
- c. Diabetes Melitus III(1500 kalori)
- d. Diabetes Melitus IV (1700 kalori)
- e. Diabetes Melitus V (1900 kalori)
- f. Diabetes Melitus VI (2100 kalori)
- g. Diabetes Melitus VII (2300 kalori)
- h. Diabetes Melitus VIII (2500 kalori)
- i. Diabetes Melitus IX (2700 kalori)
- j. Diabetes Melitus X (2900 kalori)
- k. Diabetes Melitus XI (3100 kalori)
- l. Diabetes Melitus XII (3300 kalori)

### 4) Pedoman 3 J (Jumlah, Jadwal, Jenis)

Dasar terapi diet pada Diabetes Mellitus adalah memberikan kalori yang cukup dan komposisi yang memadai, dengan memperhatikan tiga J yaitu jumlah makanan, jadwal makan, dan jenis makanan (Lanywati, 2001). Artinya :

J1 : Jumlah kalori yang diberikan harus habis

J2 : Jadwal diet harus diikuti sesuai dengan intervalnya, yaitu 3 jam.

J3 : Jenis makanan manis harus dihindari, termasuk pantang buah golongan A (Tjokroprawiro, 2006).

### 5) Penentuan jumlah kalori diit DM

Penentuan jumlah kalori diit diabetes disesuaikan dengan status gizi penderita. Penentuan gizi penderita dilaksanakan dengan menghitung *percentage of relative body weight* (BBR = Berat Badan Relatif) dengan rumus :

$$BBR = \frac{BB}{TB-100} \times 100\% \text{ (BB : kg, TB : cm)}$$

Status gizi :

- a) Kurus (*underweight*) : BBR < 90%
- b) Normal (*ideal*) : BBR 90-110%
- c) Gemuk (*overweight*) : BBR > 110%
- d) Obesitas, apabila : BBR > 120%
  - Obesitas ringan 120-130%
  - Obesitas sedang 130-140%
  - Obesitas berat 140-200%
  - Obesitas Morbid >200%

Dalam praktek, sebagai pedoman jumlah kalori yang diperlukan sehari untuk penderita DM yang bekerja biasa adalah :

- a. Kurus : BB x 40-60 kalori sehari
- b. Normal : BB x 30 kalori sehari
- c. Gemuk : BB x 20 kalori sehari
- d. Obesitas : BB x 10-15 kalori sehari (Tjokroprawiro, 2006).

Perhitungan energi menurut Perkeni :

BB ideal :

Laki-laki =  $TB (m)^2 \times 22,5$

Perempuan =  $TB (m)^2 \times 21$

Energi basal :

Laki-laki = BBI x 30 kkal

Perempuan = BBI x 25 kkal

TEE = Energi basal + FA + FS – KU (PERKENI, 2002)

#### b. Latihan jasmani

Kegiatan jasmani dan latihan jasmani secara teratur (3-4 kali seminggu selama kurang lebih 30 menit), merupakan salah satu pilar dalam pengelolaan DM. Latihan jasmani selain untuk menjaga kebugaran juga dapat menurunkan berat badan dan memperbaiki sensitifitas insulin, sehingga akan memperbaiki kendali glukosa darah. Latihan jasmani yang dianjurkan berupa latihan jasmani yang bersifat aerobik seperti jalan kaki, bersepeda santai, jogging, dan berenang (PERKENI, 2006).

#### c. Obat hipoglikemik

Jika penderita telah melakukan pengaturan makan dan kegiatan jasmani yang teratur tetapi kadar glukosa darahnya masih belum baik, dipertimbangkan pemakaian obat berkhasiat hipoglikemik (oral/suntikan) (Mansjoer, dkk., 2001).

##### 1) Obat hipoglikemik oral (OHO)

Berdasarkan cara kerjanya, OHO dibagi menjadi 4 golongan :

- a. pemicu sekresi insulin : sulfonilurea dan glinid
- b. penambah sensitivitas terhadap insulin : metformin dan tiazolidindion
- c. penghambat glukoneogenesis (metformin)
- d. penghambat absorpsi glukosa : penghambat glukosidase alfa

##### 2) Insulin

Insulin diperlukan pada keadaan :

- a) penurunan berat badan yang cepat
- b) hiperglikemia berat yang disertai ketosis
- c) ketoasidosis diabetik
- d) hiperglikemia hiperosmolar non ketotik
- e) hiperglikemia dengan asidosis laktat
- f) gagal dengan kombinasi OHO dosis hampir maksimal
- g) stress berat (infeksi sistemik, operasi besar, IMA, stroke)
- h) kehamilan dengan DM/Diabetes Mellitus gestasional yang tidak terkontrol dengan TGM

- i) gangguan fungsi ginjal atau hati yang berat
- j) kontraindikasi dan atau alergi terhadap OHO

d. Edukasi

Pada dasarnya tujuan edukasi pada diabetes adalah perawatan mandiri sehingga seakan-akan pasien menjadi dokternya sendiri dan juga mengetahui kapan ia harus pergi ke dokter untuk mendapatkan pengarahan yang lebih lanjut. Edukasi yang cukup akan menghasilkan kontrol diabetes yang lebih baik dan mencegah atau mengurangi perawatan di rumah sakit (Soegondo, 1996).

6) Jenis makanan dalam diet DM

Menurut Penuntun Diet RSCM semua bahan makanan boleh diberikan dalam jumlah yang telah ditentukan, kecuali gula murni seperti pada gula pasir, gula jawa, dan sebagainya. Sirup, jelli, jam, buah-buahan yang diawetkan dengan gula, susu kental manis, minuman botol ringan, es krim, dan sebagainya. Buah-buahan yang dianjurkan adalah buah yang kurang manis (buah golongan B) sedangkan buah-buahan yang manis (buah golongan A) sering mengacaukan perawatan dan harus dilarang diberikan pada penderita Diabetes Mellitus. Sayuran A mengandung sekitar 6% karbohidrat dan penggunaannya harus diperhitungkan kalorinya, sedangkan sayuran B hanya mengandung 3% karbohidrat, sehingga dapat dipergunakan agak bebas.

Tabel 1. Jenis buah golongan A dan B

Golongan A			Golongan B		
Mangga	Anggur	Durian	Jambu biji	Apel	Semangka
Nangka	Nanas	Sawo	Kedondong	Alpukat	Bengkoang
Rambutan	Sirsak	Jambu air	Pepaya	Belimbing	Pisang
Jeruk manis	Duku		Salak		

Keterangan : Pisang raja, Pisang emas, Pisang tanduk dilarang



Tabel 2. Jenis sayuran golongan A dan B

Golongan A		Golongan B	
Bayam	Daun singkong	Daun karo	Daun labu siam
Buncis	Jagung muda	Kembang kol	Selada
Daun Melinjo	Kacang kapri	Tauge	Gambag
Daun Pepaya	Kacang panjang	Ketimun	Lobak
Labu siam	Nangka muda	Rebung	Cabai hijau
Daun luntas	Pare	Jamur segar	besar
Daun ubi jalar	Wortel	Kubis	Labu air
			Terong

Sumber : Tjokropawiro, 2003

Bahan makanan yang dianjurkan :

- Sumber karbohidrat kompleks seperti, nasi, roti, mie, kentang, singkong, ubi dan sagu.
- Sumber protein rendah lemak seperti, ikan, ayam tanpa kulit, susu skim, tempe, tahu dan kacang-kacangan.
- Sumber lemak dalam jumlah terbatas yaitu bentuk makanan yang mudah cerna. Makanan yang diolah dengan cara dipanggang, dikukus, disetup, direbus dan dibakar.

Bahan makanan yang tidak dianjurkan :

- Mengandung banyak gula sederhana seperti gula pasir, gula jawa, sirup, jam jelly, buah-buahan yang diawetkan dengan susu, susu kental manis, minuman botol ringan, es krim, kue-kue manis, dodol, cake, tarcis.
- Mengandung banyak lemak, seperti cake, makanan siap saji (fast food), goreng-gorengan. (Penuntun diet RSCM)

### C. Indeks Glikemik

Indeks glikemik adalah respon glukosa darah tubuh terhadap makanan dibandingkan dengan respon glukosa darah tubuh terhadap

glukosa murni. Indeks glikemik berguna untuk menentukan respon glukosa darah terhadap jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi.

Indeks glikemik pangan adalah tingkatan pangan menurut efeknya terhadap kadar glukosa darah. Sebagai perbandingan, IG glukosa murni adalah 100. Indeks glikemik merupakan cara ilmiah untuk menentukan makanan bagi penderita diabetes. Pangan yang menaikkan kadar gula darah dengan cepat memiliki IG tinggi. Sebaliknya, pangan yang menaikkan kadar gula darah dengan lambat memiliki IG rendah (Rimbawan, 2004). Indeks glikemik juga dapat didefinisikan sebagai rasio antara luas kurva respon glukosa makanan yang mengandung karbohidrat total setara 50 gram gula terhadap luas kurva respon glukosa setelah makan 50 gram glukosa, pada hari yang berbeda dan orang yang sama. Kedua tes tersebut dilakukan pada pagi hari setelah puasa 10 jam dan penentuan kadar gula ditentukan selama 2 jam. Dalam hal ini, glukosa atau roti tawar sebagai standar (nilai 100) dan nilai makanan yang diuji merupakan persen terhadap standar tersebut (Truswell, 1992). Kategori pangan menurut rentang IG dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Kategori Pangan Menurut Indeks Glikemik

Kategori Pangan	Rentang Indeks Glikemik*
IG rendah	<55
IG sedang ( <i>intermediate</i> )	55-70
IG tinggi	>70

\*Pangan acuan adalah glukosa murni

## 1. Komponen Bahan Makanan

### a. Ukuran Partikel

Ukuran partikel mempengaruhi proses gelatinisasi pati. Penumbukan dan penggilingan biji-bijian memperkecil ukuran partikel sehingga lebih mudah menyerap air. Ukuran partikel berkaitan dengan luas penampang permukaan total. Makin kecil ukuran partikel, makin besar luas permukaan total pangan.

Ukuran butiran pati yang makin kecil mengakibatkan mudah terdegradasi oleh enzim (Snow dan O'Dea, 1981 dalam Rimbawan 2004). Hal ini menyebabkan enzim mudah bekerja. Makin mudah enzim bekerja makin cepat pencernaan dan penyerapan karbohidrat pati. Oleh karena itu, makin kecil ukuran partikel maka IG pangan makin tinggi.

Struktur pangan juga mempengaruhi respon *postprandial* terhadap pangan berpati. Butiran utuh sereal, seperti gandum menghasilkan respon glukosa dan insulin yang rendah. Namun, ketika biji-bijian tersebut digiling sebelum direbus, respon glukosa dan insulin *postprandial* mengalami peningkatan yang bermakna (Liljeberg, 1992 dalam Rimbawan, 2004).

#### b. Tingkat gelatinisasi pati

Pati merupakan bagian terbesar yang terkandung dalam karbohidrat. Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Amilosa dan amilopektin dalam pati berbentuk struktur kristalin. Hal ini membuat pati bersifat tidak larut air dan sukar dicerna dalam keadaan mentah. Struktur kristalin tersebut akan hancur bersamaan dengan proses gelatinisasi yang melibatkan air dan suhu tinggi.

Pati dalam pangan mentah berada dalam bentuk granula (butiran kecil) yang tersusun rapat. Granula tersebut mengakibatkan pangan mentah sulit dicerna. Kebanyakan pangan berpati memerlukan proses pemasakan sebelum dikonsumsi. Selama pemasakan, air dan panas memperbesar ukuran granula pati. Beberapa granula terpisah dari molekul pati. Bila sebagian besar granula pati telah mengembang maka pati tersebut dinyatakan tergelatinisasi penuh.

Pemanasan atau pemasakan adalah metode yang paling lazim digunakan untuk mengolah sereal. Dengan pengolahan ini, pati dapat tergelatinisasi rendah, laju amilolisis meningkat pesat (Granfeldt, 1995 dalam Rimbawan 2004). Granula yang mengembang dan molekul pati

bebas ini sangat mudah dicerna karena enzim pencernaan pati di dalam usus halus mendapatkan permukaan yang lebih luas untuk kontak dengan enzim. Reaksi cepat dari enzim ini menghasilkan peningkatan kadar gula darah yang cepat. Oleh karena itu, pangan yang mengandung pati tergelatinisasi penuh memiliki IG tinggi (Rimbawan, 2004).

b. Kadar Amilosa dan Amilopektin

Terdapat dua bentuk pati di dalam pangan, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa adalah polimer gula sederhana yang tidak bercabang. Struktur yang tidak bercabang ini membuat amilosa terikat lebih kuat sehingga sulit tergelatinisasi dan akibatnya sulit dicerna. Sementara amilopektin adalah polimer gula sederhana bercabang yang memiliki ukuran molekul lebih besar dan lebih terbuka. Dengan demikian amilopektin lebih mudah tergelatinisasi dan akibatnya lebih mudah dicerna (Rimbawan, 2004).

Amilosa adalah polisakarida yang terdiri dari glukosa yang membentuk rantai linier dan memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan hidrogen atau untuk mengalami retrogradasi. Struktur yang lurus ini membuat amilosa dapat dihidrolisis sempurna oleh satu enzim saja yakni  $\alpha$ -amilase. Sedangkan amilopektin merupakan polimer gula sederhana yang memiliki cabang serta mempunyai ukuran molekul yang lebih besar dibandingkan amilosa. Oleh karena itu, untuk menghidrolisis amilopektin diperlukan dua enzim yaitu  $\alpha$ -amilase dan  $\alpha(1-6)$  glukosidase. Rantai lurus dan sifat hidrofilik amilosa menyebabkan molekul ini cenderung membentuk susunan paralel satu sama lain melalui ikatan hidrogen. Hal ini menyebabkan afinitas amilosa terhadap air menurun.

Rashmi (2003) menjelaskan bahwa amilosa dan amilopektin terdapat dalam bentuk kristalin pada pati. Hal ini menyebabkan amilosa-amilopektin bersifat tidak larut air dan sukar untuk dicerna dalam keadaan mentah. Struktur kristalin tersebut akan hancur bersamaan dengan proses gelatinisasi yang melibatkan air dan suhu tinggi. Perbandingan amilosa dan amilopektin akan mempengaruhi sifat kelarutan dan derajat

gelatinisasi pati. Semakin besar kandungan amilopektin maka pati akan lebih basah, lengket dan cenderung sedikit menyerap air. Pati yang lebih banyak mengandung amilosa bersifat lebih resisten terhadap pencernaan pati dibandingkan dengan pati yang lebih banyak mengandung amilopektin karena struktur linier amilosa yang bersifat kompak.

Penelitian terhadap pangan yang memiliki kadar amilosa dan amilopektin berbeda menunjukkan bahwa kadar glukosa darah dan respon insulin lebih rendah setelah mengonsumsi pangan berkadar amilosa tinggi daripada pangan berkadar amilopektin tinggi (Miller et al. 1992 dalam Rimbawan,2004). Sebaliknya, bila kadar amilopektin pangan lebih tinggi daripada kadar amilosa, respon glukosa darah lebih tinggi (Rimbawan,2004).

#### c. Kadar Gula dan Daya Osmotik Pangan

Di dalam hati, fruktosa diubah menjadi glukosa secara lambat, akibatnya glukosa dilepaskan ke darah dengan lambat pula. Hal ini mengakibatkan melambatnya kenaikan kadar gula dalam darah, sehingga menurunkan nilai IG. Selain itu, kehadiran gula dalam pangan juga dapat menghambat gelatinisasi pati, karena mengikat air. Semakin tinggi tingkat gelatinisasi, maka akan mempercepat laju pencernaan, akibatnya nilai IG menjadi tinggi. Pengaruh gula yang secara alami terdapat di dalam pangan (laktosa, sukrosa, glukosa dan fruktosa) dalam berbagai proporsi, terhadap respon gula darah sangat sulit diprediksi. Hal ini dikarenakan pengosongan lambung diperlambat oleh peningkatan konsentrasi gula, apa pun strukturnya.

#### d. Kadar Serat Pangan

Berdasarkan deskripsi fisiologis, serat makanan didefinisikan sebagai komponen dalam tanaman yang tidak terdegradasi secara enzimatis menjadi sub-unit yang dapat diserap di dalam lambung dan usus halus (Trowell, 1976 dalam Rimbawan, 2004) Pangan berserat

tinggi juga meningkatkan distensi (pelebaran) lambung yang berkaitan dengan peningkatan rasa kenyang. Pengaruh serat pada IG pangan tergantung pada jenis seratnya. Bila masih utuh, serat dapat bertindak sebagai penghambat fisik pada pencernaan. Akibatnya, IG cenderung lebih rendah (Miller, 1996 dalam Rimbawan, 2004).

Serat kasar mempertebal kerapatan atau ketebalan campuran makanan dalam saluran pencernaan. Hal ini memperlambat lewatnya makanan pada saluran pencernaan dan menghambat pergerakan enzim. Dengan demikian, proses pencernaan menjadi lambat. Hasil akhirnya adalah respon gula darah lebih rendah.

