

**PENGARUH PEMBERIAN KACANG HIJAU (*PHASEOLUS RADIATUS L.*)
TERHADAP PENCEGAHAN PENINGKATAN KADAR GLUKOSA DARAH
PADA TIKUS PUTIH STRAIN WISTAR (*RATTUS NOVERGICUS*) BUNTING**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Kebidanan**



Oleh:

Debby Amalia Briliansari

NIM. 115070600111012

PROGRAM STUDI S1 KEBIDANAN

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

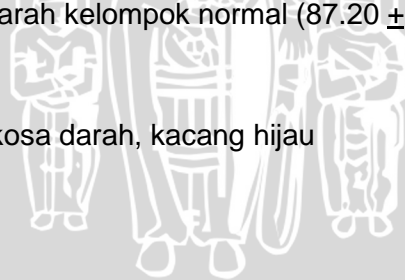
2014

ABSTRAK

Briliansari, Debby Amalia. 2014. **Pengaruh Pemberian Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) terhadap Pencegahan Peningkatan Kadar Glukosa Darah pada Tikus Putih Strain Wistar (*Rattus norvegicus*) Bunting**. Tugas Akhir, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Pembimbing: (1) dr. Bambang Prijadi, MS. (2) Fajar Ari Nugroho, S. Gz, M.Kes.

Selama kehamilan terjadi peningkatan kadar glukosa darah seiring bertambahnya usia kehamilan. Pilihan sumber karbohidrat yang tepat diperlukan agar kadar glukosa darah terkontrol selama kehamilan, sehingga dapat mencegah terjadinya diabetes melitus gestasional. Kacang hijau mengandung serat larut tinggi dan memiliki indeks glikemik rendah. Kandungan tersebut dapat mengurangi penyerapan karbohidrat dalam tubuh, sehingga dapat menurunkan kadar glukosa darah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian kacang hijau terhadap pencegahan peningkatan kadar glukosa darah pada tikus putih strain wistar yang bunting. Penelitian ini bersifat *true experimental in vivo* dengan rancangan *Post test Only with Control Group Design*. Sampel yang digunakan adalah tikus wistar usia 2-3 bulan yang bunting. Tikus dibagi dalam empat kelompok yaitu kelompok normal tidak diberi kacang hijau, perlakuan 1 diberi kacang hijau 0,3 gr/ekor/hari, perlakuan 2 diberi kacang hijau 0,6 gr/ekor/hari, dan perlakuan 3 diberi kacang hijau 1,2 gr/ekor/hari. Kacang hijau mampu mencegah peningkatan kadar glukosa darah pada tikus wistar bunting, meski tidak signifikan secara statistik ($p=0,494$). Dosis efektif kacang hijau adalah dosis perlakuan 2 yaitu 0,6 gr/ekor/hari, yang mampu mengontrol kadar glukosa darah sebesar 88.60 ± 8.17 mg/dl, sehingga mendekati kadar glukosa darah kelompok normal (87.20 ± 21.22 mg/dl).

Kata kunci: kehamilan, glukosa darah, kacang hijau

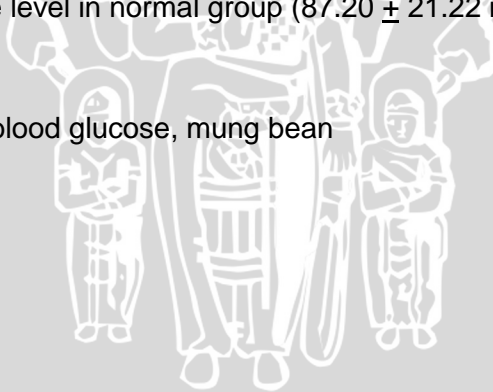


ABSTRACT

Briliansari, Debby Amalia. 2014. **The Effects of Mung Bean (*Phaseolus radiatus* L.) On Preventing Blood Glucose Level Improvement In Pregnant Wistar Rat (*Rattus norvegicus*).** Final Assigment, Faculty of Medicine, Brawijaya University. Supervisor: (1) dr. Bambang Prijadi, MS. (2) Fajar Ari Nugroho, S. Gz, M.Kes.

During pregnancy, blood glucose level become increasingly higher according to age of pregnancy that became increasingly older. A good source of carbohydrate are needed to control blood glucose level during pregnancy. So, gestasional diabetes mellitus can be prevent. Mung bean have containing high soluble fiber and low glycemic index. It decrease carbohydrate absorption in digestion, so it's able to decrease blood glucose level. The aim of this study is understanding the effect of mung bean on preventing blood glucose level improvement in pregnant wistar rat. The method of study is *experimental in vivo* with *Post test Only with Control Group Design*. This study involve 2-3 month old pregnant wistar rat as samples. The rats divided to four group, they are normal group without mung bean treatment, treatment group 1 treated with mung bean 0,3 gr/day, treatment group 2 treated with mung bean 0,6 gr/day, and treatment group 3 treated with mung bean 1,2 gr/day. Mung bean is able to prevent blood glucose level improvement in pregnant wistar rat, although statistically not significant ($p=0,494$). The effective dose of mung bean is treatment dose 2 in 0,6 gr/day which is able to control blood glucose level in 88.60 ± 8.17 mg/dl, it approach blood glucose level in normal group (87.20 ± 21.22 mg/dl).

Keywords: pregnancy, blood glucose, mung bean



DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Halaman Persetujuan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Abstrak	vi
Abstract	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kacang Hijau (<i>Phaseolus radiatus</i> L.)	5
2.1.1 Karakteristik	5
2.1.2 Manfaat	7
2.1.3 Kandungan Gizi	7
2.1.3.1 Indeks Glikemik	8
2.1.3.2 Serat Pangan (<i>Fiber</i>)	10
2.2 Glukosa	11
2.2.1 Definisi	11
2.2.2 Metabolisme Glukosa	11
2.2.2 Metabolisme Glukosa pada Ibu Hamil	13
BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS	
3.1 Kerangka Konsep	15
3.2 Hipotesis Penelitian	16
BAB IV METODE PENELITIAN	
4.1 Desain Penelitian	17



4.2 Sampel Penelitian.....	17
4.3 Variabel Penelitian.....	18
4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	18
4.5 Instrumen Penelitian.....	18
4.5.1 Alat.....	18
4.5.1.1 Perawatan Tikus.....	18
4.5.1.2 Pembuatan dan Pemberian Kacang Hijau.....	18
4.5.1.3 Pengambilan Sampel Darah.....	18
4.5.1.4 Pengukuran Kadar Glukosa.....	18
4.5.2 Bahan.....	19
4.5.2.1 Perawatan Tikus.....	19
4.5.2.2 Pembuatan dan Pemberian Kacang Hijau.....	19
4.5.2.3 Pengambilan Sampel Darah.....	19
4.5.2.4 Pengukuran Kadar Glukosa.....	19
4.6 Definisi Operasional.....	19
4.7 Prosedur Penelitian.....	20
4.7.1 Perawatan Tikus.....	20
4.7.2 Pembuatan dan Pemberian Kacang Hijau.....	20
4.7.2.1 Penentuan Dosis Kacang Hijau.....	20
4.7.2.2 Prosedur Pembuatan dan Pemberian Kacang Hijau.....	20
4.7.3 Pengambilan Sampel Darah.....	21
4.7.4 Pengukuran Kadar Glukosa.....	21
4.8 Alur Penelitian.....	22
4.9 Analisa Data.....	22
BAB V HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	
5.1 Karakteristik Sampel.....	23
5.2 Asupan Kacang Hijau Selama Penelitian.....	23
5.3 Kadar Glukosa Darah Tikus Sesudah Perlakuan.....	24
BAB VI PEMBAHASAN	
6.1 Karakteristik Sampel.....	26
6.2 Pemberian Kacang Hijau Selama Penelitian.....	26
6.3 Kadar Glukosa Darah Tikus Sesudah Perlakuan.....	30
6.4 Keterbatasan Penelitian.....	31
BAB VII PENUTUP	

7.1 Kesimpulan	32
7.2 Saran	32
Daftar Pustaka.....	33
Lampiran	43



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehamilan menyebabkan terjadinya banyak perubahan hormonal dan metabolik sehingga kebutuhan energi dan zat gizi lainnya meningkat selama kehamilan. Metabolisme dan kebutuhan energi pada tubuh ibu semakin meningkat seiring pertumbuhan janin (Rahmaniar, 2013). Salah satu metabolisme ibu yang mengalami perubahan adalah metabolisme glukosa.