#### e. Kadar Lemak dan Protein Pangan

Pangan berkadar lemak dan protein tinggi cenderung memperlambat laju pengosongan lambung. Dengan demikian, laju pencernaan di usus halus juga diperlambat. Oleh karena itu, pangan berkadar lemak tinggi cenderung memiliki IG lebih rendah daripada pangan sejenis berkadar lemak lebih rendah.

Asupan protein untuk kebanyakan orang berubah pada kisaran sempit. Dengan demikian, asupan lemak yang rendah akan digantikan oleh karbohidrat. Peningkatan laju penyerapan karbohidrat yang menyebabkan peningkatan IG setelah mengkonsumsi pangan berkadar lemak rendah disebabkan karena tertundanya pengosongan lambung oleh lemak (proses pencernaan diperlambat).

#### f. Kadar Anti Gizi Pangan

Beberapa pangan secara alamiah mengandung zat yang dapat menyebabkan keracunan bila jumlahnya besar. Zat yang berpotensi menyebabkan efek merugikan terhadap status gizi disebut zat anti gizi. Beberapa zat anti gizi tetap aktif walaupun sudah melalui proses pemasakan. Zat anti gizi pada biji-bijian dapat memperlambat pencernaan karbohidrat di dalam usus halus. Akibatnya IG pangan menurun.

Sebagai contoh adalah tannin atau polifenol. Tanin atau polifenol merupakan salah satu anti nutrisi yang terdapat dalam banyak bahan makanan seperti sorghum, kacang-kacangan, teh, buah apel, anggur dan macam-macam buah lainnya (Djuwadi et al., 1987 dalam Tandi 2010). Tanin dapat mengikat protein membentuk ikatan kompleks protein tanin sehingga protein tersebut sukar dicerna oleh enzim protease. Tanin juga mempengaruhi metabolisme karbohidrat dengan mengikat pati sehingga sukar dicerna oleh enzim amylase. Tanin bukan hanya mengikat protein dan pati, tetapi juga mengikat selulose, pektin, alkaloid dan vitamin B12. Pengaruh tanin yang begitu luas terhadap metabolisme zat-zat dalam tubuh menyebabkan terjadinya penekanan terhadap pertumbuhan (growth depression) secara umum.

Tabel 4. Faktor- faktor yang Mempengaruhi Indeks Glikemik Pangan

Faktor	Mekanisme	Contoh
Tingkat gelatinisasi pati	Makin rendah tingkat gelatinisasi, makin lambat laju pencernaan. Akibatnya, indeks glikemik lebih rendah.	Spaghetti, biscuit
Biji-bijian utuh*	Serat bertindak sebagai penghambat fisik yang memperlambat aksi enzim untuk memecah pati.	Kacang polong
Rasio amilosa pectin	Makin tinggi rasio amilopektin (makin tinggi kadar amilosa), makin rendah laju pencernaan pati.	Beras basmati
Kadar serat	Serat kasar dan serat terlarut meningkatkan viskositas (kerapatan) campuran pangan di dalam usus. Hal ini akan menghambat interaksi enzim dengan campuran pangan (pati).	Gandum giling, pectin pada apel

Faktor	Mekanisme	Contoh
Kadar gula (daya osmotik)	Di dalam hati, fruktosa diubah menjadi glukosa secara lambat. Akibatnya, glukosa dilepaskan ke darah dengan lambat pula. Kehadiran gula di dalam pangan juga menghambat gelatinisasi pati dengan cara mengikat air.	Biscuit
Kadar lemak dan protein	Lemak memperlambat pengosongan lambung yang berakibat pada lambatnya pencernaan pati.	Kentang goreng
Kadar antigizi	Beberapa pangan mengandung zat yang menghambat pencernaan pati, misalnya pitat dan tannin.	Kedelai

\*beras adalah pengecualian karena beberapa varietas lainnya memiliki IG tinggi

Sumber : Miller, dkk (1996) dalam Rimbawan (2004)

g. Karbohidrat Sederhana dan Karbohidrat Kompleks Berkaitan dengan Indeks Glikemik

Karbohidrat yang penting dalam ilmu gizi dibagi dalam 2 golongan, yaitu karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Semua jenis karbohidrat terdiri atas karbohidrat sederhana atau gula sederhana, karbohidrat kompleks mempunyai lebih dari 2 unit gula sederhana di dalam satu molekul (Almatsier, 2003).

Karbohidrat dalam makanan sehari-hari menyediakan gula darah yang dapat digunakan oleh sel sebagai energi, disimpan dalam hati dan otot sebagai glikogen atau dikonversikan menjadi lemak jika kebutuhan energi berlebihan. Semua sel akan mengandalkan gula darah, termasuk system syaraf pusat. Jika gula darah dalam tubuh habis, tubuh akan



memecah protein jaringan menjadi gula darah dan membuat badan-badan keton dari lemak (Whitney, 1998). Makanan sumber karbohidrat yang dipecah dengan cepat di saluran pencernaan mempunyai indeks glikemik yang tinggi, artinya respon gula darah cepat dan tinggi atau kadar gula di dalam darah meningkat dengan cepat. Sebaliknya, karbohidrat yang dipecah dengan lambat akan melepaskan gula secara bertahap ke dalam darah, sehingga mempunyai indeks glikemik rendah. Makanan dengan indeks glikemik rendah akan menghasilkan efek gula darah yang lambat. (Media Dietetik ASDI, 2002).

Direkomendasikan bahwa orang dengan DM harus membatasi kebutuhan karbohidrat sederhana menjadi karbohidrat kompleks, karena dipercaya bahwa pada karbohidrat kompleks gula darah dilepaskan lebih lambat daripada karbohidrat sederhana dari usus ke dalam aliran darah. Di sisi lain, karbohidrat sederhana diabsorpsi lebih cepat, sehingga memberikan tubuh gula darah dan merangsang beberapa respon dari pankreas (Anonymous, 2008). Namun menurut Burke (1993), klasifikasi karbohidrat sederhana dan kompleks tidak sama dengan makanan yang indeks glikemiknya tinggi, misalnya kentang dan roti. Di lain pihak karbohidrat sederhana, misal fruktosa mempunyai indeks glikemik yang rendah. Hal ini tergantung pada faktor-faktor yang mempengaruhi indeks glikemik seperti kemampuan mencerna pati pada makanan, adanya lemak, protein dan serat, cara pengolahan serta bentuk makanan (kering, cair, kasar atau halus) seperti beras utuh, tepung beras, dll (Whitney, 1998).

Makanan yang mempunyai indeks glikemik rendah akan lebih menguntungkan dalam pengendalian gula darah dibandingkan dengan makanan yang mempunyai indeks glikemik tinggi. Makanan yang memiliki indeks glikemik rendah tidak menaikkan kadar gula darah dengan cepat, sehingga pankreas melepaskan insulin secara perlahan-lahan. Makanan dengan indeks glikemik tinggi memiliki puncak respon glikemik yang tinggi sehingga luasannya pun lebih tinggi dibandingkan makanan dengan indeks glikemik rendah.

## 2. Cara Pengolahan

Miller (1996) melakukan penelitian pada kentang dan dapat diketahui bahwa kentang yang mengalami proses pengolahan yaitu pemanggangan memiliki nilai indeks glikemik paling tinggi IG (85) dibandingkan dengan kentang yang digoreng IG (75). Sedangkan kentang yang direbus memiliki IG (62) lebih tinggi dibandingkan kentang yang dijadikan kripik IG (54).

Tabel 5. Indeks Glikemik Pengolahan pada Kentang

No	Nama Makanan	Nilai Indeks Glikemik
1	Kripik kentang	54
2	Kentang panggang	85
3	Kentang goreng	75
4	Kentang rebus	62

Sumber : Miller, 1996

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Fernandez G, dkk (2004) pada Tabel 7, menunjukkan bahwa untuk kentang yang direbus memiliki indeks glikemik yang rendah (56) daripada kentang bakar (72) atau kentang panggang (77) yang memiliki indeks glikemik tinggi. Bahkan, kentang yang dihaluskan (pure kentang) mempunyai indeks glikemik yang lebih tinggi (88). Sebagai contoh lain adalah pada ubi jalar yang direbus memiliki IG (62), bila digoreng memiliki IG (47) dan bila dipanggang memiliki IG (80).

Tabel 6. Indeks Glikemik Pengolahan pada Kentang dan Ubi Jalar

No	Bahan Makanan yang Diolah	Nilai IG
1	Kentang bakar	72
2	Kentang panggang	77
3	Kentang pure (dihaluskan)	88
4	Ubi jalar direbus	62
5	Ubi jalar digoreng	47
6	Ubi jalar dipanggang	80

Sumber : Fernandez, 2004

Nilai indeks glikemik kentang panggang pada Tabel 6 dan 7 memiliki nilai yang berbeda, yaitu masing-masing 85 dan 77. Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan varietas dan cara pengolahan yang diterapkan pada penelitian terkait. Proses pengolahan yang menggunakan air dalam waktu yang cukup lama diduga menyebabkan peningkatan daya cerna pati yang pada akhirnya akan meningkatkan nilai IG (Thornburn *et al.*, (1986) dalam Amalia (2011)). Nilai indeks glikemik yang tinggi pada bahan makanan yang dibakar disebabkan karena proses pengolahannya menggunakan panas yang cukup tinggi dan dalam waktu yang lama. Proses pengolahan seperti itu diperkirakan menyebabkan komponen karbohidrat pada bahan makanan lebih mudah dicerna dan diserap oleh tubuh sehingga menyebabkan respon glikemik yang lebih tinggi. Menurut Cameron, (1985) dalam Amalia (2011) menyebutkan bahwa pemasakan dengan metode panas kering seperti pembakaran, menyebabkan karbohidrat pecah dan membentuk warna gelap (reaksi maillard). Hal ini mengindikasikan pecahnya pati sehingga membentuk dekstrin, bentuk yang lebih mudah dicerna.

Proses pengolahan yang melibatkan panas merupakan salah satu cara yang merubah kandungan dan kualitas gizi khususnya karbohidrat pangan (pati, amilosa, serat pangan dan pati resisten). Proses penggorengan yang melibatkan transfer panas dari minyak ke dalam pangan menyebabkan denaturasi protein, gelatinisasi pati pada kadar air yang rendah, pembentukan crust dan warna. Penggorengan dapat meningkatkan terbentuknya pati resisten yang dapat dijadikan indikator penurunan daya cerna pati pada produk kentang goreng (Pokorny (1999)). Penggorengan dapat mengakibatkan suhu permukaan bahan pangan meningkat dan air menguap, sehingga permukaan menjadi kering dan membentuk kerak. Kerak ini mempunyai struktur yang berongga dimana air di dalamnya digantikan oleh minyak yang dapat menghambat proses pengosongan lambung ketika pangan tersebut dikonsumsi, sehingga menghambat laju pencernaan pati (Subarna *et al.* 2007).

Menurut Ostman (2001) dalam Rimbawan (2004), bahan makanan yang mudah dicerna dan diserap menaikkan kadar gula darah dengan cepat. Peningkatan kadar gula darah yang cepat ini memaksa pankreas untuk mensekresikan insulin lebih banyak. Oleh karena itu, kadar gula darah yang tinggi juga meningkatkan respon insulin. Kacang-kacangan merupakan sumber bahan makanan yang mengandung indeks glikemik yang rendah. Pada golongan kacang-kacangan proses pemasakan akan menyebabkan gelatinisasi zat pati, sehingga tekstur dan flavor kacang-kacangan terasa lebih enak. Selain itu, pada sebagian besar kacang-kacangan proses pemasakan akan meningkatkan nilai protein dan mengurangi zat toksik.

Menurut Horwitz dan Slowie (1983) dalam Indeks Glikemik berbagai bahan makanan Indonesia, bahwa pada makanan yang tidak dimasak didapatkan sel yang tidak rusak sehingga penyerapannya lebih lambat. Menurut Collings proses pemasakan menyebabkan peningkatan viskositas dan juga memecah granula karbohidrat, sehingga meningkatkan pengubahan karbohidrat menjadi monosakarida oleh amylase. Proses penggilingan menyebabkan struktur bahan makanan menjadi halus dan ukuran partikelnya lebih kecil sehingga bahan makanan tersebut mudah dicerna dan diserap oleh tubuh. Dengan proses penggilingan tersebut menyebabkan indeks glikemiknya semakin tinggi. Penyerapan yang cepat mengakibatkan timbulnya rasa lapar. Selain itu, berbagai rasa yang ditawarkan memungkinkan kita mengkonsumsi dalam jumlah banyak (Rimbawan, 2004).

#### a. Indeks Glikemik Bahan Makanan Campuran

Menurut Rimbawan (2004) secara normal, makanan riil terdiri dari berbagai jenis bahan makanan. Penerapan IG pada bahan makanan riil dapat diterapkan meskipun nilai IG yang diperoleh berasal dari pengujian makanan tunggal. Para ilmuwan telah menemukan bahwa kenaikan kadar gula darah dapat diperkirakan dari makanan yang mengandung beberapa jenis bahan makanan dengan IG berbeda

Tabel 7. Perhitungan IG Pangan Campuran

Jenis Pangan	Kandungan KH (g)	%KH Total	IG	Sumbangan terhadap IG
1 gelas susu (150 ml)	7	13,20	27	$13,20\% \times 27 = 3,56$
3 keping biscuit (40g)	32	60,37	69	$60,37\% \times 69 = 41,65$
1 potong papaya (140g)	14	26,41	56	$26,41\% \times 56 = 14,79$
Total	53	100,00		IG campuran=60

IG bahan makanan campuran berada diantara IG bahan makanan tertinggi dan IG bahan makanan terendah diantara komponen penyusun bahan makanan. Dalam pembuatan menu yang bervariasi berarti juga dapat menurunkan IG bahan makanan secara keseluruhan.

Efek mengkonsumsi bahan makanan rendah IG terus berlangsung ke waktu makan selanjutnya. Mengkonsumsi makanan rendah IG pada pagi hari atau waktu sarapan pagi dapat menurunkan IG bahan makanan makan siang. Tetapi anjuran untuk mengkonsumsi bahan makanan rendah IG paling sedikit dua kali sehari. Pada umumnya, berbagai penelitian telah menemukan suatu korelasi antara IG bahan makanan dengan respon Insulin. Terkadang respon Insulin lebih tinggi atau lebih rendah dari yang diharapkan. Kehadiran protein akan meningkatkan respon insulin secara seimbang. Lemak dalam jumlah banyak dapat memperlambat respon glikemik, tetapi tidak memperlambat respon insulin. Namun kita harus menghindari sumber bahan makanan yang mengandung lemak tinggi. Mengkonsumsi kalori dua kali lipat dari sumber bahan makanan jenis A menghasilkan kadar gula darah yang sama dengan mengkonsumsi sumber bahan makanan jenis B. Pada prakteknya, hal ini sulit untuk dilakukan karena sumber bahan makanan IG rendah seperti kacang-kacangan dan buah-buahan lebih mengenyangkan.

#### D. Glikemik Load

Indeks glikemik memberikan informasi kecepatan perubahan karbohidrat menjadi glukosa darah, tetapi tidak memberikan informasi mengenai banyaknya karbohidrat dan dampak pangan tertentu terhadap

kadar glukosa darah. Salah satu langkah yang dapat ditempuh untuk mengetahui banyaknya karbohidrat terhadap kenaikan glukosa dapat dilihat dari beban glikemik. Beban glikemik memberikan informasi yang lebih lengkap mengenai pengaruh konsumsi aktual karbohidrat per saji terhadap peningkatan kadar gula darah yang ditunjukkan oleh indeks glikemik (Powell et al. 2002).

Kecepatan peningkatan kadar gula darah berbeda untuk setiap jenis pangan. Maka dari itu dianjurkan untuk meningkatkan konsumsi pangan dengan IG rendah dan mengurangi konsumsi pangan dengan IG tinggi. Tujuannya adalah untuk mengurangi beban glikemik (*glycemic load*) pangan secara keseluruhan. Beban glikemik (BG) bertujuan untuk menilai dampak konsumsi karbohidrat dengan mempertimbangkan IG pangan. Beban glikemik memberikan informasi yang lebih lengkap mengenai pengaruh konsumsi pangan actual terhadap peningkatan kadar gula darah (Rimbawan, 2004).

Glikemik load atau beban glikemik didefinisikan sebagai indeks glikemik dikalikan dengan kandungan karbohidrat dari makanan. Setiap unit beban glikemik mewakili 1 gram karbohidrat dari pangan acuan (glukosa murni). Beban glikemik merupakan suatu parameter untuk menilai kecepatan glukosa dari suatu makanan memasuki peredaran darah dan menilai banyaknya glukosa yang terkandung dari makanan tersebut, sehingga beban glikemik dapat digunakan untuk menilai pengaruh makanan terhadap peningkatan kadar glukosa darah. Glikemik load merupakan parameter yang menilai seberapa cepat glukosa dari suatu makanan memasuki peredaran darah dan juga menilai seberapa banyak glukosa yang terkandung dari makanan tersebut. Glikemik load merupakan parameter baru yang dikembangkan dari kekurangan indeks glikemik. Glikemik load tidak hanya menilai seberapa cepat glukosa dari suatu makanan memasuki peredaran darah tetapi juga menilai seberapa banyak glukosa yang terkandung dari makanan tersebut (Thompson, 2006).