Pada trimester kedua dan ketiga, terjadi peningkatan resistensi insulin hingga 80%. Resistensi insulin yang semakin meningkat seiring meningkatnya usia kehamilan, menyebabkan kadar glukosa ibu semakin meningkat. Keadaan tersebut dapat meningkatkan resiko terjadinya diabetes melitus gestasional. Menurut *American Diabetes Association* (ADA) tahun 2000, diabetes melitus gestasional terjadi 7% pada kehamilan setiap tahunnya. Prevalensi diabetes gestasional bervariasi yaitu 1%-14%. Di Indonesia, prevalensi diabetes melitus gestasional di Indonesia sebesar 1,9%-3,6% pada kehamilan umumnya (Soewondono, 2011). Sedangkan pada ibu hamil dengan riwayat keluarga diabetes melitus, prevalensi diabetes gestasional sebesar 5,1% (Maryunani, 2008). Menurut WHO, diprediksi penderita diabetes melitus di Indonesia meningkat hingga 250% menjadi sekitar 21,3 juta pada tahun 2030 (Sugondo, 2006).

Salah satu cara untuk mencegah terjadinya diabetes adalah dengan mengatur asupan karbohidrat. Karbohidrat merupakan sumber energi utama yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan janin selama

kehamilan (Maryanah, 2006). Maka dari itu, diperlukan pilihan sumber karbohidrat yang tepat bagi ibu hamil agar kadar glukosa darah ibu terkontrol dan kebutuhan energi janin tetap terpenuhi. Banyak sumber karbohidrat yang dapat menjadi pilihan asupan makanan bagi ibu hamil, antara lain hasil olahan dari padi-padian atau sereal, umbi-umbian, kacang-kacangan, dan gula. Salah satu jenis kacang-kacangan yang baik untuk dikonsumsi oleh ibu hamil adalah kacang hijau (Jafar, 2004).

Kacang hijau merupakan tumbuhan kacang-kacangan yang mudah dijumpai di Indonesia dan dikenal dengan banyak manfaat. Kacang hijau telah dikenal baik untuk kesehatan. Kacang hijau memiliki kandungan karbohidrat dan serat yang baik (Diah, 2010). Kacang hijau mengandung karbohidrat rendah yaitu 19 gr/100 gr, jauh lebih rendah dibandingkan beras yang mengandung karbohidrat 79,95 gr/100 gr, dan kentang 35,11 gr/100 gr. Kandungan serat yang tinggi pada tumbuhan ini sekitar 7,6 gr/100 gr, lebih tinggi dibandingkan beras yang mengandung serat 1,3 gr/100 gr, dan kentang 3,2 gr/100 gr (USDA, 2014).

Suatu penelitian di Amerika membuktikan bahwa diet serat yang tinggi mampu memperbaiki pengontrolan gula darah, menurunkan peningkatan insulin yang berlebihan di dalam darah serta menurunkan kadar lemak darah (Joseph, 2002). Sedangkan hasil penelitian Farman (2012), menunjukkan bahwa pemberian kacang merah yang juga mengandung serat tinggi, dapat menurunkan kadar glukosa darah pada tikus wistar jantan model diabetes melitus.

Selain rendah karbohidrat dan tinggi serat, kacang hijau juga memiliki nilai indeks glikemik yang rendah sebesar 28,87. Nilai indeks glikemik

dikategorikan rendah apabila <55, kategori sedang 55-70, dan kategori tinggi >70 (Powel, 2002; Eliasson, 2004). Liljeberg (1999) menunjukkan bahwa pangan dengan indeks glikemik rendah dapat memperbaiki respons glukosa darah. Sedangkan Powel (2002) menyatakan bahwa mengonsumsi makanan yang memiliki nilai indeks glikemik rendah membantu menurunkan kadar glukosa darah secara perlahan sehingga akan membantu mengontrol kadar glukosa darah dalam tubuh.

Berdasarkan uraian di atas, kacang hijau berpotensi sebagai pilihan nutrisi bagi ibu hamil. Selain harga yang terjangkau dan mudah dijumpai di Indonesia, kacang hijau mengandung banyak zat gizi yang dibutuhkan oleh ibu hamil. Oleh karena itu, penelitian ini dirancang sebagai tahap awal pembuktian peneliti mengenai “Pengaruh Pemberian Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) terhadap Pencegahan Peningkatan Kadar Glukosa Darah pada Tikus Putih Strain Wistar (*Rattus norvegicus*) Bunting”. Sehingga diharapkan model penggunaan kacang hijau ini dapat menjadi salah satu pilihan alternatif dan nutrisi bagi ibu hamil.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah pemberian kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) dapat mencegah peningkatan kadar glukosa darah pada tikus putih strain wistar (*Rattus norvegicus*) bunting?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

- 1) Mengetahui pengaruh pemberian kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) terhadap pencegahan peningkatan kadar glukosa darah pada tikus putih strain wistar (*Rattus norvegicus*) bunting

1.3.2 Tujuan Khusus

- 1) Mengetahui kadar glukosa darah sesudah pemberian kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) pada tikus putih strain wistar (*Rattus norvegicus*) bunting
- 2) Mengetahui dosis efektif kacang hijau dalam mencegah peningkatan kadar glukosa darah pada tikus putih strain wistar (*Rattus norvegicus*) bunting

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademik

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi data awal untuk penelitian lanjutan tentang kacang hijau sebagai pilihan alternatif maupun nutrisi bagi ibu hamil.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengalaman dan wawasan peneliti tentang pengaruh pemberian kacang hijau terhadap kadar glukosa darah pada tikus putih bunting untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana kebidanan.

b. Bagi institusi terkait

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah kepustakaan ilmu untuk asuhan kebidanan khususnya tentang pilihan diet serta nutrisi bagi ibu hamil.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.)

2.1.1 Karakteristik

Kacang hijau di India dikenal sebagai *choroko* (dalam bahasa Swahili), kacang *Mongo*, *moong*, *Moog* (dalam bahasa Bengali, Marathi). Sedangkan di Indonesia, kacang hijau juga memiliki beberapa nama daerah, seperti artak (Madura), kacang wilis (Bali), buwe (Flores), tibowang candi (Makassar) (Astawan, 2009).