Beban glikemik bahan pangan dapat diklasifikasikan yaitu BG rendah (<10), BG sedang (11-19) dan BG tinggi (>20). Perhitungan beban glikemik yaitu IG pangan dikalikan dengan kandungan karbohidrat pangan yang disajikan dibagi seratus. Beban glikemik mi dan pasta dari berbagai jenis bahan ditampilkan pada Tabel 5. Mi instan (gandum), mi mung bean dan mi instan Udon (Jepang) memiliki beban glikemik masing-masing yaitu 19; 12 dan 23 serta tergolong kategori sedang. Beban glikemik pasta yang terbuat dari berbagai bahan tergolong beban glikemik yang tinggi. Nilai indeks glikemik yang tinggi pada bahan pangan tidak langsung menunjukkan kecepatan peningkatan gula darah, tetapi ditentukan oleh kandungan karbohidrat yang disajikan (Powell et al. 2002).

Pada produk spageti gluten-free yang memiliki nilai indeks glikemik yaitu 97 dan tergolong IG tinggi, jumlah karbohidrat persajian yaitu 27 g memiliki beban glikemik yang sedang. Sebaliknya nilai indeks glikemik yang rendah dari produk mi instan Udon (Jepang) dan makaroni yaitu 48 dan 45 dengan jumlah karbohidrat persajian yaitu 47 g dan 49 g memiliki beban glikemik yang tergolong tinggi yaitu 23 dan 22 (Powell et al. 2002).

Tabel 8 , Indeks dan Beban Glikemik Serelia, Mie dan Pasta

Jenis serelia/Produk	Nilai IG	Karbohidrat (g/saji)	Nilai BG
Jagung	59	-	-
Tepung jagung	68	13	9
Beras	69	53	36
Gandum	30	15	4
Semolina	55	11	6
Mi instan (Gandum)	47	40	19
Mi <i>mung bean</i>	26	45	12
Mi instan Udon (Jepang)	48	47	23
Makaroni	45	49	22
Mi beras (Beras Thailand)	87	39	23
Pasta <i>gluten-free</i> dan pati jagung	54	42	23

Pasta beras	92	38	35
Spageti ( <i>gluten-free</i> )	97	27	19
Spageti (diperkaya protein)	27	52	14

Sumber: Powell et al. (2002)

### E. Indeks Glikemik, Glikemik Load dan Kenaikan Kadar Glukosa Darah

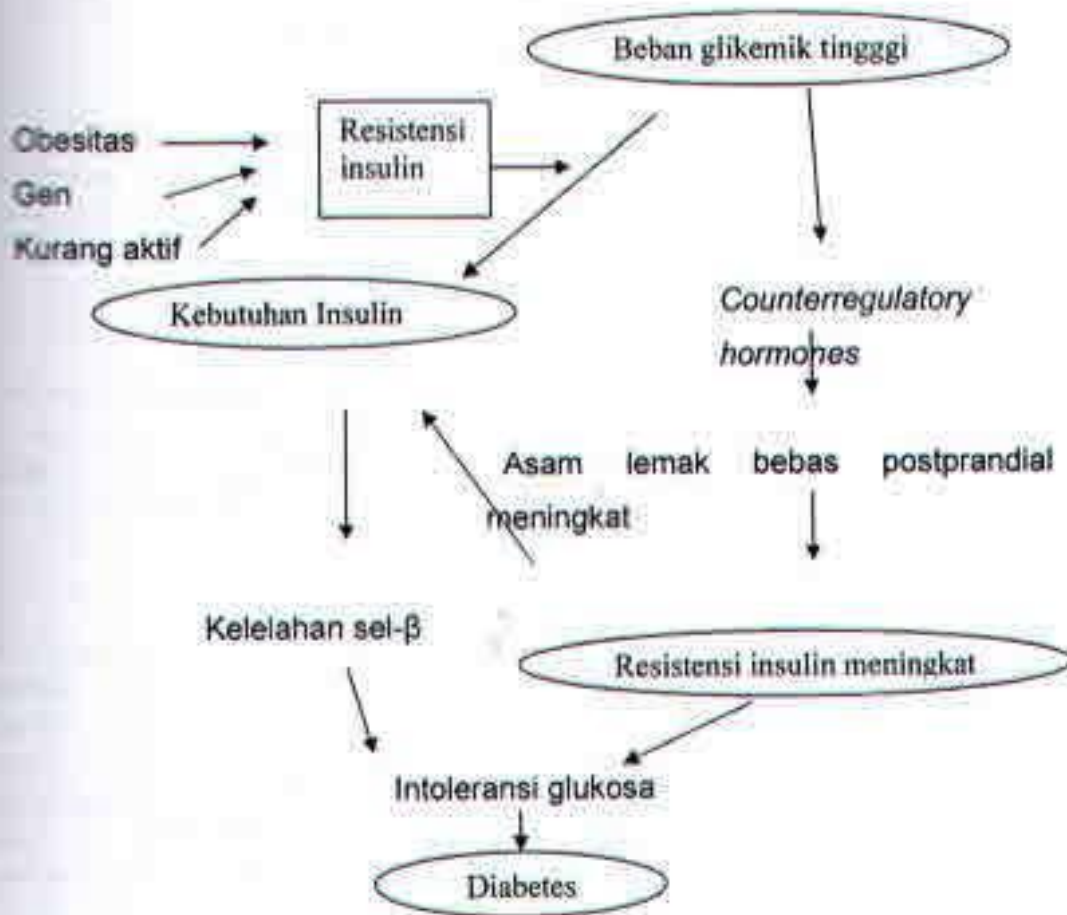
Peran IG dalam penatalaksanaan makanan pada pasien DM adalah memberikan cara mudah untuk memilih makanan yang tidak menaikkan kadar gula darah secara drastis. Dengan diketahuinya IG bahan makanan tunggal, campuran dan bahan makanan yang diolah maka penderita DM secara mandiri dengan mudah dapat memilih makanan yang tidak cepat menaikkan kadar gula darah (sumber bahan makanan IG rendah). Memilih makanan sumber IG rendah secara tidak langsung menganekaragamkan konsumsi makanan sehingga dapat meningkatkan mutu secara keseluruhan makanan yang dikonsumsi. Oleh karena itu, penatalaksanaan menu makanan dengan konsep IG mendukung upaya penganekaragaman makanan.

Miller,dkk (1996) menyatakan bahwa pendekatan pemilihan bahan makanan dengan IG tidak hanya bermanfaat pada penanganan penderita DM tetapi juga dapat mencegah timbulnya DM dan komplikasi yang diakibatkan menderita DM. Pada penderita DM, fakta dari penelitian jangka menengah menunjukkan bahwa penggantian karbohidrat yang memiliki IG tinggi dengan bahan makanan sumber makanan IG rendah akan memperbaiki pengendalian glikemik sementara pada kelompok yang memperoleh pengobatan dengan insulin akan menurunkan episode hipoglikemik (Rimbawan, 2004).

Peran IG hanya mengukur kualitas karbohidrat dan memperhitungkan jumlah karbohidrat sehingga tidak dapat menangkap potensi glukosa dalam meningkatkan seluruh kadar glukosa darah. Untuk kajian makanan individu, glikmeik load lebih relevan daripada indeks glikemik. Secara keseluruhan, jumlah karbohidrat rendah dalam makanan

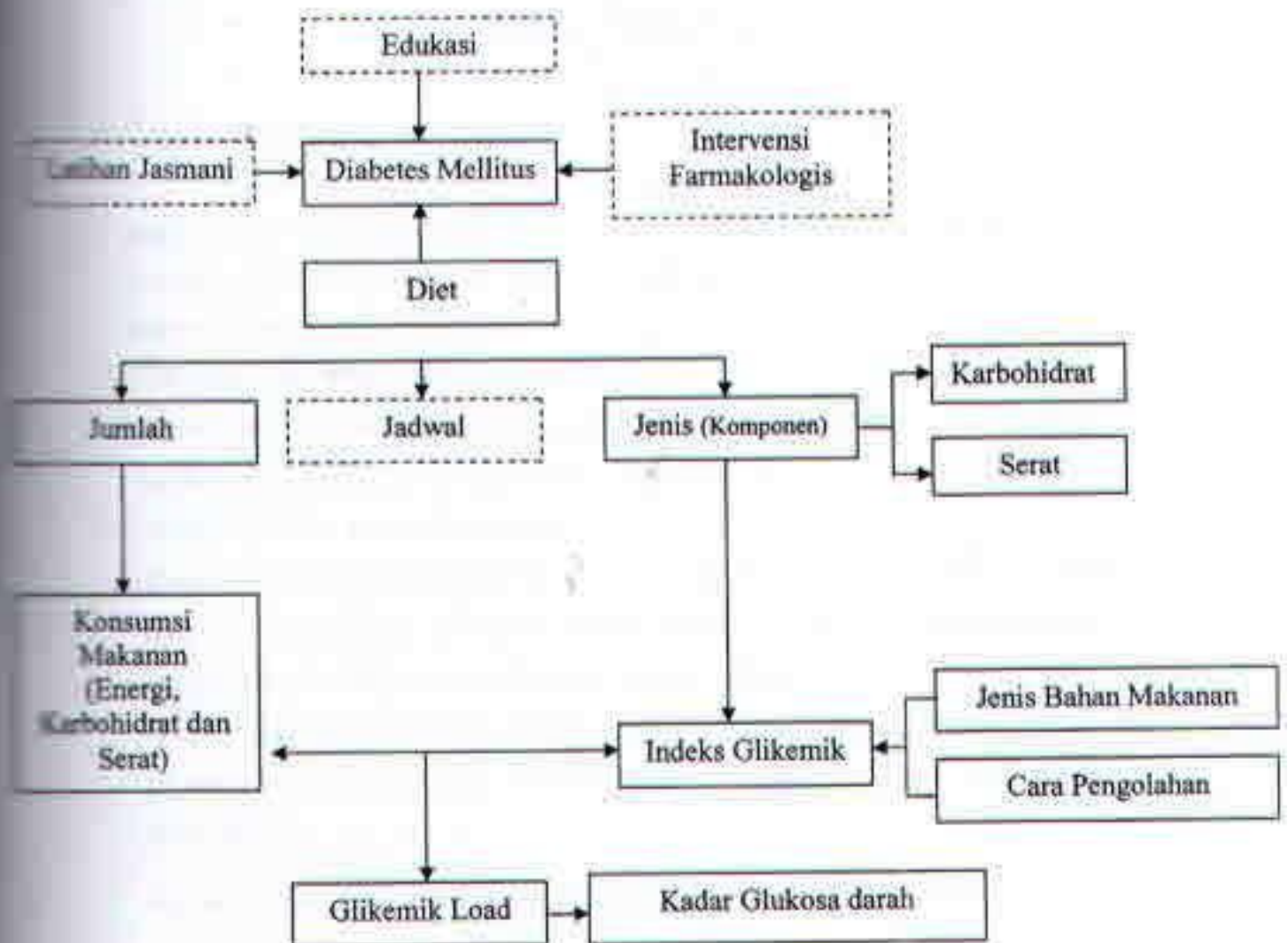


memiliki efek yang pada glukosa darah atau konsentrasi insulin (Roberts, 2009).



Gambar 1. Mekanisme Potensial Diet yang Memiliki Beban Glikemik Tinggi dapat Meningkatkan Risiko Diabetes Tipe 2

## B. Kerangka Konsep



## C. Hipotesis Penelitian

Terdapat hubungan konsumsi energi, karbohidrat dan serat, indeks glikemik, *glycemic load* dan kadar glukosa darah pasien DMG di RSIA Kota Malang.

### BAB III METODE PENELITIAN

#### A. Jenis dan desain penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan rancangan *cross sectional* untuk menganalisis hubungan konsumsi energi, karbohidrat dan serat, *glycemic load*, dengan kadar glukosa darah pasien diabetes mellitus gestasional di Kota Malang.

#### B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kota Malang dan penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan Oktober 2014.

#### C. Populasi dan subyek penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah ibu hamil yang memiliki resiko diabetes mellitus gestasional di Kota Malang yang rutin kontrol dokter spesialis kandungan di wilayah kota Malang - Jawa Timur.

Subyek penelitian diambil dengan cara *purposive sampling* dengan subyek penelitian ibu hamil yang memiliki resiko diabetes mellitus gestasional di Kota Malang.

Besar sampel dihitung dengan menggunakan rumus (Lemeshow, 1997) :

$$N = \frac{\sigma^2 (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2}{(x_1 - x_2)^2}$$

N = besar sampel

$\sigma$  = standar deviasi *outcome*;

Kadar glukosa darah DMG 1,8 mg/dl (Kabir, et al., 1993)

$Z_{\alpha}$  = nilai pada distribusi normal standar yang sama dengan tingkat kemaknaan ( $\alpha$  untuk  $\alpha = 0,05$  nilainya = 1,960)

$Z_{\beta}$  = nilai pada distribusi normal standar yang sama dengan *power* yang diinginkan (untuk *power* 90% nilainya = 1,280)

$\mu_1 - \mu_2$  = selisih mean outcome intervensi

Kadar glukosa darah DMG 1,8 mg/dl (Kabir, *et al.*, 1993)

Perhitungan besar sampel (outcome kadar glukosa darah acak) :

$$N = \frac{1,8^2 (1,960 + 1,280)^2}{(0,7)^2}$$

$$N = 17,1$$

Jadi jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sejumlah 20 orang subyek penelitian.

Kriteria subyek penelitian :

Kriteria inklusi : ibu hamil, memiliki resiko diabetes gestasional (usia  $\geq 35$  tahun, BMI  $\geq 23$  kg/m<sup>2</sup>), memeriksakan kadar glukosa darah 2jpp, bersedia untuk dijadikan responden dengan menandatangani *inform consent*.

Kriteria eksklusi : tidak sedang mendapatkan terapi obat pengendalian kadar glukosa darah, exogenous hormone dan terapi hormon lain yang mempengaruhi kadar glukosa darah.

#### 4). Variabel penelitian

Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsumsi karbohidrat dan konsumsi serat. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah indeks glikemik, *glycemic load*, cara pengolahan dan kadar glukosa darah.

#### 5). Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat yang akan digunakan untuk pengumpulan data. Instrumen dalam penelitian ini adalah :

- \* Form identitas pasien
- \* Form *Food Record 24 hour*

- Form *Food Frequency Questionnaire* (FFQ)
- Hasil pemeriksaan laboratorium
- Alat tulis menulis
- Komputer
- DKBM (Daftar Komposisi Bahan Makanan)
- URT (Ukuran Rumah Tangga)
- Daftar Indeks Glikemik Bahan Makanan
- Daftar Glikemik Load Bahan Makanan

#### 6. Definisi operasional

- a) Konsumsi energi : gambaran kebiasaan makan sumber energi sejak tiga bulan yang lalu yang ditanyakan pada subyek penelitian dengan menggunakan *semi qualitative FFQ* dan konsumsi energi selama 7 hari observasi dengan menggunakan *24 hour food recall* (skala data kategorik)
- b) Konsumsi karbohidrat : gambaran kebiasaan makan sumber karbohidrat sejak tiga bulan yang lalu yang ditanyakan pada subyek penelitian dengan menggunakan *semi qualitative FFQ* dan konsumsi energi selama 7 hari observasi dengan menggunakan *24 hour food recall* (skala data kategorik)
- c) Konsumsi serat : gambaran kebiasaan makan sumber serat (sereal, buah dan sayuran) sejak tiga bulan yang lalu yang ditanyakan pada subyek penelitian dengan menggunakan *semi qualitative FFQ* dan konsumsi energi selama 7 hari observasi dengan menggunakan *24 hour food recall* (skala data kategorik)
- d) Indeks glikemik : Estimasi angka yang mencerminkan respons glukosa darah di dalam tubuh terhadap makanan yang dilakukan melalui Pengelompokan bahan makanan yang dikonsumsi dan dihitung dengan tabel IG (skala data rasio)

- e) Glycemic Load : Hasil perkalian estimasi nilai indeks glikemik dengan jumlah pada menu makanan pasien selama 7 hari dan dihitung dalam 100 gram takaran konsumsi karbohidrat x estimasi Indeks Glikemik/100 (skala data rasio)
- f) Cara pengolahan : Proses pengolahan bahan makanan yang tercermin pada resep masakan yang dikonsumsi oleh pasien GDM (skala data nominal)
- g) Kadar glukosa darah 2 jam post prandial (2 jpp) : Kadar glukosa darah yang pengambilan sampelnya dilakukan 2 jam setelah makan (skala data ratio).

#### 7. Teknik Pengumpulan data

- a) Karakteristik subyek penelitian meliputi usia ibu, usia kehamilan, berat badan, tinggi badan, kenaikan berat badan selama hamil dan riwayat penyakit keluarga.

Usia ibu, usia kehamilan, kenaikan berat badan selama hamil dan riwayat penyakit keluarga didapatkan dari rekam medis pasien dan wawancara pada pasien.

Penimbangan berat badan menggunakan timbangan injak digital merek Smic yang memiliki ketelitian 0,1 kg dimana subyek penelitian diukur posisi berdiri tegak tepat ditengah timbangan dan tanpa menggunakan alas kaki dan pembacaan angka dilakukan setelah layar monitor stabil (tidak berubah).

Tinggi badan diukur dengan menggunakan *microtoise* merek Smic yang memiliki ketelitian 0,1 cm dimana subyek penelitian diukur dalam posisi berdiri tegak dengan pandangan menghadap lurus kedepan tanpa menggunakan alas kaki.

- b) Konsumsi energi, karbohidrat dan serat.

Konsumsi energi, karbohidrat dan serat diperoleh dengan menggunakan formulir *24 hour food record* selama 7 (tujuh) hari.

c) Indeks glikemik

Data tentang estimasi nilai indeks glikemik menu diperoleh dengan menganalisis jenis bahan makanan dari menu masakan yang dikonsumsi oleh pasien serta menghitung nilai indeks glikemik berdasarkan tabel indeks glikemik bahan makanan.

d) *Glycemic Load*

Data tentang *glycemic load* diperoleh dengan metode estimasi konsumsi makanan dengan ukuran rumah tangga dari setiap bahan makanan yang dikonsumsi untuk menentukan tingkat konsumsi makanan pasien. Data tersebut meliputi kandungan energi, karbohidrat dan serat pada makanan.

Data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai glikemik load dengan rumus :

$$GL = \frac{IG \times CHO}{100}$$

Keterangan

GL = Glikemik Load

IG = Indeks Glikemik

CHO = kandungan karbohidrat pangan

e) Kadar Glukosa Darah

Metode yang digunakan adalah metode enzimatik (glucose oxidase) yang mengukur kadar glukosa 2 jam post prandial (setelah makan) (Sacher, 2004). Prinsip pemeriksaan pada metode ini adalah enzim glucose oxidase mengkatalisis reaksi oksidasi glukosa menjadi asam glukonat dan hidrogen peroksida. Hidrogen peroksida yang terbentuk bereaksi dengan phenol dan 4-amino phenazone dengan bantuan enzim peroksidase menghasilkan quinoneimine yang berwarna merah muda dan dapat diukur dengan fotometer pada panjang gelombang 546

nm. Intensitas warna yang terbentuk setara dengan kadar glukosa darah yang terdapat dalam sampel (Riyani, 2009).

Digunakannya enzim glucose oxidase pada reaksi pertama menyebabkan sifat reaksi pertama spesifik untuk glukosa (Departemen Kesehatan RI, 2005).

### 3). Teknik pengolahan dan penyajian data

- a) Karakteristik subyek penelitian meliputi usia ibu, usia kehamilan, berat badan, tinggi badan, kenaikan berat badan selama hamil dan riwayat penyakit keluarga.

Karakteristik dasar digambarkan dengan menunjukkan frekuensi dan diikuti mean dengan standar deviasi ( $\bar{x} \pm SD$ ) untuk data kontinu dengan distribusi normal.

- b) Konsumsi energi, karbohidrat dan serat.

Data konsumsi energi, karbohidrat dan serat diolah dengan menggunakan program *nutrisurvey* dan diinterpretasikan dengan menggunakan kategori tingkat konsumsi (Gibson R, 2005) yaitu :

Baik > 80%

Sedang 51 – 80%

Kurang  $\leq$  50%

Data disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif ( $\bar{x} \pm SD$ , range )

- c) Indeks glikemik

Data tentang indeks glikemik menu pada menu hari ke-1 sampai hari ke-7 diklasifikasikan berdasarkan kategori, yaitu :

Indeks glikemik tinggi > 70

Indeks glikemik sedang 55-70

Indeks glikemik rendah <55

(Rimbawan, 2004)



Data indeks glikemik disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif ( $\bar{x} \pm SD$ , range )

d) Glycemic Load

Data *glycemic load* menu makanan pasien pada menu hari ke-1 sampai hari ke-7 diklasifikasikan berdasarkan kategori, yaitu

GL rendah:  $\leq 10$

GL sedang : 11-19

GL tinggi:  $\geq 20$

Data disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif ( $\bar{x} \pm SD$ , range )

e) Cara pengolahan bahan makanan

Data tentang cara pengolahan bahan makanan diperoleh dengan pengamatan menu pada resep. Kemudian data disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif.

f) Kadar glukosa darah 2jpp

Data tentang kadar glukosa darah 2 jam post prandial diolah dengan diklasifikasikan sesuai dengan kategori sebagai berikut :

Normal: 130-150 mg/dl

Tinggi:  $> 150$  mg/dl

Data disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif ( $\bar{x} \pm SD$ , range )

9). **Teknik analisis data**

Data hasil penelitian yang diperoleh terlebih dahulu dilakukan *editing* (penyuntingan), *coding* (pengkodean), *data entry* (memasukkan data) dan *tabulating* (tabulasi) untuk mempermudah pengolahan dan analisis data.

Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan *software* komputer. Analisis data diawali secara deskriptif dan uji homogenitas untuk melihat karakteristik dasar subyek penelitian. Data disajikan dalam bentuk tekstular dan tabular.

Analisis karakteristik dasar dengan analisis univariat dan uji statistik untuk mengetahui perbedaan proporsi karakteristik dasar menggunakan uji Pearson Product-Moment pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ .

Keputusan pengujian hipotesis untuk menganalisis hubungan konsumsi energi, karbohidrat dan serat, indeks glikemik, *glycemic load*, cara pengolahan dengan kadar glukosa darah pasien diabetes melitus gestasional di RSIA Kota Malang dengan melihat distribusi data *outcome*. *Plot (scatter)* dilakukan untuk melihat perbedaan data dan menentukan adanya *outlier*. Bila sebaran data *outcome* terdistribusi normal dengan menggunakan uji normalitas Shapiro Wilk, maka dilakukan analisis hubungan antar variabel pada taraf signifikan sebesar  $\alpha = 0,05$ .

Analisis hubungan antar variabel dengan menggunakan uji Koefisien Korelasi Pearson Product Moment ditunjukkan dengan pola hubungan antar dan inter variabel. Analisis multivariat variabel yang paling berpengaruh dengan menggunakan Regresi Linier Berganda.

## 2. Langkah pelaksanaan penelitian

a. Tahap Persiapan, kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah:

1. Pengurusan perizinan ke Instansi terkait.
2. Melakukan penjajagan ke lokasi penelitian sekaligus menyampaikan maksud dan tujuan penelitian untuk meminta persetujuan kerjasama dan dukungan.
3. Melakukan pelatihan tentang teknik pengumpulan data dan cara menggunakan alat ukur serta penjelasan kepada enumerator dan perawat untuk pemeriksaan tekanan darah.

b. Tahap Pelaksanaan, kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

1. Subyek penelitian yang sesuai dengan kriteria inklusi dan bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani *informed consent*,

selanjutnya ditetapkan sebagai subjek penelitian dan diberikan penjelasan untung rugi mengikuti penelitian.

2. Mencatat dan melengkapi identitas subjek.
3. Menjelaskan persiapan dan jadwal pemeriksaan sesuai pedoman pelaksanaan penelitian.
4. Melakukan wawancara untuk menggali data konsumsi energi, karbohidrat dan serat.
5. Melakukan pemeriksaan kadar glukosa darah 2jpp.

#### D. Teknik pengolahan, penyajian dan analisis data

Data hasil penelitian yang diperoleh terlebih dahulu dilakukan *editing* (penyuntingan), *coding* (pengkodean), *data entry* (memasukkan data) dan *tabulating* (tabulasi) untuk mempermudah pengolahan dan analisis data.

Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan *software* komputer. Analisis data diawali secara deskriptif dan uji homogenitas untuk melihat karakteristik dasar subyek penelitian. Data disajikan dalam bentuk tekstular dan tabular.

Karakteristik dasar digambarkan dengan menunjukkan frekuensi dan diikuti mean dengan standar deviasi untuk data kontinu dengan distribusi normal. Analisis karakteristik dasar dengan analisis univariat dan uji statistik untuk mengetahui perbedaan proporsi karakteristik dasar menggunakan uji korelasi Pearson Chi-Square pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ .

Keputusan pengujian hipotesis untuk mengetahui hubungan konsumsi, indeks glikemik, cara pengolahan, beban glikemik dan kadar glukosa darah 2jpp dengan melihat distribusi data *outcome*. Plot (*scatter*) dilakukan untuk melihat perbedaan data dan menentukan adanya *outlier*. Bila sebaran data *outcome* terdistribusi normal dengan menggunakan uji normalitas Shapiro Wilk, maka dilakukan analisis hubungan antar variabel pada taraf signifikan sebesar  $\alpha = 0,05$ .

Analisis hubungan antar variabel dengan menggunakan uji koefisien korelasi ditunjukkan dengan pola hubungan antarvariabel. Analisis multivariat variabel yang paling berpengaruh dengan menggunakan regresi linier ganda.

#### **E. Hasil yang diharapkan**

1. Dapat diketahui konsumsi energi, karbohidrat dan serat pasien GDM
2. Dapat diketahui *glycemic index* pada menu makanan pasien GDM
3. Dapat diketahui *glycemic load* pada menu makanan pasien GDM
4. Dapat diketahui pemilihan bahan makanan dengan memperhatikan nilai *glycemic index* dan *glycemic load* makanan untuk pasien dengan kadar glukosa darah tinggi

#### **F. Ethical clearance**

Penelitian ini tidak merugikan bagi masyarakat.

Sebelum ditetapkan sebagai subyek penelitian penderita terlebih dahulu dimintai persetujuan (*informed consent*). Informasi tentang untung rugi selama mengikuti penelitian ini akan dijelaskan kepada subyek penelitian. Semua informasi dan data dalam penelitian ini akan dijaga kerahasiaannya dan hanya dipergunakan untuk kepentingan ilmiah.

*Ethical clearance* diperoleh dari Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. KONSUMSI ENERGI, KARBOHIDRAT DAN SERAT

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus sampai Oktober 2014 yang bertempat di RSIA Puri Malang. Subyek penelitian adalah ibu hamil yang memiliki resiko diabetes mellitus gestasional dengan jumlah 21 orang dengan diagnosa diabetes mellitus gestasional sesuai dengan kriteria penelitian.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan konsumsi energi, karbohidrat dan serat, *glycemic load*, dengan kadar glukosa darah pasien diabetes mellitus gestasional di Kota Malang, melalui pengukuran nilai indeks glikemik dan *glycemic load* makanan pasien diabetes gestasional selama 7 hari pengamatan, mengetahui konsumsi energi, karbohidrat dan serat setelah dilakukan konsultasi gizi tentang diet pasien, serta mengukur fluktuasi kadar glukosa darah subyek penelitian.

Usia subyek penelitian terbanyak yaitu berumur 31-50 tahun yaitu 11 orang (52%). Sebanyak 15 orang (71,5%) memiliki status gizi overweight.

Tabel 9. Gambaran Umum Responden

Gambaran Responden	Umum	Jumlah	
		N	%
<b>Umur</b>			
- 20 – 30 tahun		10	48
- 31 – 40 tahun		11	52
<b>Jumlah</b>		<b>21</b>	<b>100</b>
<b>Status Gizi</b>			
- Underweight		1	9,5
- Normal		5	19
- Overweight		15	71,5
<b>Jumlah</b>		<b>21</b>	<b>100</b>

Tabel 9 menunjukkan bahwa umur dan status gizi merupakan salah satu dari beberapa faktor yang merupakan resiko penyakit diabetes mellitus. Penyakit diabetes rawan muncul saat memasuki usia lebih dari 30 tahun pada orang yang memiliki status gizi overweight dan obesitas.

#### 1. Terapi Diet yang Diberikan

Prinsip terapi diet yang diberikan melalui konsultasi gizi di poli rawat jalan RSIA Puri Malang untuk pasien Diabetes Melitus Gestasional merujuk pada terapi diet penyakit DM Askandar Tjokropawiro. Penggunaan proporsi jumlah karbohidrat kompleks dan serat yang lebih banyak dalam sehari sangat dianjurkan. Hasil perhitungan standar diet yang diberikan kepada subyke penelitian disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Distribusi Subyek Penelitian berdasarkan Terapi Diet yang Diberikan

Jenis Diet	Jumlah	
	N	%
DM 1700	4	19
DM 1900	8	38
DM 2100	9	43
<b>Jumlah</b>	<b>21</b>	<b>100</b>

Keterangan :

Standar Diet DM Gestasional :

DM 1700 (E : 1700 Kkal ; KH : 300,58 gram ; P : 49,82 gram ; L : 36,28 gram)

DM 1900 (E : 1900 Kkal ; KH : 328,41 gram ; P : 53,97 gram ; L : 38,88 gram)

DM 2100 (E : 2100 Kkal ; KH : 377,45 gram ; P : 65,49 gram ; L : 45,89 gram)

Terapi diet yang diberikan oleh ahli gizi berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan energi dan zat gizi pada saat konsultasi gizi di rumah sakit adalah diet untuk ibu hamil dengan standar porsi 1700 – 2100 kalori dengan merujuk pada standar diet DM dengan mempertimbangkan faktor tambahan kebutuhan energi dan zat gizi selama kehamilan.

## B. KONSUMSI ENERGI, KARBOHIDRAT DAN SERAT

Menu yang dikonsumsi oleh pasien berisi makanan seimbang yaitu makanan pokok, lauk hewani, lauk nabati, sayur, buah serta susu mengikuti anjuran ahli gizi pada saat konsultasi gizi yaitu memilih makanan dengan nilai indeks glikemik rendah.

NO	KEBUTUHAN E	ASUPAN E	KARBOHIDRAT	SERAT
1	1900	1765	240	23
2	1700	1556	214	18
3	1700	1473	232	15
4	2100	1764	263	17
5	2100	1609	242	28
6	2100	1975	253	22
7	1900	1670	233	26
8	2100	1808	254	19
9	2100	1689	239	15
10	1900	1767	223	17
11	2100	1913	253	15
12	2100	1785	307	20
13	1900	1639	214	22
14	2100	1745	242	22
15	2100	1897	257	25
16	1700	1480	225	18
17	1900	1614	254	18
18	1900	1690	240	17
19	1900	1550	235	20
20	1700	1810	225	23
21	1900	1615	244	20
	RATA-RATA	1705.43	242.33	20

### C. INDEKS GLIKEMIKS MENU MAKANAN

Perhitungan nilai kandungan Indeks Glikemik menu dilakukan pada 7 menu makanan subyek penelitian.

Nilai indeks glikemik pada masing-masing menu disajikan pada Tabel 11. Hasil perhitungan diketahui bahwa rata-rata nilai Indeks Glikemik pada menu rendah. Hal ini disebabkan karena adanya kacang-kacangan, sayur dan buah. Selain itu faktor lain yang mempengaruhi indeks glikemik adalah proses pengolahan, kadar amilosa dan amilopektin, kadar gula dan daya osmotik pangan, kadar lemak dan protein pangan dan kadar antigizi pangan (Rimbawan, 2004).

Tabel 10. Rata-Rata Nilai Indeks Glikemik pada Masing-masing Menu Makanan Subyek Penelitian

Subyek Penelitian	Nilai Indeks Glikemik	Kategori
1	47,44	Rendah
2	45,40	Rendah
3	47,02	Rendah
4	52,91	Sedang
5	47,20	Rendah
6	48,04	Rendah
7	55,75	Sedang
8	46,54	Rendah
9	50,56	Rendah
10	49,68	Rendah
11	47,81	Rendah
12	51,20	Rendah
13	53,19	Rendah
14	59,47	Sedang
15	49,93	Rendah
16	50,88	Rendah
17	60,22	Sedang
18	47,77	Rendah
19	42,41	Rendah
20	44,65	Rendah
21	46,11	Rendah
<b>Rata-rata</b>	<b>46.9 ± 1.02</b>	<b>Rendah</b>



Mengonsumsi makanan dengan karbohidrat yang kurang tepat menyebabkan kadar gula darah naik, lalu cepat turun lagi. Setiap kali kadar gula darah turun, kita merasa lapar dan ingin makan. Makan makanan dengan GI rendah membuat gula darah tetap stabil sehingga meniadakan keinginan untuk ingin makan. Tubuh juga membuat lebih sedikit hormon penimbun lemak, insulin. Pangan yang memiliki IG rendah, karbohidratnya akan dipecah dan diabsorpsi dengan lambat, sehingga menghasilkan peningkatan glukosa darah dan insulin secara lambat dan bertahap.

Pada menu makanan yang dikonsumsi oleh subyek penelitian didapatkan bahwa rata-rata subyek penelitian sudah menerapkan diet yang dianjurkan yaitu pemilihan bahan makanan mengandung indeks glikemik yang rendah yaitu bernilai <55. Hal ini menggambarkan bahwa sebagian besar bahan makanan penyusun menu mengandung indeks glikemik yang rendah, salah satunya adalah nasi putih yang berbahan dasar beras. Beras adalah makanan berpati yang secara tradisional dikonsumsi oleh masyarakat yang mempunyai indeks glikemik rendah.