Sebaran daerah produksi kacang hijau di Indonesia adalah Nangroe Aceh Darussalam, Sumatera Barat dan Sumatera Selatan, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Utara dan Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur. Pulau Jawa merupakan penghasil utama kacang hijau di Indonesia, potensi lahan kering daerah tersebut yang sesuai ditanami kacang hijau sangat luas. Kacang hijau adalah sejenis tanaman budidaya dan palawija yang dikenal luas di daerah tropika. Tumbuhan yang termasuk suku polong-polongan (Fabaceae) ini memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari sebagai sumber bahan pangan berprotein nabati tinggi. Kacang hijau di Indonesia menempati urutan ketiga terpenting sebagai tanaman pangan legum, setelah kedelai dan kacang tanah. Tanaman kacang hijau berbatang tegak dengan ketinggian sangat bervariasi, antara 30-60 cm, tergantung varietasnya. Cabangnya menyamping pada bagian utama, berbentuk bulat dan berbulu. Warna batang dan cabangnya ada yang hijau dan ada yang

ungu. Dalam dunia tumbuhan tanaman ini diklasifikasikan sebagai berikut

(Purwono, 2012):

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledone
Ordo	: Rosales
Family	: Leguminosae (Fabaceae)
Genus	: Vigna
Spesies	: <i>Vigna radiatus</i> atau <i>Phaseolus radiatus</i> L.

Daunnya trifoliolate (terdiri dari tiga helaian) dan letaknya berseling. Tangkai daunnya cukup panjang, lebih panjang dari daunnya. Warna daunnya hijau muda sampai hijau tua. Bunga kacang hijau berwarna kuning, tersusun dalam tandan, keluar pada cabang serta batang, dan dapat menyerbuk sendiri. Polong kacang hijau berbentuk silindris dengan panjang antara 6-15 cm dan biasanya berbulu pendek. Sewaktu muda polong berwarna hijau dan setelah tua berwarna hitam atau coklat. Setiap polong berisi 10-15 biji.



Gambar 2.1 Biji kacang hijau

2.1.2 Manfaat

Kacang hijau memiliki kandungan protein yang cukup tinggi sebesar 22% dan merupakan sumber mineral penting, antara lain kalsium dan fosfor. Kandungan kalsium dan fosfor pada kacang hijau bermanfaat untuk memperkuat tulang. Kacang hijau juga mengandung lemak rendah yang sangat baik. Lemak kacang hijau tersusun dari 73% asam lemak tak jenuh dan 27% asam lemak jenuh. Asupan lemak tak jenuh penting untuk menjaga kesehatan jantung. Selain itu, kacang hijau mengandung vitamin B1 yang berguna untuk pertumbuhan. Kacang hijau juga banyak mengandung serat yang mudah larut, sehingga baik untuk pencernaan. Serat yang mudah larut dapat menurunkan kadar kolesterol LDL dalam tubuh. Kacang hijau juga bermanfaat untuk mencegah kanker dan memperlambat pertumbuhan sel-sel kanker atau tumor. Zat antioksidan yang terkandung di dalamnya baik untuk menjaga daya tahan tubuh. Selain itu, kacang hijau merupakan bahan pangan dengan indeks glikemik rendah, sehingga baik dikonsumsi oleh penderita diabetes (Diah, 2010).

Kacang hijau memiliki citarasa baik. Saat ini sebagian besar produksi kacang hijau digunakan sebagai bahan pangan untuk beragam produk olahan seperti kecambah, bubur, sari kacang hijau, tepung, pati (hunkwee), dan biji kupas kulit (dhal) yang diolah menjadi bakpia dan onde-onde (Humaedah, 2012).

2.1.3 Kandungan Gizi

Kandungan gizi dalam 100 g kacang hijau adalah 345 kalori energi; 22 g protein; 1,2 g lemak; 19 g karbohidrat; 10 g air; 223 mg kalsium; 320 mg fosfor; 7,5 mg zat besi; 157 SI vitamin A; 0,64 mg vitamin B1; 10 mg

vitamin C; 6 mg natrium; 1132 mg kalium; 7,6 g serat. (Retnaningsih, 2008).

Kacang hijau memiliki kandungan karbohidrat dan serat yang baik. Kandungan serat yang tinggi pada tumbuhan ini sekitar 7,6 gr/100 gr. Kacang hijau juga memiliki kandungan karbohidrat yang cukup rendah yaitu 19 gr/100 gr, protein, asam folat, vitamin B1, vitamin B2, vitamin C, antioksidan, dan mineral, serta mengandung asam lemak esensial dan rendah lemak (Diah, 2010).

Asam lemak esensial yang terkandung dalam kacang hijau adalah omega-3 (0,9 mg/100 gr) dan omega-6 (119 mg/100 gr). Kacang hijau juga mengandung asam folat dan vitamin B1 (thiamin) yang tinggi. Kandungan asam folat dalam kacang hijau sebanyak 159 µg/100 gr dan thiamin sebanyak 0,2 mg/100 gr. Selain itu kacang hijau kaya vitamin B lain, seperti riboflavin, vitamin B6, asam pantothenat, serta niasin (Diah, 2010).

Kacang hijau juga memiliki nilai indeks glikemik yang rendah yaitu 28,87. Mengonsumsi makanan yang memiliki nilai rendah akan menurunkan kadar glukosa darah secara perlahan sehingga akan membantu mengontrol kadar glukosa darah dalam tubuh (Powel, 2002).

2.1.3.1 Indeks Glikemik

Indeks glikemik adalah tingkatan pangan menurut efeknya terhadap kadar glukosa darah. Dengan kata lain, indeks glikemik adalah respon glukosa darah terhadap makanan dibandingkan dengan respon glukosa darah terhadap glukosa murni (Rimbawan, 2004). Nilai indeks glikemik dikategorikan rendah apabila <55, kategori sedang 55-70, dan kategori tinggi >70 (Eliasson, 2004).

Liljeberg (1999) menunjukkan bahwa pangan dengan indeks glikemik rendah dapat memperbaiki respons glukosa darah. Sedangkan Powel (2002) menyatakan bahwa mengonsumsi makanan yang memiliki nilai indeks glikemik rendah membantu menurunkan kadar glukosa darah secara perlahan sehingga akan membantu mengontrol kadar glukosa darah dalam tubuh.

Prosedur penentuan nilai indeks glikemik bahan pangan mengikuti prosedur baku. Penentuan indeks glikemik dan beban indeks glikemik suatu bahan pangan menggunakan glukosa murni sebagai standar. Uji indeks glikemik dilakukan dengan menggunakan manusia sebagai objek penelitian. Sukarelawan yang berpartisipasi berjumlah 10 orang, yang telah lolos seleksi. Syarat-syarat sukarelawan yang digunakan untuk penentuan indeks glikemik adalah sehat, non-diabetes, memiliki kadar glukosa puasa normal (70-120 mg/dl) dan memiliki nilai Indeks Massa Tubuh (IMT) dalam kisaran normal 18.5-25 Kg/m² (Hasan, 2011).

Pengukuran kadar gula darah dilakukan setelah periode puasa (kecuali air putih selama 10 jam pada malam hari. Pada setiap pengambilan darah yang telah ditetapkan, sampel darah sukarelawan diambil sebanyak 0,5 µL. Pengambilan sampel darah sukarelawan dilakukan pada menit ke- 0 (kadar gula darah puasa), 30, 60, 90 dan 120 menit setelah mengonsumsi pangan tersebut (Hasan, 2011).

Nilai kadar glukosa darah ini kemudian diplotkan menjadi sebuah grafik dengan sumbu x sebagai waktu pengukuran dan

sumbu y sebagai kadar gula darah. Indeks glikemik dihitung sebagai perbandingan antara luas kurva kenaikan kadar gula darah setelah mengkonsumsi sampel dan glukosa sebagai standar (Haliza, 2006). Kurva polinomial respon glikemik masing-masing pangan uji ditentukan dengan pendekatan *trial and error* dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel* (Rimbawan, 2006).

Tabel 2.1 Nilai Indeks Glikemik Beberapa Bahan Pangan (Powel, 2002)

Produk	Nilai Indeks Glikemik	Golongan Indeks Glikemik
Jagung	59	Sedang
Tepung jagung	68	Sedang
Beras	69	Sedang
Gandum	30	Rendah
Semolina	55	Sedang
Kacang hijau	28,87	Rendah
Pasta beras	61	Sedang
Spageti (dari semolina)	59	Sedang

Nilai indeks glikemik suatu makanan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain yaitu proses pengolahan, kadar serat pangan, kadar amilosa dan amilopektin, serta kadar lemak dan protein. Semakin tinggi kadar serat pangan maka semakin rendah nilai indeks glikemik (Rimbawan, 2004).

2.1.3.2 Serat Pangan (*Fiber*)

Serat pangan merupakan komponen makanan (karbohidrat kompleks) dalam tanaman yang tidak dapat dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan manusia (Astawan, 2004). Serat pangan terdiri dari komponen serat larut (*Soluble Dietary Fiber/SDF*) dan komponen serat tidak larut (*Insoluble Dietary Fiber/IDF*) (Winarno, 2004).

Mekanisme serat pangan dalam mempengaruhi nilai indeks glikemik suatu makanan adalah dengan menurunkan efisiensi penyerapan karbohidrat, sehingga menghambat peningkatan glukosa darah secara cepat dalam tubuh. Jenis serat pangan dalam mekanisme tersebut adalah serat larut, misalnya pektin, dan guar gum. Hasil tersebut dibuktikan oleh suatu penelitian yang menunjukkan bahwa konsumsi makanan yang kaya dengan guar gum dan pektin dapat menurunkan peningkatan glukosa darah (Astawan, 2004).

2.2 Glukosa

2.2.1 Definisi

Glukosa adalah salah satu bentuk karbohidrat monosakarida terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga utama dalam tubuh. Glukosa merupakan prekursor untuk sintesis semua karbohidrat lain di dalam tubuh seperti glikogen, ribose dan deoxiribose dalam asam nukleat, galaktosa dalam laktosa susu, dalam glikolipid, dan dalam glikoprotein dan proteoglikan (Murray, 2009).

Glukosa merupakan karbohidrat yang penting oleh karena hampir semua karbohidrat di dalam makanan akan diubah menjadi glukosa dan dioksidasi menghasilkan energi yang sangat penting bagi semua organisme hidup (Murray, 2009).

2.2.2 Metabolisme Glukosa

Metabolisme glukosa merupakan proses yang sangat kompleks yang dipengaruhi serta di regulasi oleh diet dan hormon terutama insulin dan glukagon. Seluruh jaringan tubuh tidak pernah berhenti mendapatkan

pasokan glukosa. Tubuh mempertahankan kadar glukosa darah yang konstan dalam keadaan apapun. Kadar glukosa darah normal adalah 70-110 mg/dl (glukosa darah puasa) dan di bawah 200 mg/dl (glukosa darah 2 jam sesudah makan). Sedangkan kadar glukosa darah normal pada ibu hamil adalah di bawah 126 mg/dl (glukosa darah puasa) dan di bawah 140 mg/dl (glukosa darah 2 jam sesudah makan) (Cranmer, 2009; Setji, 2005).

Proses mempertahankan kadar glukosa darah agar tetap konstan disebut homeostasis glukosa. Apabila kadar glukosa rendah atau hipoglikemia, tubuh mencukupi pasokan glukosa di jaringan adiposa dengan pelepasan glukosa dari simpanan glikogen hati yang besar melalui jalur glikogenolisis dan sintesis glukosa dari laktat, gliserol, dan asam amino di hati melalui jalur glukoneogenesis dan melalui pelepasan asam lemak dari simpanan jaringan adiposa. Apabila kadar glukosa darah tinggi atau hiperglikemia, tubuh mengubah glukosa menjadi glikogen dan mengubah glukosa menjadi triasilgliserol di jaringan adiposa. Keseimbangan antarjaringan dalam menggunakan dan menyimpan glukosa selama puasa dan makan terutama dilakukan melalui kerja hormon homeostasis metabolik yaitu insulin dan glukagon (Aronoff, 2004).

Hormon insulin mempunyai peranan sentral dalam pengaturan konsentrasi glukosa darah. Insulin membantu mengontrol glukosa melalui 3 cara: insulin mengirimkan sinyal dari sel-sel jaringan perifer insulin terutama pada otot skeletal untuk meningkatkan pelepasan glukosa. Kedua, insulin memicu glikogenesis. Yang terakhir, insulin menghambat sekresi glukagon dari pankreas, kemudian mengirim sinyal ke hati untuk menghentikan produksi glukosa melalui glikogenolisis dan

glukoneogenesis. Hormon insulin dihasilkan oleh sel – sel beta pada pulau Langerhans pankreas sebagai reaksi langsung terhadap keadaan hiperglikemia (Aronoff, 2004; Watkins, 2008).

2.2.3 Metabolisme Glukosa pada Ibu Hamil

Kehamilan merupakan suatu kondisi diabetogenik yang ditandai dengan adanya resistensi insulin dan peningkatan respons sel pankreas dan hiperinsulinemia sebagai kompensasi. Resistensi insulin umumnya dimulai sejak trimester kedua kehamilan dan keadaan ini terus berlangsung selama sisa kehamilan. Sensitivitas insulin selama kehamilan dapat menurun hingga 80%. Hormon-hormon yang disekresi oleh plasenta, seperti progesteron, kortisol, *human placental lactogen* (hPL), prolaktin dan *growth hormone*, merupakan faktor yang berperan penting dalam keadaan resistensi insulin saat kehamilan (Setji, 2005).

Pada awal kehamilan, terjadi hiperplasia dari sel β pankreas yang merupakan dampak dari meningkatnya hormon estrogen dan progesterone pada ibu. Kondisi tersebut menyebabkan tingginya kadar insulin pada awal kehamilan. Pada trimester kedua dan ketiga, adanya faktor dari fetoplacenta membuat penurunan sensitivitas insulin dari ibu. Karena janin sangat membutuhkan transport glukosa dan tidak bisa membentuk glukosa, sehingga janin membutuhkan suplai dari ibu. Oleh sebab itu, dalam tubuh ibu terjadi peningkatan glukoneogenesis. Hal ini menyebabkan tingginya kadar glukosa plasma ibu, yang kemudian akan berdifusi ke dalam aliran darah janin melalui plasenta (Al-Noaemi, 2011; Setji, 2005; Cunningham, 2010).

Plasenta mensintesa progesterone dan pregnenolone. Progesteron ini memasuki sirkulasi janin, dan sebagai sumber pembentukan kortisol dan kortikosteron di kelenjar adrenal janin. Peningkatan kortisol selama kehamilan normal menyebabkan penurunan toleransi glukosa. Sedangkan pregnenolone ini merupakan sumber pembentuk estrogen, dimana hormon ini mempengaruhi fungsi sel β pankreas (Al-Naoemi, 2011).