Berdasarkan wawancara beberapa subyek penelitian menggunakan beras jenis IR36. Berdasarkan hasil penelitian Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (2009), beras jenis IR 36 diketahui memiliki kadar amilosa tinggi yaitu 27,3%. Rimbawan (2004), amilosa adalah polimer gula sederhana yang tidak bercabang. Struktur yang tidak bercabang ini membuat amilosa terikat lebih kuat sehingga sulit tergelatinisasi dan akibatnya sulit dicerna.

Sifat amilosa yang dianggap penting adalah amilosa agak sukar larut dalam air panas bila dibandingkan dengan amilopektin, sehingga beras yang kadar amilosanya tinggi lebih tahan terhadap sifat gelatinisasi, yang berarti terbentuknya gel hanya sedikit sehingga nasi akan bersifat kering dan kurang lekat (Waspadji, 2003).

Indrasari (2009), komposisi amilosa atau amilopektin berpengaruh terhadap daya cerna pati beras atau nasi. Sebagian besar ilmuwan

berpendapat bahwa amilosa lebih lambat dicerna dibandingkan dengan amilopektin karena amilosa merupakan polimer dari gula sederhana dengan rantai lurus. Rantai yang lurus ini menyusun ikatan amilosa yang solid sehingga tidak mudah tergelatinisasi. Sehingga amilosa lebih sulit dicerna dibandingkan dengan amilopektin yang merupakan polimer gula sederhana, bercabang, dan struktur terbuka. Berdasarkan karakteristik tersebut maka bahan pangan yang mengandung amilosa tinggi memiliki aktivitas hipoglikemik yang lebih tinggi dibanding bahan pangan yang mengandung amilopektin tinggi. Oleh karena itu, beras dengan kandungan amilosa tinggi cenderung memiliki indeks glikemik yang rendah.

Marry S Goddard dkk dalam Waspadji (2003), beras yang memiliki kadar amilopektin 100%, ternyata respon glukosa darahnya lebih tinggi. Dengan tingginya respons glukosa darah maka tinggi pula nilai indeks glikemik bahan makanan tersebut. Beras yang berkadar amilosa tinggi menghasilkan respon insulin dan glukosa rendah dan penurunannya pun secara perlahan. Diduga salah satu faktor penyebab adalah kandungan lemak yang terikat pada amilosa (*lipid-amylosa complex*), di samping sistem enzim yang menghidrolisis amilosa dan amilopektin. Semakin tinggi kadar amilosa beras semakin tinggi pula kandungan *lipid amylosa complex*.

Yusof *et al.* (2005), laju pencernaan yang lebih lambat setelah mengonsumsi nasi dari beras berkadar amilosa tinggi kemungkinan karena pada saat pengolahan atau pemanasan amilosa membentuk kompleks dengan lipid, sehingga menurunkan kerentanan terhadap hidrolisis enzimatik. Amilosa juga mempunyai ikatan hidrogen yang lebih kuat dibandingkan dengan amilopektin, sehingga lebih sukar dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan (Behall and Halfrich 2002). Oleh karena itu beras berkadar amilosa tinggi cenderung memiliki indeks glikemik rendah.

Makanan dengan GI rendah akan memperlambat rasa lapar. Lebih jauh lagi, makanan dengan indeks glikemik rendah diserap lebih lambat, tapi kalori

dari makanan itu justru dibakar sepanjang hari menghasilkan energi, bukannya disimpan menjadi lemak. Nyatanya, dari penelitian menunjukkan bahwa meski asupan kalori makanannya sama, bisa menurunkan berat badan lebih banyak dengan mengkonsumsi makanan yang rendah indeks glikemiknya dibandingkan dengan makanan dengan tinggi indeks glikemik. Dengan kata lain, kelebihan dari pangan yang memiliki indeks glikemik rendah adalah lebih mengenyangkan.

Berbagai penelitian lain telah membuktikan peranan indeks glikemik pangan pada mekanisme penyimpanan lemak tubuh, Miller dan koleganya di bagian Biokimia, Fakultas Kedokteran Universitas Sydney Australia, melalui penelitian pada pria dewasa menunjukkan bahwa diet rendah GI mampu menurunkan laju penyimpanan massa lemak total. Jadi jika yang dikonsumsi adalah pangan yang memiliki GI rendah (yang tidak menaikkan kadar gula secara mendadak) pankreas melepaskan insulin secara perlahan-lahan. Karenanya, tidak ada gula yang disimpan sebagai lemak, pembakaran lemak ditingkatkan sebagai sumber energi dan tidak terjadi peningkatan sintesa kolesterol di hati.

Pada menu lauk nabati yang dikonsumsi oleh subyek penelitian menggunakan bahan dasar tempe dan tahu dengan standar porsi 50 gram. Tempe dan tahu merupakan golongan kacang-kacangan yang merupakan sumber protein nabati yang baik. Kandungan serat yang cukup tinggi pada kacang-kacangan akan menghasilkan respons glukosa darah yang lebih rendah bila dibandingkan dengan bahan makanan tinggi serat lainnya (Waspadji, 2003)

Jenkins dkk menunjukkan bahwa komponen serat seperti *guar gum* dan *gum tragacanth* yang termasuk golongan galaktomannan (*D-mannosa* dan *D-Galaktosa*) yang ditemukan hanya pada kacang-kacangan dapat menurunkan respons glukosa darah. Penelitian Jenkins menunjukkan bahwa lemak ( $p < 0,01$ ) dan protein ( $p < 0,01$ ) mempunyai hubungan yang negatif dengan indeks

glikemik, artinya masukan protein yang besar kemungkinan dapat membuat kadar glukosa darah lebih rendah karena protein dapat menstimulasi insulin (Waspadji, 2003)

Pada tempe dan tahu goreng diketahui nilai indeks glikemiknya sangat rendah hingga di bawah 0, yaitu -2 untuk tahu goreng dan -3 untuk tempe goreng. Penelitian Jenkins menunjukkan bahwa golongan *leguminosa* atau kacang-kacangan mempunyai indeks glikemik yang rendah. Alasan lain yang mendukung adalah kandungan serat yang cukup tinggi pada tempe dan tahu akan menghasilkan respons glikemik yang lebih rendah bila dibandingkan bahan tinggi serta lainnya. Golongan kacang-kacangan yang mengandung protein dua kali lebih banyak dari biji-bijian lain yang mempengaruhi daya cerna zat pati dan kemungkinan interaksi protein dan zat pati pada kacang-kacangan akan menghasilkan penurunan kadar glukosa darah. (Waspadji, 2003)

Konsep IG merupakan pengembangan dari hipotesis serat yang menyatakan bahwa konsumsi serat akan menurunkan laju masukan zat gizi dari usus (Jenkins *et al.* 2002). Serat memegang peranan penting dalam memelihara kesehatan individu. Oleh karena itu, serat pangan merupakan salah satu komponen pangan fungsional yang dewasa ini mendapat perhatian luas. Serat pangan yang berbentuk karbohidrat kompleks banyak terdapat di dinding sel tumbuhan. Serat pangan tidak dapat dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan manusia tetapi memiliki fungsi yang sangat penting bagi pemeliharaan kesehatan, pencegah berbagai penyakit dan sebagai komponen penting dalam terapi gizi. Komponen ini meliputi polisakarida yang tidak dapat dicerna, seperti selulosa, hemiselulosa, oligosakarida, pektin, gum dan waxes. Serat pangan mempengaruhi asimilasi glukosa dan mereduksi kolesterol darah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serat tanaman tertentu menghambat penyerapan karbohidrat dan menghasilkan kadar gula darah sesudah 2 jam makan (postprandial). Peningkatan serat pangan di dalam

diet berkaitan dengan reduksi resistensi insulin. Serat pangan yang berasal dari sereal, kacang-kacangan dan sayuran sangat bermanfaat bagi penderita diabetes (Sardesai 2003).

Menu yang dikonsumsi oleh subyek penelitian juga terdapat sayuran dan buah. Dengan rata-rata konsumsi per-porsi 125-150 gram untuk sayuran dan 100 gram untuk buah. Mengonsumsi buah dan sayuran yang mengandung tinggi serat akan menyebabkan respon penyerapan makanan di dalam usus halus menjadi lebih lambat. Pangan berserat tinggi dapat meningkatkan distensi (pelebaran) lambung yang berkaitan dengan peningkatan rasa kenyang (Rimbawan, 2004).

Salah satu faktor yang mempengaruhi indeks glikemik adalah serat pangan. Serat pangan merupakan komponen makanan (karbohidrat kompleks) dalam tanaman yang tidak dapat dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan manusia. Serat pangan terdiri dari komponen serat larut (*Soluble Dietary Fiber/SDF*) dan komponen serat tidak larut (*Insoluble Dietary Fiber/IDF*). Dalam bentuk utuh, serat pangan bertindak sebagai penghambat fisik pada pencernaan. Serat tidak larut berfungsi mempertebal kerapatan atau ketebalan campuran makanan dalam saluran pencernaan, sedangkan serat larut dapat menurunkan respon glikemik (Astawan dan Wresdiyati 2004). Ditambahkan oleh Meyes (2003), serat larut memiliki kemampuan memperlambat penyerapan glukosa sehingga menunda dan mengurangi kenaikan kadar glukosa darah sedangkan serat tidak larut mengurangi proses glukoneogenesis yang berpengaruh terhadap peningkatan sekresi insulin sehingga dapat mengurangi kenaikan kadar glukosa.

Waspadji (2003), banyak penelitian mengemukakan tentang peran serat terhadap respon glukosa dan insulin, walau dikatakan serat berpengaruh kecil bagi kedua respon tersebut. Namun diet tinggi serat dalam waktu lama (1 bulan) akan membawa dampak yang positif terhadap kedua respon tersebut di samping mempengaruhi kadar trigliserid tubuh. Bahan makanan berkadar NDF

(lignin, selulosa dan hemiselulosa) tinggi diduga tidak menunjang kenaikan insulin dan glukosa plasma.

Serat pangan tidak dapat dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan manusia tetapi memiliki fungsi yang sangat penting bagi pemeliharaan kesehatan dan pencegahan berbagai penyakit. Serat pangan akan mempengaruhi penyerapan karbohidrat di dalam usus halus sehingga memperlambat kenaikan kadar glukosa darah. Oleh karena itu, pangan yang memiliki serat tinggi umumnya memiliki nilai IG yang rendah (Argasasmita, 2008)

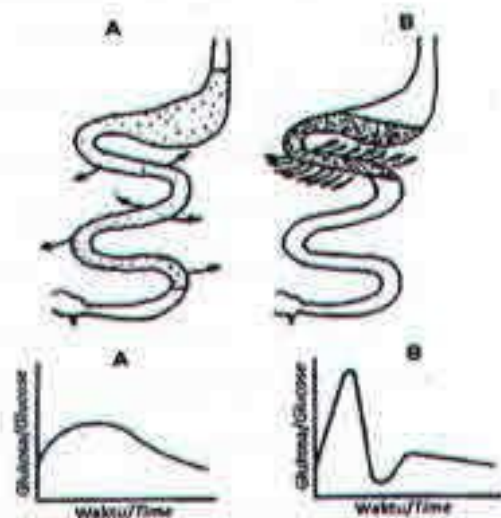
Buah yang sering dikonsumsi oleh subyek penelitian adalah pisang ambon yang memiliki nilai indeks glikemik 51 (rendah). Dari hasil penelitian Nurjanah (2001) diketahui bahwa pisang ambon memiliki komposisi kimia pati yaitu kadar amilosa sebesar 22% serta kadar amilopektin 78%. Pisang ambon termasuk dalam jenis pati resisten 2, yaitu pati yang tidak terhidrolisis karena struktur kristal dalam granula pati. Berdasarkan hasil penelitian Musita (2009) menunjukkan bahwa pisang ambon mengandung kadar pati resisten yang relatif tinggi (29,37%) yang disebabkan oleh sifat alami granula pati yang resisten terhadap hidrolisis amilase (RS-tipe 2). Penelitian lain yang dilakukan oleh González-Soto *et al.* (2006) yaitu ukuran granula pati pisang ambon berukuran sangat besar (20-50  $\mu\text{m}$ ). Ukuran granula pati juga berpengaruh terhadap tingkat ketahanan pati. Pati dengan ukuran granula kecil akan lebih mudah dihidrolisis oleh enzim dibandingkan pati yang memiliki ukuran granula besar. Dengan demikian, pati pisang akan lebih tahan terhadap enzim pencernaan.

Sifat kental pati resisten sebagaimana serat pangan larut air (*soluble fiber*) itu dapat menghambat pencernaan dan absorpsi karbohidrat di dalam usus halus. Bentuknya yang kental akan menyebabkan peningkatan ketebalan lapisan antara makanan dan permukaan *brush-border* di dalam usus halus

sehingga mencegah absorpsi zat gizi, termasuk glukosa sehingga nilai glikemik indeksnya menjadi rendah (Marsono, 1998).

Kecepatan perubahan karbohidrat menjadi glukosa dan melepaskannya ke dalam aliran darah untuk setiap jenis makanan yang kita konsumsi akan berbeda-beda. Semakin besar nilai glikemik indeks suatu makanan akan mencerminkan kecepatan yang lebih besar makanan tersebut akan memecah selama pencernaan dan akibatnya melepaskan sejumlah besar glukosa ke dalam aliran darah lebih cepat (Itokindo, 2011). Secara metabolik, pangan berindeks glikemik rendah dan tinggi dapat dibedakan berdasarkan kecepatan pencernaan dan penyerapan glukosa, serta fluktuasi kadarnya dalam darah (Gambar 3) (Hoerudin, 2012). Jenkins, *et al* (2002) (Gambar 3A) menjelaskan bahwa pangan berindeks glikemik rendah diantaranya memiliki karakteristik yang dapat menyebabkan proses pencernaan di dalam perut berjalan lambat, sehingga laju pengosongan lambung (*gastric emptying rate*) pun berlangsung lambat. Hal ini mengakibatkan suspensi pangan yang telah mengalami pencernaan di lambung (*chyme*) lebih lambat mencapai usus kecil, sehingga pencernaan karbohidrat lebih lanjut dan penyerapan glukosa di usus kecil terjadi secara lambat. Demikian pula, pada pangan berindeks glikemik rendah, sebagian besar penyerapan glukosa terjadi di usus kecil bagian atas (duodenum) dan bagian tengah (jejunum). Pada akhirnya, fluktuasi kadar glukosa darah pun relatif kecil yang ditunjukkan dengan landainya kurva respon glikemik. Dengan karakteristik metabolik tersebut, pangan ber-IG rendah dapat mengurangi respon glikemik dan insulin, sehingga secara keseluruhan dapat memperbaiki kadar glukosa.

Proses sebaliknya terjadi pada pangan berindeks glikemik tinggi (Gambar 3B). Dalam hal ini, laju pengosongan lambung, pencernaan karbohidrat dan penyerapan glukosa berlangsung cepat. Sebagian besar penyerapan glukosa hanya terjadi di usus kecil bagian atas sehingga kurva respon glikemik dicirikan dengan tingginya fluktuasi kadar glukosa darah.



Gambar 3. Skema Penyerapan Glukosa dari Pangan ber-IG rendah (A) atau tinggi (B) pada saluran pencernaan (atas) beserta kurva respon glukosa dalam darah (bawah)

Umumnya respon insulin bila diukur sangat berhubungan dengan respon glikemik (Wolever dan Bolognesi, 1996 ; Brand *et al*, 1985 dalam Muchtadi, 2011). Selain itu kecepatan pencernaan makanan merupakan juga determinan penting terhadap respons glikemik (Jenkins *et al* , 1982; Englyst *et al*, 1999 dalam Muchtadi, 2011). Telah diobservasi bahwa kecepatan pembebasan produk pencernaan karbohidrat secara *in vitro* selama 3-5 jam, merefleksikan area di bawah kurva glukosa secara *in vitro* (Jenkins *et al*, 1982 dalam Muchtadi, 2011). Faktor-faktor intrinsik dan ekstrinsik yang mempengaruhi kecepatan motilitas gastrointestinal, pencernaan dan penyerapan, serta sifat alami pati, metode pemasakan dan ukuran partikel serta terdapatnya serat, lemak dan protein, semuanya mempengaruhi angka indeks glikemik. (Krezowski *et al*, 1986 dalam Muchtadi,2011)



#### D. Metode atau Cara Pengolahan Bahan Makanan

Indeks glikemik dipengaruhi oleh proses pemasakan pada bahan makanan sebagaimana dijelaskan Horwitz dan Slowie (1983) dalam Indeks Glikemik berbagai bahan makanan Indonesia, bahwa pada makanan yang tidak dimasak didapatkan sel yang tidak rusak sehingga penyerapannya lebih lambat. Menurut Collings proses pemasakan menyebabkan peningkatan viskositas dan juga memecah granula karbohidrat, sehingga meningkatkan perubahan karbohidrat menjadi monosakarida oleh amylase.