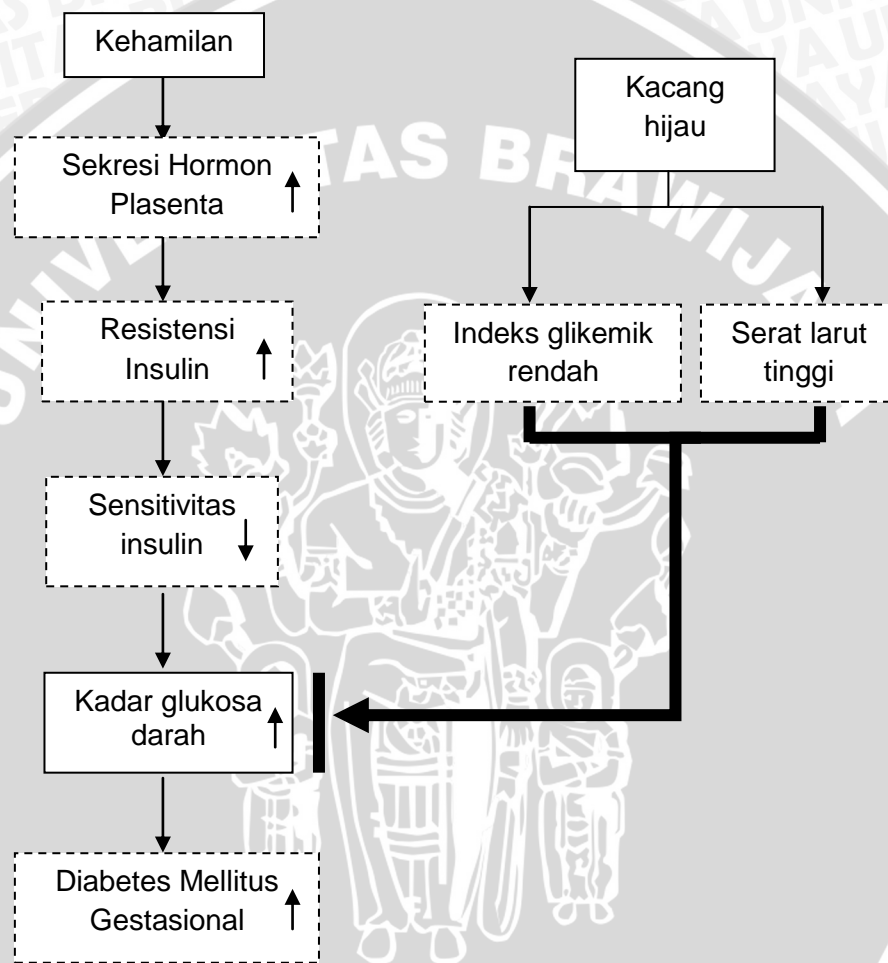
Selain estrogen dan progesteron, *human placental lactogen* (hPL) merupakan produk dari gen hPL-A dan hPL-B yang disekresikan ke sirkulasi maternal dan janin. Pada trimester kedua kehamilan, kadar hPL ini meningkat 10x lipat. hPL ini menstimulasi lipolisis, yang menyebabkan tingginya kadar asam lemak dalam sirkulasi, ditujukan untuk membentuk glukosa yang dibutuhkan oleh janin. Asam lemak ini berfungsi antagonis dengan fungsi insulin, sehingga terjadi hambatan penyimpanan glukosa dalam sel, yang pada akhirnya dapat menyebabkan resistensi insulin di jaringan perifer (Al-Noaemi, 2011; Setji, 2005; Cunningham, 2010).

Diabetes melitus gestasional pada ibu hamil dapat terjadi disebabkan karena adanya perubahan metabolisme karbohidrat selama kehamilan, di mana keadaan resistensi insulin tidak diimbangi dengan sekresi insulin yang adekuat. Ibu yang menderita diabetes melitus gestasional pada umumnya telah mengalami resistensi insulin kronis karena disfungsi sel β pankreas sejak sebelum masa kehamilan (Kaaja, 2009).

BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konsep



Keterangan

 Variabel yang tidak diteliti

 Variabel yang diteliti

 Menghambat

Keterangan Kerangka Konsep:

Selama kehamilan, hormon-hormon yang disekresi oleh plasenta, seperti progesteron, kortisol, *human placental lactogen* (hPL), prolaktin dan *growth hormone* meningkat sehingga memicu terjadinya resistensi insulin selama kehamilan. Resistensi insulin terus meningkat hingga akhir kehamilan. Peningkatan resistensi insulin menyebabkan sensitivitas insulin menurun hingga 80% selama kehamilan (Setji, 2005). Resistensi insulin dan sensitivitas insulin yang menurun menyebabkan tingginya kadar glukosa darah ibu (Al-Noaemi, 2011; Setji, 2005; Cunningham, 2010).

Salah satu cara untuk mencegah terjadinya diabetes mellitus gestasional adalah dengan mengatur asupan karbohidrat. Oleh karena itu, diperlukan pilihan sumber karbohidrat yang tepat bagi ibu hamil, salah satunya adalah kacang hijau (Jafar, 2004). Kacang hijau memiliki indeks glikemik rendah dan mengandung serat larut tinggi. Indeks glikemik rendah dan serat larut tinggi dapat menurunkan efisiensi penyerapan karbohidrat, sehingga menghambat peningkatan glukosa secara cepat dalam tubuh. Terhambatnya peningkatan glukosa akan menjaga kadar glukosa darah tetap terkontrol (Astawan, 2004).

3.2 Hipotesis Penelitian

Pemberian kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) dapat mencegah peningkatan kadar glukosa darah pada tikus putih strain wistar (*Rattus norvegicus*) bunting.

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *true experimental in vivo* dengan rancangan *Post test Only with Control Group Design* (Eriksson, 2012).

4.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah tikus *Rattus norvegicus strain wistar* betina bunting usia 2-3 bulan sebanyak 24 ekor yang diperoleh dari Peternakan Tikus Sudimoro Malang. Tikus yang digunakan adalah tikus yang sehat, bulu tidak rontok, dan tidak cacat.

Besar sampel ditentukan dengan menghitung banyak pengulangan. Banyaknya pengulangan adalah sebagai berikut:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

t : jumlah perlakuan, r : jumlah pengulangan

Pada penelitian ini t = 4 sehingga jumlah pengulangan adalah:

$$(4-1)(r-1) \geq 15$$

$$r-1 \geq 15 : 3$$

$$r-1 \geq 5$$

$$r \geq 5 + 1$$

$$r \geq 6$$

Jadi dalam penelitian ini jumlah sampel tiap perlakuan adalah 6 ekor tikus, sehingga jumlah total tikus yang dibutuhkan sejumlah 24 ekor tikus. Sampel penelitian dibagi menjadi dengan 4 macam kelompok perlakuan, yaitu:

1. Kontrol (P0): kelompok yang diberikan pakan standar
2. Perlakuan 1 (P1): kelompok yang diberikan pakan standar dan diberikan kacang hijau 0,3 gr/ekor/hari
3. Perlakuan 2 (P2): kelompok yang diberikan pakan standar dan diberikan kacang hijau 0,6 gr/ekor/hari
4. Perlakuan 3 (P3): kelompok yang diberikan pakan standar dan diberikan kacang hijau 1,2 gr/ekor/hari

4.3 Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah dosis kacang hijau. Variabel tergantung dalam penelitian ini adalah kadar glukosa darah.

4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan Fakultas SAINTEK Universitas Islam Negeri Maliki Malang. Waktu yang diperlukan kurang lebih 1 bulan.

4.5 Instrumen Penelitian

4.5.1 Alat

4.5.1.1 Perawatan Tikus

Tempat makan, kandang pemeliharaan hewan coba, tutup kandang, botol minum, alat semprot

4.5.1.2 Pembuatan dan Pemberian Kacang Hijau

Timbangan, gelas ukur, botol, sonde lambung

4.5.1.3 Pengambilan Sampel Darah

Gunting steril

4.5.1.4 Pengukuran Kadar Glukosa

Blood strip, Glukometer

4.5.2 Bahan

4.5.2.1 Perawatan Tikus

Pakan standar untuk tikus, sekam, air minum

4.5.2.2 Pembuatan dan Pemberian Kacang Hijau

Aquades, tepung kacang hijau.

4.5.2.3 Pengambilan Sampel Darah

Kapas, alkohol 70%

4.5.2.4 Pengukuran Kadar Glukosa

Sampel darah tikus

4.6 Definisi Operasional

No.	Definisi	Indikator	Jenis Data
1	Hewan coba: tikus putih (<i>Rattus novergicus strain wistar</i>) bunting usia 2-3 bulan. Tikus diperoleh dari Peternakan Tikus Sudimoro, Malang	Syarat hewan: - Sehat, bulu tidak rontok - Betina - Tidak cacat - Berat badan sesuai kriteria	-
2	Kacang hijau yang digunakan adalah bentuk tepung atau bubuk yang diperoleh dari Pasar Merjosari Malang, yang kemudian dilarutkan dengan aquades.	Dosis (gr/ekor/hari)	Ratio
3	Glukosa adalah hasil metabolisme karbohidrat. Pengukuran kadar glukosa dilakukan dengan menggunakan alat Glukometer merek Nesco. Prinsip pemeriksaan glukosa adalah reaksi enzimatik antara <i>glucose oxidase</i> (GOD) pada reagen strip dengan potassium ferisianida. Glukosa darah bereaksi dengan potassium ferisianida sehingga terbentuk potassium ferosianida yang akan menghasilkan arus listrik yang dapat dideteksi oleh alat kemudian diubah menjadi angka yang ditampilkan pada layar.	Satuan (mg/dL)	Ratio

4.7 Prosedur Penelitian

4.7.1 Prosedur Perawatan Tikus

Persiapan kandang: sekam, tutup kandang, alat semprot

Pemberian pakan standar + minum

Adaptasi selama tujuh hari

Sekam diganti setiap 2 hari sekali. Kandang pemeliharaan hewan coba yang digunakan terbuat dari polietilena dengan tutup kandang terbuat dari kawat. 1 kandang berisi 6 ekor tikus. Pemberian minum secara *ad libitum*, sedangkan pakan standar tikus diberikan setiap sehari sekali.

4.7.2 Pembuatan dan Pemberian Kacang Hijau

4.7.2.1 Penentuan Dosis Kacang Hijau

Dosis tepung kacang hijau untuk manusia adalah satu sendok makan (15 ml) atau 18 gr untuk manusia dengan berat badan 70 kg (Hariana, 2009). Nilai konversi untuk tikus adalah 0,018 maka dosis kacang hijau untuk tikus adalah $0,018 \times 18 \text{ gr} = 0,3 \text{ gr}$ (Aizawanda, 2010). Untuk mengetahui dosis efektif kacang hijau digunakan dosis menurut deret ukur sebesar dua kalinya, yaitu 0,6 gr/ekor/hari dan 1,2 gr/ekor/hari.

4.7.2.2 Prosedur Pembuatan dan Pemberian Kacang Hijau

Untuk memperoleh dosis kacang hijau sebesar 0,3 gr, 0,6 gr, dan 1,2 gr/ekor dilakukan dengan melarutkan tepung kacang hijau sebanyak 3 gr, 6 gr, dan 12 gr dalam 10 ml aquades.

Sehingga untuk 6 ekor tikus setiap kelompok perlakuan prosedurnya sebagai berikut:

Tepung kacang hijau ditimbang sebanyak 18, 36, dan 72 gr

Dilakukan pengenceran sebanyak 3x, masing-masing dilarutkan dalam 3x60 ml= 180 ml aquades

Larutan masing-masing dosis dituangkan dalam botol plastik

Pembuatan larutan kacang hijau dilakukan setiap 6 hari sekali. Pemberian larutan kacang hijau dilakukan dengan menggunakan sonde lambung tikus setiap 24 jam sekali sebanyak 3 ml per ekor melalui mulut tikus selama 18 hari (Aizawanda, 2010; Jeong, 2010).

4.7.3 Pengambilan Sampel Darah

Tikus dipuasakan selama 12 jam

Sampel darah diambil dari vena lateralis ekor

Tikus dimasukkan dalam selongsong sesuai ukuran

Ekor tikus dijulurkan keluar

Vena lateralis pada ekor dipotong 0,1–0,2 cm dari ujung ekor dengan gunting yang steril

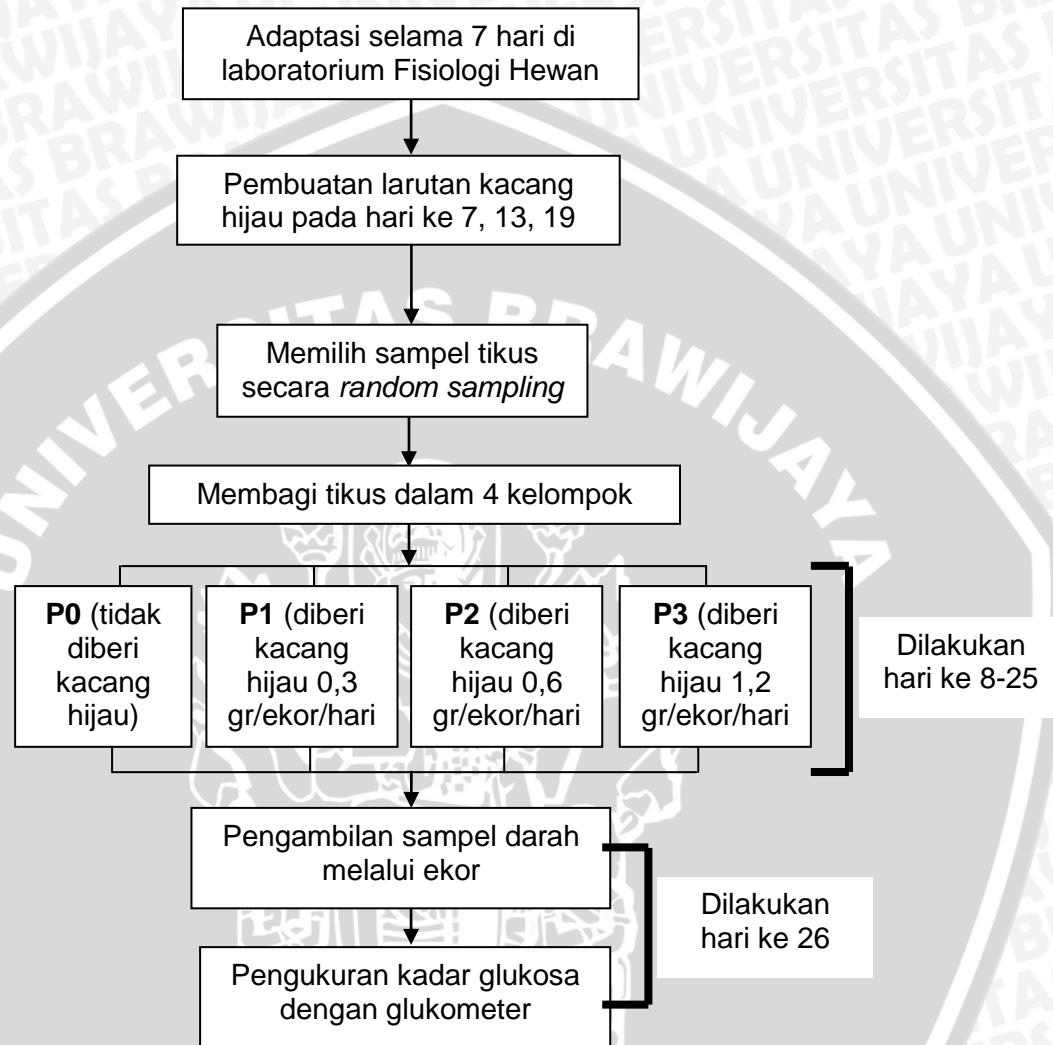
4.7.4 Pengukuran Kadar Glukosa

Tetesan darah setelah tetesan darah ditetaskan ke *blood strip*

Blood strip dimasukkan ke alat pemeriksa

Hasilnya dibaca pada layar dalam waktu kurang dari 30 detik

4.8 Alur Penelitian



Gambar 4.1 Skema Alur Penelitian

4.9 Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis statistik melalui uji *one-way ANOVA*. Penelitian ini dinilai bermakna bila $p < 0,05$. Uji statistik di atas dicek dengan menggunakan program statistik SPSS 16 (Isnianti, 2012).

BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Karakteristik Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian berupa tikus dengan karakteristik sebagai berikut :

Tabel 5.1 Karakteristik Tikus

Karakteristik	P0	P1	P2	P3
Jenis Tikus	<i>Rattus novergicus strain Wistar</i> bunting			
Usia	2-3 bulan			
Jenis Kelamin	Betina			
Warna Bulu	Putih, bersih, tidak rontok			
Keadaan Umum	Sehat, tingkah laku dan aktivitas normal			

Keterangan :

- P0 : Tikus normal tanpa pemberian kacang hijau
 P1 : Diberi kacang hijau 0,3 gr/ekor/hari
 P2 : Diberi kacang hijau 0,6 gr/ekor/hari
 P3 : Diberi kacang hijau 1,2 gr/ekor/hari

Berdasarkan karakteristik sampel yang telah diuraikan di atas, dapat disimpulkan bahwa sampel yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan kriteria inklusi.

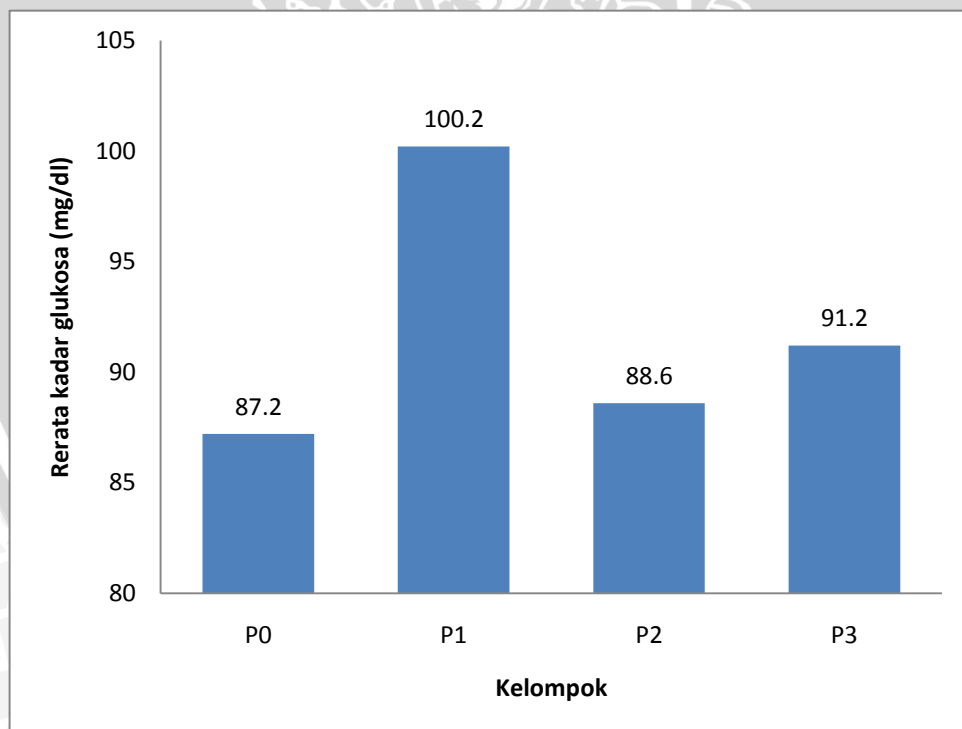
5.2 Asupan Kacang Hijau Selama Penelitian

Pada penelitian ini, pemberian kacang hijau dilakukan secara oral yaitu dengan cara melarutkan tepung kacang hijau dalam aquades dan diberikan melalui sonde lambung sebanyak 1 kali per hari. Kelompok perlakuan yang

mendapatkan terapi kacang hijau adalah kelompok P1, P2, dan P3, dengan dosis yang berbeda-beda yaitu 0,3, 0,6, dan 1,2 gram/ekor/hari secara berturut-turut, diberikan selama 18 hari dan dilanjutkan dengan pengukuran kadar glukosa darah.

5.3 Kadar Glukosa Darah Tikus Sesudah Perlakuan

Pemeriksaan kadar glukosa darah dilakukan sesudah perlakuan. Sebelum perlakuan dan saat perlakuan tidak dilakukan pemeriksaan kadar glukosa darah. Sampel darah diambil dari *vena lateralis* pada ujung ekor tikus. Rerata kadar glukosa darah dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Rerata Kadar Glukosa Darah Sesudah Perlakuan

Gambar 5.1 menunjukkan bahwa hasil glukosa darah tertinggi tampak pada kelompok P1 yaitu 100.20 ± 14.62 mg/dl dan terendah pada kelompok

P0 yaitu 87.20 ± 21.22 mg/dl. Sedangkan kelompok P2 memiliki rata-rata kadar glukosa darah mendekati rata-rata kadar glukosa darah pada kelompok P0, yaitu 88.60 ± 8.17 mg/dl. Tingginya kadar glukosa darah pada kelompok P1 dalam penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar glukosa darah. Beberapa faktor tersebut antara lain: faktor hormonal dan usia kehamilan tikus, nilai indeks glikemik kacang hijau sesudah pengolahan, serta faktor stres tikus akibat *handling procedure*.

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan pada kadar glukosa darah, maka data dianalisis secara statistik. Hasil uji normalitas data menunjukkan bahwa data terdistribusi normal $p=0,692$ ($p>0,05$), hal ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh dalam penelitian ini mengikuti bentuk distribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas varian data untuk mengetahui varian data adalah sama atau tidak. Hasil uji homogenitas varian data menunjukkan bahwa data homogen $p=0,064$ ($p>0,05$), hal ini menunjukkan bahwa seluruh sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sama dan sejenis.

Karena memenuhi uji normalitas dan uji homogenitas, dilanjutkan dengan uji *one-way ANOVA*. Hasil uji *one-way ANOVA* menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada semua perlakuan $p=0,494$ ($p>0,05$), hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar glukosa darah tikus sesudah pemberian kacang hijau selama 18 hari.

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1 Karakteristik Sampel

Pemilihan hewan coba pada awal penelitian dilakukan sesuai dengan kriteria inklusi. Karakteristik sampel yang digunakan adalah tikus putih jenis *Rattus norvegicus strain Wistar* betina yang bunting dengan umur rata-rata 2-3 bulan dan dalam keadaan sehat selama penelitian berlangsung. Dalam penelitian ini menggunakan 24 ekor tikus yang dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan secara random agar tikus memiliki peluang yang sama untuk menjadi sampel pada tiap perlakuan.