Beberapa metode pengolahan yang digunakan dalam konsumsi makanan subyek penelitian mengikuti anjuran ahli gizi telah diterapkan. Variasi pengolahan menu makanan disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Metode Pengolahan Bahan Makanan

Metode Pengolahan	Pagi		Siang		Malam	
	N	%	n	%	N	%
Dikukus	8	29	11	39	9	32
Direbus	3	11	9	32	4	14
Digoreng	10	36	7	25	11	39
Ditumis	7	25	1	4	4	14
<b>Jumlah</b>	<b>28</b>	<b>100</b>	<b>28</b>	<b>100</b>	<b>28</b>	<b>100</b>

Berdasarkan Tabel 12 dapat diketahui bahwa pada menu pagi sebesar 36% bahan makanan mengalami proses pengolahan dengan metode digoreng. Dan pada menu siang sebesar 39% bahan makanan diolah dengan metode dikukus sedangkan 39% bahan makanan pada menu malam diolah dengan menggunakan metode digoreng.

Cara pengolahan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi indeks glikemik. Bahan makanan yang memiliki indeks glikemik yang tinggi apabila diolah dengan cara digoreng akan menyebabkan indeks glikemiknya

menjadi turun. Begitu pula jika bahan makanan yang sudah diolah tetapi masih memiliki indeks glikemik yang tinggi akan bereaksi dengan bahan makanan tinggi lemak akan memperlambat laju pencernaan dan penyerapan glukosa tetapi tidak semua bahan makanan cara kerjanya sama (Miller, 1996).

Metode pengolahan bahan makanan merupakan faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai indeks glikemik pada menu. Proses pengolahan dapat menyebabkan meningkatnya nilai indeks glikemik pangan karena melalui proses pengolahan struktur pangan menjadi lebih mudah dicerna dan diserap sehingga dapat mengakibatkan kadar glukosa naik dengan cepat. Selain itu ukuran partikel yang semakin kecil sehingga memudahkan terjadinya degradasi oleh enzim juga dapat menyebabkan indeks glikemik semakin meningkat.

Proses pemasakan atau pemanasan akan menyebabkan terjadinya gelatinisasi pada pati. Dengan adanya proses pecahnya granula pati ini molekul pati akan lebih mudah dicerna karena enzim pencernaan pada usus mendapatkan tempat bekerja yang lebih luas. Hal inilah yang menyebabkan proses pemasakan atau pemanasan dapat menyebabkan terjadinya kenaikan indeks glikemik pangan (Rimbawan, 2004)

Tabel 12 menunjukkan bahwa pada menu pagi sebesar 36% bahan makanan mengalami proses pengolahan dengan metode digoreng. Dan pada menu siang sebesar 39% bahan makanan diolah dengan metode dikukus sedangkan 39% bahan makanan pada menu malam diolah dengan menggunakan metode digoreng. Bahan makanan yang lebih sering diolah menggunakan metode penggorengan adalah tahu dan tempe. Tahu dan tempe merupakan golongan kacang-kacangan yang mengandung protein dua kali lebih banyak dari biji-bijian lain yang mempengaruhi daya cerna zat pati dan mengandung inhibitor tripsin yang cukup besar sehingga dapat memperlambat proses pencernaan. Hal ini yang menyebabkan tahu dan tempe goreng memiliki indeks glikemik yang rendah (Waspadji, 2003)

Pengorengan dapat mengakibatkan suhu permukaan bahan pangan meningkat dan air menguap, sehingga permukaan menjadi kering dan membentuk kerak. Kerak ini mempunyai struktur yang berongga dimana air di dalamnya digantikan oleh minyak yang dapat menghambat proses pengosongan lambung ketika pangan tersebut dikonsumsi, sehingga menghambat laju pencernaan pati (Subarna *et al.* 2007).

Ditambahkan oleh Herper (1981) dalam Rakhmawati,dkk (2011) bahwa lemak akan membungkus butiran pati (kompleks amilosalipid) dan menghambat jumlah air yang dapat diserap oleh pati sehingga nilai derajat gelatinisasi pati semakin rendah. Hermanianto (1997) menambahkan lemak dan pati biasanya terdapat dalam granula biji-bijian. Selama proses pengolahan, lemak bersama pati membentuk struktur yang baru, yaitu kompleks antara amilosa dan asam oleat. Struktur baru yang terbentuk ini dapat menghambat pengembangan bahan makanan. Mekanisme penghambatannya adalah lemak akan membentuk suatu lapisan pada bagian luar granula pati dan sekaligus akan menghambat penetrasi air ke dalam granula. Penetrasi air yang lebih sedikit akan menghasilkan gelatinisasi yang rendah sehingga nilai indeks glikemik yang dihasilkan juga akan rendah.

Proses pemasakan menyebabkan peningkatan viskositas dan juga memecah granula karbohidrat sehingga meningkatkan perubahan karbohidrat menjadi glukosa. Waktu pemasakan dapat menghasilkan perbedaan dalam derajat gelatinisasi pati dan tentunya mempengaruhi indeks glikemik. Sebagai contoh, memasak pasta dengan waktu pemasakan 5-6 menit memberikan indeks glikemik yang rendah dibandingkan memasak dengan waktu 15-20 menit yang akan meningkatkan indeks glikemik, karena mempercepat proses gelatinisasi pati.

Pada bahan makanan yang mengalami proses pengolahan pengukusan akan cenderung memiliki indeks glikemik yang sedang. Pada Lampiran 7 diketahui nilai indeks glikemik kentang kukus adalah 65. Kentang kukus

mengalami proses pemasakan menggunakan air dan panas yang dapat memperbesar ukuran granula pati. Beberapa granula terpisah dari molekul pati. Apabila sebagian besar granula pati telah mengembang, maka pati tersebut dinyatakan tergelatinisasi penuh.

Menurut Rimbawan (2004), granula yang mengembang dan molekul pati bebas ini sangat mudah dicerna karena enzim pencerna pati di dalam usus halus mendapatkan permukaan yang lebih luas untuk kontak dengan enzim. Reaksi cepat dari enzim ini menghasilkan peningkatan kadar gula darah yang cepat. Oleh karena itu kentang kukus cenderung memiliki indeks glikemik yang sedang. Thornburn *et al* (1986) dalam Rakhmawati (2011) menambahkan indeks glikemik yang meningkat disebabkan karena daya kelarutan dan pencernaan pati juga meningkat karena proses gelatinisasi yang cepat.

Pati kentang mengandung amilosa sekitar 23% dan amilopektin sekitar 77% serta pati resisten sebesar 5.3%. Menurut Asp (1992) dalam Rosida (2011) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar amilosa pati maka semakin tinggi pula kadar pati resistennya. Granula pati yang kaya akan amilosa mempunyai kemampuan mengkristal yang lebih besar yang disebabkan oleh lebih intensifnya ikatan hidrogen, akibatnya pati tidak dapat mengembang atau mengalami gelatinisasi sempurna pada waktu pemasakan sehingga tercerna lebih lambat. Cara pengolahan pengukusan-pendinginan dapat menaikkan kadar pati resisten. Hal ini mungkin disebabkan karena pati yang terkandung dalam kentang telah mengalami gelatinisasi sempurna pada saat pengukusan dan pada saat pendinginan pati mengalami retrogradasi yang menyebabkan terbentuknya struktur kristal yang tidak larut. Sehingga pada proses pengolahan kentang dapat terbentuk pati resisten tipe 3 (*retrograded starch*).

Menurut Wursch (1989) dalam Rosida (2011) pemanasan pati disertai air berlebihan akan mengakibatkan pati mengalami gelatinisasi, suatu proses yang meliputi hidrasi dan pelarutan granula pati. Pendinginan pati yang telah tergelatinisasi dapat mengubah struktur pati yang mengarah pada

terbentuknya kristal baru yang tidak larut berupa pati teretrogradasi. Gelatinisasi dan retrogradasi yang sering terjadi pada pengolahan bahan berpati dapat mempengaruhi pencernaan pati di dalam usus halus.

Waspadji (2003), perbedaan cara memasak dan mengolah bahan makanan akan menyebabkan respons glukosa yang berbeda. Beras, jagung dan kentang yang diproses secara modern, mengakibatkan tingginya respons glukosa darah bila dibandingkan dengan bahan makanan yang diproses secara sederhana. Namun, kentang rebus memiliki respons glukosa darah yang sama dengan keripik kentang. Semakin tinggi suhu dan tekanan yang diberikan terhadap suatu bahan makanan maka semakin mudahkan karbohidrat untuk dicerna. Pada hal ini akan menyebabkan tingginya respons glukosa darah manusia.

#### **E. Glikemik Load**

Indeks glikemik merupakan karbohidrat yang berpotensi menaikkan gula darah namun belum tentu dikonsumsi, sedangkan glikemik load merupakan karbohidrat yang berpotensi menaikkan gula darah dan yang dikonsumsi. Indeks glikemik merupakan sifat pangan yang jika diaplikasikan pada diet maka akan terukur jumlah karbohidrat yang dikonsumsi, dalam hal ini disebut juga sebagai glikemik load.

Nilai glikemik load akan berbanding lurus dengan nilai karbohidrat yang dikonsumsi oleh responden. Semakin tinggi nilai karbohidrat maka akan semakin besar nilai glikemik load untuk indeks glikemik yang sama (Rimbawan,2004). Glikemik load dipengaruhi oleh tingkat konsumsi karbohidrat. Semua nilai glikemik load dalam diet yang dikonsumsi subyek penelitian masuk dalam kategori rendah yaitu pada range 1,98 – 5,75 dengan rata – rata  $4,31 \pm 0,83$ . Hal ini disebabkan nilai indeks glikemik menu yang rendah sebagaimana terlampir pada Tabel 12, sehingga nilai glikemik load yang dihasilkan juga rendah.

Indeks glikemik memberikan informasi kecepatan perubahan karbohidrat menjadi glukosa darah, tetapi tidak memberikan informasi mengenai banyaknya karbohidrat dan dampak pangan tertentu terhadap kadar glukosa darah. Kecepatan peningkatan kadar gula darah berbeda untuk setiap jenis makanan. Sehingga dianjurkan untuk meningkatkan konsumsi makanan dengan indeks glikemik rendah dan mengurangi konsumsi makanan dengan indeks glikemik tinggi. Tujuannya adalah untuk mengurangi beban glikemik makanan secara keseluruhan. Beban glikemik bertujuan untuk menilai dampak konsumsi karbohidrat dengan memperhitungkan IG makanan. Salah satu langkah yang dapat ditempuh untuk mengetahui banyaknya karbohidrat terhadap kenaikan glukosa dapat dilihat dari beban glikemik. Beban glikemik memberikan informasi yang lebih lengkap mengenai pengaruh konsumsi aktual karbohidrat per saji terhadap peningkatan kadar gula darah yang ditunjukkan oleh indeks glikemik (Powell *et al.* 2002).

Nilai glikemik load dari semua subyek penelitian hasilnya masih dalam kategori rendah (<10). Besar kecilnya nilai glikemik load dipengaruhi oleh nilai indeks glikemik dari bahan makanan tersebut dan banyaknya karbohidrat yang dikonsumsi oleh responden. Pada Tabel 12 telah disebutkan bahwa nilai indeks glikemik menu dalam kategori rendah yaitu dengan rata-rata 46.9 dengan rata-rata konsumsi karbohidrat responden adalah sebesar 242 gram (46.2%) yang tergolong dalam kategori di bawah standar diet yaitu 68%. Oleh karena itu, nilai glikemik load yang dihasilkan juga cenderung rendah.

Secara umum, makanan manusia mengandung karbohidrat, lemak dan protein. Beberapa unsur yang termasuk dalam kelompok karbohidrat adalah gula, tepung dan selulosa. Karbohidrat dalam makanan mempunyai beberapa fungsi utama yang tidak dapat digantikan oleh zat makanan lain (Lanywati, 2001). Glikemik load adalah indeks glikemik pangan dikalikan dengan kandungan karbohidrat pangan tersebut. Oleh karena itu glikemik load dapat

menggambarkan kualitas dan kuantitas karbohidrat dan interaksinya dalam pangan.

Beban glikemik makanan memberikan informasi tentang pengaruh asupan makanan aktual terhadap peningkatan kadar gula darah. Asupan karbohidrat mempengaruhi secara langsung beban glikemik, dimana beban glikemik dapat mencerminkan respon insulin terhadap makanan. Fitri (2012) menyatakan bahwa beban glikemik berhubungan erat dengan kadar gula darah dan respon insulin setelah asupan makanan. Makanan dengan beban glikemik rendah akan menurunkan laju penyerapan gula darah dan menekan sekresi hormon insulin pankreas sehingga tidak terjadi lonjakan kadar gula darah 2 jam post prandial. Respon kadar gula darah 2 jam postprandial terhadap beban glikemik dipengaruhi antara lain oleh derajat resistensi insulin, lemak tubuh, aktivitas fisik, genetik, dan lain-lain. Sebaliknya, jika makanan dengan beban glikemik tinggi akan menaikkan laju penyerapan gula darah sehingga terjadi lonjakan kadar gula darah.

Jumlah karbohidrat yang dikonsumsi dari makanan utama dan selingan lebih penting daripada sumber atau tipe karbohidrat tersebut. Hal ini disebabkan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi dari makanan utama dan selingan mempengaruhi kadar gula darah dan sekresi insulin (ADA, 2004). Mekanisme hubungan asupan karbohidrat dengan kadar gula darah sebagai berikut: karbohidrat akan dipecah dan diserap dalam bentuk monosakarida, terutama glukosa. Penyerapan glukosa menyebabkan peningkatan kadar gula darah dan meningkatkan sekresi insulin. Sekresi insulin yang tidak mencukupi dan resistensi insulin yang terjadi pada DM tipe 2 menyebabkan terhambatnya proses penggunaan gula darah oleh jaringan sehingga terjadi peningkatan gula darah di dalam aliran darah. Ditambahkan oleh Arifin (2011) bahwa kadar insulin yang tidak adekuat untuk mempertahankan kadar glukosa serum yang normal mengakibatkan terjadinya peningkatan hormon kontra insulin, seperti glukagon, katekolamin, kortisol, dan hormon pertumbuhan.

Hormon-hormon ini menyebabkan peningkatan produksi glukosa oleh ginjal dan hepar dan gangguan utilisasi glukosa di jaringan yang mengakibatkan hiperglikemia. Kombinasi kekurangan hormon insulin dan meningkatnya hormon kontrainsulin juga mengakibatkan pelepasan atau release asam lemak bebas dari jaringan adiposa (lipolysis) ke dalam aliran darah dan oksidasi asam lemak hepar. Sehingga asupan tinggi karbohidrat juga menyebabkan peningkatan kadar trigliserid setelah makan di dalam darah.

Ditambahkan oleh Brownlee (2003) dalam Manaf (2010) bahwa pada umumnya, apabila hiperglikemia sebagai manifestasi gangguan metabolisme karbohidrat tidak tertanggulangi, akan diikuti pula oleh gangguan metabolisme lipid, suatu sumber kalori lainnya dalam tubuh. Sehingga tidak jarang hiperglikemia diikuti oleh hiperlipidemia, khususnya peningkatan asam lemak bebas (*free fatty acid*) dalam darah. Keadaan *glucolipotoxicity* ini, merupakan kelainan biokimiawi ganda yang merusak jaringan tubuh, termasuk menurunnya kinerja sel beta dalam fungsi sekresi insulin. Dampak ini dijelaskan oleh terjadinya peningkatan kadar glukosa ataupun asam lemak bebas secara berlebihan (*excess fuel substrate*) dalam sel beta, suasana yang justru akan menjadi penghambat proses sekresi insulin.

Poitout (2002) menjelaskan bahwa akibat buruk dari pola makan yang tidak benar adalah perubahan pada homeostasis tubuh yang pada dasarnya diawali oleh hiperglikemia. Secara tidak langsung, akibat gangguan metabolisme karbohidrat pada gilirannya akan berpengaruh pada metabolisme lainnya termasuk lipid. Gangguan pada metabolisme lipid akan meningkatkan pelepasan asam lemak bebas ke dalam darah. Peningkatan asam lemak bebas (*free fatty acid = FFA*) dalam darah kemudian dalam sel beta, berdampak sama dengan glukosa, yakni memperburuk fungsi sel beta dalam sekresi insulin (*lipotoxicity*). Ditambahkan oleh Permana (2011), apabila keadaan resistensi insulin bertambah berat disertai beban glukosa yang terus menerus terjadi, sel  $\beta$ -pankreas dalam jangka waktu yang tidak lama tidak



mampu mensekresikan insulin untuk menurunkan kadar gula darah, disertai peningkatan glukosa hepatik dan penurunan penggunaan glukosa oleh otot dan lemak yang mempengaruhi kadar gula darah puasa dan postprandial. Akhirnya sekresi insulin oleh sel  $\beta$ -pankreas akan menurun dan terjadi hiperglikemia yang bertambah berat dan terus menerus berlangsung.

Pola program diet mulai bergeser pada pemilihan makanan yang memiliki nilai glikemik load rendah. Disebutkan bahwa glikemik load merupakan parameter yang lebih akurat dan efektif dalam mengontrol gula darah dan mencegah resistensi insulin, yang memungkinkan seseorang dapat menyantap makanan lebih banyak dari program diet sebelumnya (Thompson, 2006).

Menu dengan nilai glikemik yang tinggi jika dipadukan dengan nilai glikemik load yang rendah belum tentu menghasilkan nilai glikemik load akhir yang rendah. Menu dengan glikemik load yang tinggi lebih tepat jika dipadukan dengan menu yang memiliki indeks glikemik yang rendah. Sehingga perlu memilih bahan makanan yang berindeks glikemik rendah jika seseorang tersebut mempunyai nafsu makan yang besar dan pemilihan karbohidrat jenis polisakarida seperti umbi-umbian, sereal, biji-bijian, kacang-kacangan, sereal serta susu.

Untuk mewujudkan menu dengan GI yang rendah, bisa mengacu pada menu yang dicirikan dengan bahan makanan berserat tinggi seperti sayur (contoh : bayam, kacang panjang, labu siam, wortel, sawi, bunga kol, brokoli, dll) dan buah (contoh : papaya, pisang, apel, pear, strawberi, alpukat, dll) , serta kacang-kacangan seperti tahu dan tempe yang diolah dengan cara ditumis atau digoreng. Sedangkan untuk menu dengan GI sedang, mengacu pada menu yang dicirikan dengan bahan makanan seperti buah melon, kiwi, mangga, anggur, nanas, serta aneka biscuit, golongan umbi seperti kentang dan sayur yang diolah dengan metode dikukus atau direbus. Untuk menu dengan GI tinggi dapat dicirikan dengan bahan makanan seperti semangka,

kentang dan ubi jalar yang diolah dengan proses pemanggangan dan dibakar atau kentang yang dihaluskan (pure).

Hartono (2009), makanan dengan IG dan GL yang tinggi membuat gula darah melonjak. Lonjakannya akan bertahan selama 3 jam. Makanan ini segera menaikkan gula darah dan karena dibalik kenaikan tersebut terdapat power untuk mempertahankan lonjakan. Contoh makanan dengan IG dan GL tinggi seperti : sirup, *softdrink*, kue kering dan tart. Di sisi lain, makanan dengan IG rendah dan GL tinggi dapat menaikkan gula darah tetapi kenaikannya hanya terjadi jika bahan makanan tersebut dikonsumsi dalam jumlah yang cukup banyak. Contoh makanan dengan IG rendah dan GL tinggi adalah jus buah tanpa gula. Selanjutnya, makanan dengan IG tinggi dan GL rendah seperti wortel impor dan kentang hanya akan menaikkan gula darah sesaat, tetapi tidak terlalu bermakna terhadap kadar gula darah 2-3 jam setelah makan. Makanan yang terbaik untuk mengurangi kemungkinan lonjakan kenaikan gula darah seketika sesudah makan maupun kadar gula darah 2-3 jam setelah makan adalah perpaduan antara IG dan GL yang rendah. Contoh makanan ini adalah kedelai termasuk hasil olahannya (susu kedelai, tahu, dan tempe)

Waspadji (2003), *American Diabetes Association* menganjurkan pemberian karbohidrat yang lebih bebas dalam diet diabetes mellitus. Pembatasan pemberian karbohidrat tidak perlu lagi. Jumlah karbohidrat tidak lagi menjadi persoalan, meskipun jumlah itu tinggi asalkan jumlah kalori tetap, maka tidak akan memperburuk keadaan metabolisme. Penyandang diabetes mellitus sebaiknya diberikan karbohidrat polisakarida, tidak diberikan dalam bentuk monosakarida yang terlalu cepat diserap sehingga akan lebih cepat menaikkan gula darah.

## F. KADAR GLUKOSA DARAH 2 JAM POST PRANDIAL

Pemberian terapi diet kepada subyek penelitian bertujuan untuk membantu mengendalikan kadar glukosa dalam darah dalam kategori normal. Kemungkinan pada semua subyek penelitian yang mengidap diabetes gestasional tersebut tetap menghasilkan insulin (namun belum sampai dibuktikan kadar insulin dalam darah, karena tidak dilakukan pemeriksaan insulin). Namun, sering terjadi kelambatan dalam sekresi setelah makan dan berkurangnya jumlah total insulin yang dikeluarkan oleh sebab itu diperlukan penatalaksanaan diet yang baik dan tepat untuk mengendalikan kadar glukosa darah. Terapi diet dengan nilai indeks glikemik menu dan nilai glikemik load rendah diharapkan dapat menurunkan kadar glukosa dalam darah.

Berdasarkan Tabel 13 dapat diketahui bahwa pemberian diet dapat menurunkan kadar glukosa darah pada subyek penelitian walaupun belum sampai pada kadar glukosa darah yang normal (140 g/dl). Hasil uji statistik *paired samples t-test* menunjukkan bahwa  $t$  hitung (10,599) >  $t$  tabel (2,086), hal ini berarti ada perbedaan antara GD2JPP awal dan GD2JPP akhir setelah pemberian diet dengan tingkat kemaknaan 0,05.

Tabel 14. Kadar Glukosa Darah 2 Jam Post Prandial Responden

Responden	GD2 JPP Awal (g/dl)	GD2JPP Akhir (g/dl)	Perubahan GD2JPP (g/dl)
1	221	178	43
2	172	159	13
3	274	236	38
4	198	172	26
5	213	178	35
6	161	151	10
7	353	301	52

Responden	GD2 JPP Awal (g/dl)	GD2JPP Akhir (g/dl)	Perubahan GD2JPP (g/dl)
8	176	159	17
9	198	164	34
10	224	199	25
11	182	159	23
12	192	169	23
13	178	155	23
14	201	178	23
15	175	159	16
16	214	180	34
17	186	162	24
18	168	152	16
19	164	153	11
20	211	173	38
21	230	186	44
<b>Rata-rata</b>	<b>204,33 ± 43.4</b>	<b>177,29 ± 34.3</b>	<b>27,05 ± 11.6</b>

Tanpa bantuan hormon, kadar gula darah akan mengalami fluktuasi yang besar. Kadar gula darah akan segera meningkat sesudah makan, dan sebaliknya bila tidak ada asupan makanan pada periode tertentu, kadar gula darah akan turun sangat rendah. Untuk mencegah terjadinya fluktuasi yang membahayakan ini, tubuh akan meregulasi glukosa darah dengan menggunakan hormon insulin dan glukagon (Hutagalung,2004).

Pada Tabel 14 diketahui adanya perubahan kadar glukosa darah 2 jam post prandial subyek penelitian setelah mengkonsumsi anjuran diet yang bernilai indeks glikemik yang rendah (<55) dan cara pengolahan bahan

makanan yang sebagian diolah dengan menggunakan metode digoreng dan ditumis.

Secara hipotetik, penurunan kecepatan absorpsi glukosa setelah mengonsumsi pangan mengandung karbohidrat dengan indeks glikemik rendah akan mengurangi peningkatan kadar glukosa darah dan kadar hormon (insulin) postprandial dalam pencernaan. Semakin lambat glukosa dari makanan yang dikonsumsi diserap oleh usus, akan berakibat lebih menurunnya kadar glukosa dalam darah (Muchtadi, 2011)

Rata-rata glikemik load responden dalam kategori rendah yaitu 4.31. Menurut Willet (2002), makanan dengan beban glikemik rendah akan menurunkan laju penyerapan glukosa dan menekan sekresi hormon insulin pankreas sehingga tidak terjadi lonjakan kadar glukosa darah 2 jam postprandial.

Salah satu bahan makanan penyusun menu makanan yang dikonsumsi adalah sayur dan buah yang mengandung tinggi serat. Kandungan serat dalam makanan meliputi : gabungan serat dalam makanan, presentase karbohidrat yang mengandung serat dan jenis serat yang dapat dicerna atau tidak. Di dalam usus halus, serat dapat memperlambat penyerapan glukosa dan meningkatkan kekentalan isi usus yang secara tidak langsung dapat menurunkan kecepatan difusi permukosa usus halus. Akibat kondisi tersebut, kadar glukosa dalam darah mengalami penurunan secara perlahan, sehingga kebutuhan insulin juga berkurang, penurunan jumlah insulin pada tubuh penderita diabetes mellitus sampai 12.5% per hari (Sulistijani, 2001).

Waspadji (2003) menyatakan bahwa dari hasil penelitian didapatkan bahwa serat adalah makanan yang tidak ikut diproses. Serat mempengaruhi kadar glukosa darah, karena serat membentuk *bulk* (volume besar), merangsang pergerakan usus, mencegah enzim pemecah disakarida dan polisakarida, memperlambat absorpsi glukosa sehingga kadar glukosa darah dapat menurun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diet buncis sebanyak

300 gram dapat menurunkan kadar gula darah sampai 33 mg/dL. Penggunaan makanan tinggi serat cocok digunakan sebagai sarana untuk pengatur kadar glukosa darah.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ou *et al* (2001), menunjukkan bahwa serat mampu menurunkan kadar glukosa postprandial serum dengan tiga mekanisme, yaitu serat makanan meningkatkan viskositas usus halus dan menghambat difusi glukosa, mengikat glukosa dan mengurangi konsentrasi glukosa dalam usus halus, menghambat aksi  $\alpha$ -amilase melalui selaput pati dan enzim serta dapat langsung menghambat enzim. Mekanisme-mekanisme tersebut menurunkan kadar penyerapan glukosa dan konsentrasi glukosa postprandial serum.

Faktor lain yang mempengaruhi kadar glukosa darah salah satunya adalah adanya resistensi insulin. Resistensi insulin didefinisikan sebagai kondisi klinis dengan kemunduran potensi insulin baik endogen maupun eksogen untuk meningkatkan pengambilan glukosa dan penggunaan glukosa oleh sel-sel tubuh (Marfianti, 2011). Resistensi insulin berperan penting dalam patogenesis DM tipe 2. Manifestasi klinis dari resistensi insulin, intoleransi glukosa dan hiperinsulinemia adalah konsekuensi dari ketidakmampuan insulin untuk merangsang penyerapan glukosa dalam jaringan target insulin, seperti otot dan lemak (Garvey *et al*, 2004 dalam Prabawati, 2012). Mekanisme yang mungkin menjadi penyebab terjadinya resistensi insulin salah satunya adalah abnormalitas fungsi GLUT-4 (Wilcox, 2005).

GLUT-4 adalah transporter glukosa utama dan terletak terutama pada sel otot dan sel lemak. Pentingnya GLUT-4 dalam homeostasis glukosa ditunjukkan melalui penelitian pada tikus di mana satu alel dari GLUT-4 gen diganggu. Tikus-tikus ini mengalami pengurangan 50% konsentrasi GLUT-4 pada otot rangka, jantung, dan sel lemak, dan mereka mengalami resistensi insulin berat (Sheperd *et al*, 1999). Pada sel otot dan sel lemak normal, GLUT-4 didaur ulang antara membran plasma dan vesikel penyimpanan intraseluler.

GLUT-4 berbeda dari transporter glukosa lain, yaitu sekitar 90% terletak di intrasel saat kondisi tidak ada rangsang insulin atau rangsangan lain seperti olahraga (Sheperd et al, 1999). Dengan adanya insulin atau stimulus lain, keseimbangan dari proses daur ulang ini diubah untuk mendukung translokasi GLUT-4 dari vesikel penyimpanan intraseluler ke arah membran plasma, dan juga ke tubulus transversa pada sel otot. Efek adalah peningkatan kecepatan maksimal transpor glukosa ke dalam sel. (Sheperd *et al*, 1999)

Faktor yang menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah salah satunya adalah pola makan yang tidak sehat meliputi diet tinggi karbohidrat dengan indeks glikemik tinggi dan tinggi lemak. Cenderung mengonsumsi makanan cepat saji yang biasanya tinggi karbohidrat dan rendahnya konsumsi makanan yang mengandung serat. Sejalan dengan perubahan gaya hidup seperti faktor tersebut, gangguan toleransi glukosa terutama terjadi pada kelompok umur dewasa dan pada seluruh status sosial ekonomi.

Peningkatan glukosa darah pasca makan atau hiperglikemia postprandial juga menjadi penyebab peningkatan kadar glukosa darah, karena hiperglikemia postprandial merupakan salah satu kelainan awal homeostasis glukosa yang berhubungan dengan diabetes melitus tipe 2 dan sudah mulai terjadi sebelum menjadi diabetes melitus tipe 2 (Slamet, 2006).

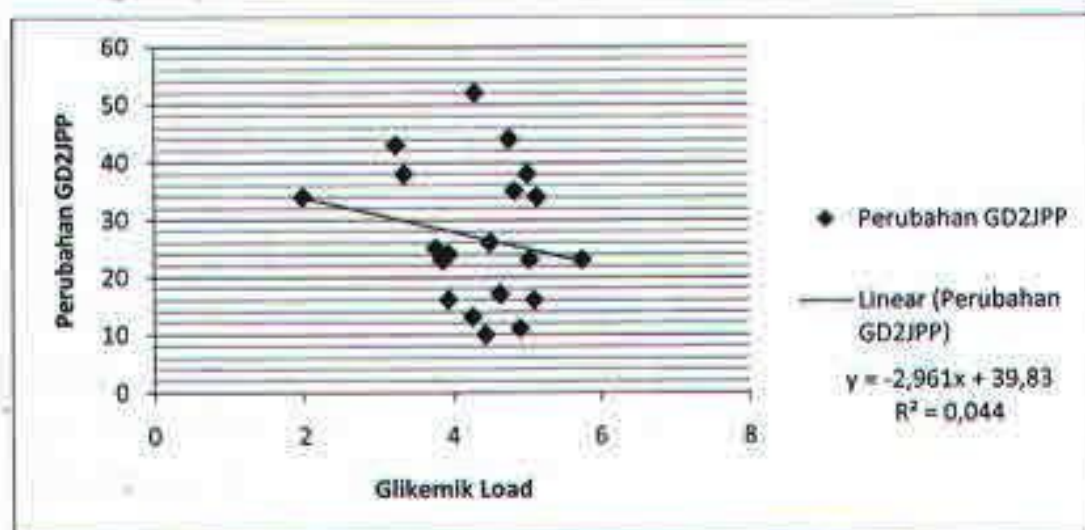
Pati yang dicerna dan diserap oleh tubuh menyebabkan kenaikan kadar gula darah (*plasma glucose*). Puncak kenaikan terjadi sekitar 15-45 menit setelah mengonsumsi tergantung kecepatan pencernaan dan penyerapan karbohidrat dalam tubuh manusia. Kadar glukosa darah kembali normal setelah dua atau tiga jam. Kadar glukosa darah pada penyandang diabetes mellitus tidak normal karena terganggunya metabolisme karbohidrat. Diabetes mellitus merupakan suatu gangguan metabolisme karbohidrat yang disebabkan karena relatif ataupun absolut kekurangan insulin yang dihasilkan oleh kelenjar pankreas (Waspadji, 2003).

Menurut Waluyo (2002) jumlah makanan dan jenis makanan tertentu dapat meningkatkan gula darah dengan cepat. Produksi insulin tidak mencukupi jumlah gula yang ada di dalam tubuh menyebabkan gula tidak dapat masuk ke dalam sel-sel tubuh sehingga beredar ke dalam sistem pembuluh darah.

## 6. Hubungan Antara Glikemik Load dan Kadar Glukosa Darah

Glikemik load merupakan parameter yang lebih akurat dan efektif dalam mengontrol glukosa darah dan mencegah resistensi insulin, yang memungkinkan seseorang dapat mengonsumsi makanan lebih banyak dari program diet sebelumnya tetapi tetap dapat membakar lemak, membentuk tubuh dan mempercepat metabolisme (Thompson, 2006).

Hasil hubungan antara glikemik load dan kadar glukosa darah 2 jam post prandial disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Glikemik load dan kadar GD2JPP

Gambar 2 menunjukkan linear antara glikemik load dan kadar glukosa darah 2 jam postprandial subyek penelitian. Berdasarkan hasil uji statistik *Pearson Product Momen* diketahui bahwa ada korelasi negatif yang lemah



sebesar -0,211 antara glikemik load dan kadar glukosa darah. Hal ini berarti semakin tinggi nilai glikemik load maka semakin rendah perubahan kadar glukosa darah 2 jam postprandial. Responden yang mendapat menu dengan indeks glikemik yang rendah dan nilai glikemik load yang rendah akan mempunyai kecenderungan penurunan kadar glukosa darah. Selain itu, diketahui bahwa  $r$  hitung (-0,211) <  $r$  tabel (0,433), jadi kesimpulannya adalah ada hubungan negatif dan tidak signifikan antara glikemik load dan kadar glukosa darah 2 jam post prandial.

Beban glikemik didefinisikan sebagai indeks glikemik dikalikan dengan kandungan karbohidrat dari makanan. Setiap unit beban glikemik mewakili 1 gram karbohidrat dari pangan acuan (glukosa murni). Beban glikemik merupakan suatu parameter untuk menilai kecepatan glukosa dari suatu makanan memasuki peredaran darah dan menilai banyaknya glukosa yang terkandung dari makanan tersebut, sehingga beban glikemik dapat digunakan untuk menilai pengaruh makanan terhadap peningkatan kadar glukosa darah. Hasil penelitian Brand – Miller menyatakan bahwa beban glikemik berhubungan erat dengan kadar glukosa darah dan respon insulin setelah konsumsi makanan.

Bahan pangan dengan beban glikemik yang tinggi lebih mencerminkan peningkatan kadar glukosa darah, dibandingkan dengan nilai indeks glikemik yang tinggi. Konsumsi dalam jangka panjang terhadap bahan pangan yang memiliki nilai beban glikemik yang tinggi dapat dikaitkan dengan resiko penyakit diabetes tipe 2 (Powell *et al.* 2002).

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin rendah nilai glikemik load yang dikonsumsi subyek penelitian, maka semakin tinggi perubahan kadar glukosa darah. Makanan dengan glikemik load yang rendah akan menurunkan laju penyerapan glukosa dan menekan sekresi hormon insulin pankreas sehingga tidak terjadi lonjakan kadar glukosa darah 2 jam postprandial (Willet, 2002)

Hasil analisis deskriptif didukung pula dengan analisis statistik korelasi-regresi yang menunjukkan bahwa pengaruh glikemik load terhadap kadar gula darah 2 jam postprandial hanya sebesar 4,5%. Selain itu diketahui bahwa  $F$  hitung (0,888) <  $F$  tabel (4,38) dan  $p$  value (0,358) >  $\alpha$  (0,05) yang berarti tidak ada hubungan yang signifikan antara glikemik load dengan kadar gula darah 2 jam postprandial. Hal ini dikarenakan perubahan gula darah merupakan masalah yang berhubungan dengan sistem metabolisme tubuh yang berbeda setiap individu dan dipengaruhi oleh banyak faktor serta perhitungan indeks glikemik bahan makanan yang hanya menggunakan metode pendekatan sehingga ada hubungan antara glikemik load terhadap perubahan kadar gula darah namun tidak signifikan.

Bahan makanan yang dikonsumsi responden yang dikemas melalui menu diet diabetes mellitus dapat mempengaruhi perubahan kadar glukosa darah 2 jam postprandial responden. Jenkins, dkk (1983) dalam Waspadji (2003) menunjukkan bahwa jenis karbohidrat, bentuk makanan dan cara pengolahan mempunyai pengaruh terhadap fluktuasi glukosa darah dan ini berarti mempengaruhi nilai indeks glikemik dari suatu makanan yang juga akan berkontribusi terhadap glikemik load yang dikonsumsi responden.

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh. Jaringan otak dan tubuh lainnya memerlukan karbohidrat sebagai sumber bahan bakar atau energi. Karbohidrat yang banyak bisa menaikkan trigliserid, terutama bila makan secara berlebihan dan glukosa darah tidak terkontrol dengan baik. Almatsier (2004), menjelaskan bahwa karbohidrat dibagi dalam dua golongan, yaitu karbohidrat sederhana (gula) dan karbohidrat kompleks yang mempunyai lebih dari dua unit gula sederhana (tepung). Tandra (2008) menambahkan bahwa gula adalah karbohidrat yang merangsang pankreas mengeluarkan insulin. Dan dari makanan yang masuk, karbohidrat yang kompleks akan dicerna menjadi karbohidrat yang sederhana, yaitu gula.

Pada menu diet diabetes mellitus yang dikonsumsi subyek penelitian terdapat karbohidrat kompleks dan karbohidrat sederhana. Salah satu karbohidrat sederhana yang disajikan terdapat pada buah – buahan yaitu pepaya, semangka, dan pisang. Pepaya, semangka, dan pisang mengandung beberapa karbohidrat sederhana yaitu fruktosa, glukosa, dan sukrosa namun dalam jumlah yang tidak tinggi. Selain itu, buah – buahan tersebut termasuk dalam buah – buahan golongan B yaitu buah – buahan yang dianjurkan bagi penderita diabetes mellitus.

Mengonsumsi jenis karbohidrat kompleks, akan diperlukan waktu untuk mencernanya menjadi gula, yang kemudian masuk ke dalam peredaran darah tubuh secara berangsur dan lebih lama. Hal ini lebih baik jika dibandingkan dengan mengonsumsi gula secara langsung. Menjaga agar kadar gula dalam darah tetap stabil adalah prioritas utama bagi penderita diabetes. Itulah sebabnya karbohidrat kompleks adalah sumber yang lebih baik dari energi dibandingkan dengan karbohidrat sederhana yang menghasilkan lonjakan aliran darah dan menyebabkan masalah serius. Jenis karbohidrat yang dianjurkan terutama adalah polisakarida, misalnya gandum (roti, bakmi, dan makroni), nasi, kentang, ubi, dan jagung. Sebagian kecil ( $\pm$  5% kalori) boleh diberikan dalam bentuk monosakarida atau disakarida, misalnya glukosa, fruktosa, atau gula pasir dalam bentuk jam/selai manis atau buah yang matang (Lanywati, 2001).

Menu lauk nabati yang dikonsumsi terdiri dari tahu dan tempe yang sebagian besar diolah dengan menggunakan metode digoreng yang memiliki indeks glikemik dibawah 0. Menurut Rimbawan (2004), protein berpengaruh menurunkan perubahan kadar glukosa darah. Penurunan respons glikemik tersebut diduga karena protein berpengaruh memperpanjang laju pengosongan lambung sehingga laju pencernaan dan absorpsi dalam usus halus juga lebih lambat. Lemak mempunyai sifat metabolisme yang serupa dengan protein yaitu dicerna dan diserap lebih lambat dibandingkan

karbohidrat. Oleh karena itu, pangan yang mengandung lemak lebih tinggi akan memiliki nilai IG lebih rendah dibandingkan dengan pangan yang memiliki kadar lemak rendah, sehingga berkontribusi terhadap penurunan kadar glukosa darah.

Snow dan O'dea (1981) menyampaikan bahwa proses pengolahan sangat berpengaruh terhadap kriteria indeks glikemik. Hal ini dikarenakan ukuran partikel dan tingkat gelatinisasi pati. Ukuran butir yang semakin kecil mengakibatkan mudah terdegradasi oleh enzim sehingga menyebabkan enzim mudah bekerja dan mengakibatkan semakin cepat pencernaan dan penyerapan karbohidrat pati. Begitu pula dengan tingkat gelatinisasi pati, pemasakan mengakibatkan granula mengembang dan molekul pati bebas sangat mudah dicerna karena enzim pencernaan pati di dalam usus halus mendapatkan permukaan yang lebih halus untuk kontak dengan enzim. Dengan reaksi yang cepat dari enzim menghasilkan peningkatan kadar gula darah yang cepat.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

1. Rata-rata konsumsi energi dan zat gizi subyek penelitian adalah 1705 kalori, 242 gram karbohidrat dan 20 gram serat makanan.
2. Nilai indeks glikemik menu makanan subyek penelitian adalah 46,9 (kategori rendah <55).
3. Cara pengolahan yang digunakan oleh subyek penelitian adalah digoreng (makan pagi), dikukus (makan siang) dan digoreng (makan malam).
4. Nilai glycemic load menu makanan subyek penelitian adalah 4,31 (kategori rendah <10)
5. Pemberian diet dapat menurunkan kadar glukosa darah responden dengan rata-rata penurunan sebesar 27.05 g/dl, walaupun belum sampai pada kadar glukosa darah yang normal (140 g/dl).
6. Terdapat hubungan negatif dan tidak signifikan antara glikemik load dan kadar glukosa darah ( $r = -0.211$ ). Semakin tinggi nilai glikemik load maka semakin besar perubahan kadar glukosa darah.
7. pengaruh glikemik load terhadap kadar glukosa darah 4.5%. Hal ini dikarenakan, disamping faktor asupan masih banyak faktor yang ikut berpengaruh dalam penurunan kadar glukosa darah.

### SARAN

Perlu peningkatan monitoring dan evaluasi terhadap pasien GDM khususnya dalam asupan makanan pasien (indeks glikemik, cara pengolahan bahan makanan dan glycemic load) di rumah untuk mencegah terjadinya resiko terjadinya DM pasca persalinan dan komplikasi kehamilan.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI). *Konsensus pengelolaan diabetes melitus di Indonesia*; 2002.
2. Zhang C, Liu S, Solomon CG, Hu FB. *Dietary fiber intake, dietary glycemic load, and the risk for gestational diabetes mellitus*. *Diabetes Care* 2006; 29(10):2223-2230.
3. American Diabetes Association. *Gestational Diabetes Mellitus (Position Statement)*. *Journal of Diabetes Care*. 2000; Volume 23 (Suppl. 1): S77–S79.
4. \_\_\_\_\_. *Gestational Diabetes Mellitus*. *Journal of Diabetes Care* 2004; Volume 27, Suppl 1: S88-S90.
5. \_\_\_\_\_. *Diagnosis And Clasification of Diabetes Mellitus*. *Journal of Diabetes Care* 2006; Volume 29 (Suppl. 1): 43-48.
6. Buckley, et al. *Gestational Diabetes Mellitus in Europe: Prevalence, Current Screening Practice and Barriers to Screening*. *Journal of Diabetec Medicine* 201; 844-854.
7. Chu, Y Susan et al, *Maternal Obesity and Risk of Gestasional Diabetes Mellitus*. *Journai of Diabetes Care* 2007; Volume 30 (8): 2070-2076.
8. Depkes RI. *Pedoman Pengendalian Diabetes Mellitus dan Penyakit Metabolik*. Jakarta : Direktorat Pengendalian Penyakit Tidak Menular dan Dirjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan; 2008.
9. Doshani, Anjum dan Konje, C Justin. *Diabetes in Pregnancy: Insulin Resistance, Obesity and Placental Dysfunction*. *British Journal of Diabetes & Vascular*, Volume 9, 208-212. 7

10. Hosler et al. *Stressful events, smoking exposure and other maternal risk factors associated with gestational diabetes mellitus*. *Journal of Paediatric and Perinatal Epidemiology* 2011; 25, 566–574.
11. Maryunani, Ns Anik. *Buku Saku Diabetes Pada Kehamilan*. Jakarta: Trans Info Media; 2008.
12. Nurrahmani, Ulfa. *Stop Diabetes*. Jogjakarta: Familia; 2012.
13. Osgood et al. *The Inter-and Intragenerational Impact of Gestasional Diabetes on the Epidemic of Type 2 Diabetes*. *Journal of American Journal of Public Health* 2011; Volume 101, (1).173-179.
14. Perkins, M Jennifer et al. *Perspectives in Gestational Diabetes Mellitus: A Review of Screening, Diagnosis, and Treatment*. *Journal of Clinical Diabetes* 2007; Volume 25, (2).
15. Soewondono, Perdana dan Pramono, Laurentius. *Prevalence, characteristics, and predictors of pre-diabetes in Indonesia*. *Journal of Med J* 2011; Vol. 20,( 4):283-294.
16. Porta, F.M. Matschinsky *Diabetology of Pregnancy*, Vol 17, 2005.

	<p align="center"><b>KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES MALANG</b></p> <p align="center">JALAN BESAR IJEN NO. 77C MALANG TELP. 0341-566075, 571308 FAX 0341-566746</p> <p align="center">Website : <a href="http://www.poltekkes-malang.ac.id">http://www.poltekkes-malang.ac.id</a> Email : <a href="mailto:kepkk_poltekkesmalang">kepkk_poltekkesmalang</a> No. Reg. 08/KNEPK/2008</p>	
Form: 008	<b>REKOMENDASI PERSETUJUAN ETIK</b>	Reg.No. : <b>121 / 2014</b>

**REKOMENDASI PERSETUJUAN ETIK  
ETHICAL APPROVAL RECOMMENDATION**

Komisi Etik Penelitian Kesehatan Politeknik Kemenkes Malang telah menyelenggarakan pertemuan pada tanggal 25 Nopember 2014 untuk membahas protokol penelitian yang berjudul:

*The Ethic Committee of Polytechnic of Health The Ministry of Health in Malang has convened a meeting on November 25<sup>th</sup> 2014 to discuss the research protocol entitled:*

**Konsumsi Energi Karbohidrat dan Serat *Glycemic Index* dan *Gleycemic Load* Dengan Kadar Glukosa Darah Pasien Diabetes Mellitus Goestasional di Kota Malang**

Dan menyimpulkan bahwa protokol tersebut telah memenuhi semua persyaratan etik.  
*And concluded that the protocol has fulfilled all ethical requirements*



Malang, 25 Nopember 2014

  
**Prof. Edi Widjanto, dr., SpPK, MS, Dr**  
 Ketua  
*Signature & Printed name*





**KEMENTERIAN KESEHATAN RI**  
**BADAN PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN SUMBER DAYA MANUSIA KESEHATAN**  
**POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES MALANG**

- Kampus Utama : Jalan Besar Ijen No. 77 C Malang 65112. Telepon (0341) 566075, 571388 Fax (0341) 565746  
 - Kampus I : Jalan Srikojo No. 108 Jember. Telepon (0331) 488613  
 - Kampus II : Jalan Ahmad Yani Sumberporong Lawang. Telepon (0341) 427847  
 - Kampus III : Jalan Dr. Soetomo No. 48 Blitar. Telepon (0342) 801043  
 - Kampus IV : Jalan KH. Wakhid Hasyim No. 64 B Kediri. Telepon (0364) 773095

Website: <http://www.poltekkes-malang.ac.id> E-mail: [direktorat@poltekkes-malang.ac.id](mailto:direktorat@poltekkes-malang.ac.id)



**BERITA ACARA**  
**SEMINAR HASIL PROTOKOL PENELITIAN**  
**RISRET PEMBINAAN TENAGA KESEHATAN (RISBINAKES)**  
**POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES MALANG**  
**TAHUN 2014**

Nomor: ~~SK.03.01.1/17355~~ /SU /2014

Pada hari ini, Jum'at tanggal dua belas bulan Desember tahun dua ribu empat belas, Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang melaksanakan Seminar Hasil Protokol Penelitian Riset Pembinaan Tenaga Kesehatan (Risbinakes), dengan Dosen Penyaji dan Judul Penelitian sebagai berikut :

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian
1	1. Yohanes Kristianto, MFT 2. Etik Sulistyowati, M.Kes 3. I Komang Suwita, MP	Kandungan Zat Gizi Jus Dalam Menu Diet Tinggi Antioksidan
2	1. Maryam Razak, M.Si 2. AAG Anom Aswin, MPS 3. Nurul Hakimah, M.Kes	Hubungan Obesitas Dengan Kejadian Osteoarthritis Lutut Di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang
3	1. I Dewa Nyoman Supariasa, MPS 2. Ibnu Fajar, M.Kes 3. Hasan Aroni, M.Kes	Perbedaan Pola Konsumsi Makanan Anak Balita Dengan Ekskresi Iodium Urine Rendah, Normal, Dan Berlebih Di Kota Malang
4	1. Dintyah Kholidah, MPH 2. Dwie Sulistyorini, M.Kes 3. Theresia Puspita, MP	Konsumsi Energi, Karbohidrat Dan Serat, Glycemic Index dan Glycemic Load Dengan Kadar Glukosa Darah Pasien Diababetes Mellitus Gestational Di Kota Malang
5	1. Etik Sulistyowati, M.Kes 2. Yohanes Kristianto, MFT 3. I Nengah Tanu, M.Kes	Densitas Energi Makanan Kaitannya Dengan Kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2

Tim Pakar Risbinakes  
 Poltekkes Kemenkes Malang.

1.






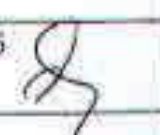



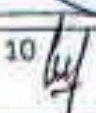





Prof. Dr.dr.Mulyohadi Ali., Sp.FK  
 NIP. 194709061978031002

2.

Bachyar Bakri, SKM., M.Kes  
 NIP. 195609141980102001



**DAFTAR HADIR**  
**Seminar Hasil Penelitian Risbinakes 2014**  
**POLTEKKES KEMENKES MALANG**  
**Tanggal, 12 Desember 2014**

NO	NAMA	Asal	TANDA-TANGAN
1	ENI SUBIASTUTIK	PRODI D-IV JEMBER	1 
2	Inang Sinaem	Prodi D3 Blitar	2 
3	Prochyas Prakos	Jurusan Gizi	3 
4	SUGENI LUAN	Prodi D-III GIZI	4 
5	Euprajitno	Prodi D3 Blitar	5 
6	Dwiyas Kholibus	Prodi D3 PMIK	6 
7	Auk Rahma	Prodi Gizi	7 
8	Tri Dahan		8 
9	Astutik Pudjirahayu Dwi. Gizi		9 
10	Aik Kurniasih		10 
11	Purnama		11 
12	Konath		12 
13	Maryam	Prodi Gizi	13 
14	Etik S	Prodi Gizi	14 
15	Eng Smdm	Prodi Kebidanan	15 

16	SUST UICWART		16
17			17
18	Penyakit Th.		18 <i>Amalia</i>

Ka Unit Penelitian & Jurnal

*Ju*  
 Dr. Te. Johan Agus Yudianto, S.Kp, M.Kep  
 NIP. 19650828 198903 1 003