Pada penelitian ini, usia kehamilan tikus tidak sama dan tidak bisa ditentukan. Perbedaan usia kehamilan ini menyebabkan perbedaan hormonal selama kehamilan pada setiap tikus, sehingga mempengaruhi kadar glukosa darah. Mekanisme hormon kehamilan dalam mempengaruhi kadar glukosa darah adalah dengan memicu terjadinya resistensi insulin. Resistensi insulin menyebabkan peningkatan glukosa darah selama kehamilan. Hormon utama yang berperan penting dalam terjadinya resistensi insulin dalam kehamilan adalah hormon plasenta (hPL) (Barbour, 2007).

Pada penelitian ini, faktor hormonal seperti hormon plasenta pada tikus tidak diteliti. Namun, faktor hormonal pada tikus mungkin menjadi salah satu faktor terbesar yang mempengaruhi kadar glukosa darah sesudah perlakuan.

6.2 Pemberian Kacang Hijau Selama Penelitian

Kacang hijau dengan dosis 0,3, 0,6, dan 1,2 gram/ekor/hari secara berturut-turut diberikan per oral melalui sonde pada kelompok P1, P2, dan P3. Pada penelitian ini, kacang hijau dipilih karena mengandung serat larut yang tinggi. Serat mampu membentuk karbohidrat kompleks sehingga mengurangi daya cerna karbohidrat. Keadaan tersebut dapat menurunkan pelepasan glukosa sehingga kadar glukosa dapat terkontrol (Santoso, 2011).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Yuan (2014) menunjukkan bahwa diet serat tinggi yang diberikan pada 80 partisipan selama 2 minggu dapat menurunkan kadar glukosa postprandial, atau kadar glukosa 2 jam sesudah makan. Karbohidrat kompleks dan serat larut mampu menghambat penyerapan glukosa. Kemampuan serat larut dalam mengurangi daya cerna karbohidrat, menyebabkan karbohidrat seperti disakarida maupun polisakarida dalam makanan akan tercerna dan terserap lebih lambat. Hal ini menjelaskan mekanisme kadar glukosa menjadi lebih rendah pada 2 jam sesudah makan (Kabir, 2014).

Serat mampu menurunkan kadar glukosa postprandial 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 α -amilase melalui selaput pati dan enzim serta dapat langsung menghambat enzim. Mekanisme-mekanisme tersebut menurunkan kadar penyerapan glukosa dan konsentrasi glukosa postprandial (Chandalia, 2000; Ou, 2001).

Pada penelitian ini, kadar glukosa darah tikus yang diukur adalah kadar glukosa puasa, di mana tikus dipuasakan selama 12 jam sebelum pengambilan sampel darah. Indikator tersebut berbeda dengan indikator

dalam penelitian Yuan (2014), yang menggunakan indikator kadar glukosa darah 2 jam sesudah makan. Perbedaan indikator yang diukur mungkin menjadi salah satu penyebab hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Yuan (2014).

Dari hasil penelitian Savastano (2014), menyebutkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar glukosa puasa sesudah pemberian serat larut berupa pektin selama 3 minggu. Hasil penelitian tersebut memperkuat bahwa, pengaruh serat larut terhadap kadar glukosa darah puasa berbeda dengan kadar glukosa darah 2 jam setelah makan.

Selain kandungan serat larut yang tinggi, kacang hijau dipilih dalam penelitian ini karena memiliki indeks glikemik yang rendah. Indeks glikemik adalah respon glukosa darah terhadap makanan dibandingkan dengan respon glukosa darah terhadap glukosa murni (Rimbawan, 2004). Setiap bahan pangan memiliki indeks glikemik, di mana indeks glikemik yang dimiliki suatu bahan pangan akan mempengaruhi kadar glukosa darah dalam tubuh.

Mengonsumsi makanan dengan indeks glikemik rendah dianjurkan untuk penderita diabetes melitus. Makanan dengan indeks glikemik rendah membantu penderita diabetes melitus dalam mengontrol berat badan, meningkatkan sensitivitas tubuh terhadap insulin, menjaga kadar glukosa tetap terkontrol, mengurangi resiko penyakit kardiovaskular dan membantu mengontrol kadar kolesterol. Pada ibu hamil, makanan dengan indeks glikemik rendah bermanfaat untuk mencegah diabetes melitus gestasional, mengontrol kolesterol ibu, dan memberikan rasa kenyang yang bertahan lama sehingga pola makan ibu tetap terjaga (Itokindo, 2011).

Indeks glikemik suatu bahan pangan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya kandungan serat pangan dalam bahan pangan. Mekanisme serat pangan dalam mempengaruhi indeks glikemik adalah dengan menurunkan efisiensi penyerapan karbohidrat, sehingga menghambat peningkatan glukosa darah secara cepat dalam tubuh (Astawan, 2004).

Semakin tinggi kandungan serat suatu pangan, maka semakin rendah indeks glikemik makanan tersebut. Semakin rendah indeks glikemik, maka kemampuan karbohidrat untuk menaikkan kadar glukosa darah akan semakin turun, sehingga mengonsumsi bahan pangan dengan indeks glikemik rendah dapat mengontrol kadar glukosa darah (Powel, 2002).

Selain dipengaruhi oleh kadar serat pangan, faktor lain yang mempengaruhi indeks glikemik adalah proses pengolahan. Proses pengolahan mempengaruhi indeks glikemik karena proses pengolahan akan mempengaruhi daya cerna dan daya serap suatu bahan pangan. Semakin tinggi daya cerna dan daya serap suatu makanan maka semakin cepat menaikkan kadar glukosa darah, sehingga semakin tinggi pula nilai indeks glikemik makanan tersebut (Kusnandar, 2010).

Proses pengolahan yang dapat mempengaruhi indeks glikemik diantaranya adalah pengecilan ukuran (penepungan). Penepungan menyebabkan ukuran partikel suatu makanan menjadi lebih kecil dan memperbesar luas permukaan yang dapat diserang oleh enzim, sehingga semakin cepat pencernaan dan penyerapan karbohidrat. Oleh sebab itu, semakin kecil ukuran partikel suatu makanan maka nilai indeks glikemik makanan tersebut akan semakin tinggi (Kusnandar, 2010).

Dalam penelitian ini, kacang hijau diberikan dalam bentuk pengolahan berupa tepung, hal ini memungkinkan indeks glikemik pada kacang hijau menjadi lebih tinggi dibandingkan sebelum pengolahan, sehingga dapat mempengaruhi hasil akhir penelitian. Namun, pada penelitian ini nilai indeks glikemik kacang hijau sebelum dan sesudah pengolahan tidak diukur.

Dari semua penjelasan yang telah dipaparkan di atas, faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi hasil akhir penelitian berkaitan dengan kacang hijau antara lain: pengaruh serat larut terhadap kadar glukosa darah puasa, yang berbeda dengan kadar glukosa darah 2 jam setelah makan, dan proses pengolahan berupa penepungan, yang mungkin menyebabkan nilai indeks glikemik kacang hijau menjadi lebih tinggi.

6.3 Kadar Glukosa Darah Tikus Sesudah Perlakuan

Pada penelitian ini, darah sampel diambil dari *vena lateralis* pada ujung ekor, kemudian kadar glukosa diukur dengan alat glukometer. Dari hasil analisis data telah diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar glukosa darah tikus semua kelompok $p=0,494$ ($p>0,05$). Dari semua kelompok perlakuan, hanya kelompok P2 yang memiliki rerata kadar glukosa darah mendekati kelompok P0, artinya pemberian kacang hijau dosis 2 sebesar 0,6 gr/ekor/hari mampu mencegah peningkatan kadar glukosa darah pada tikus bunting, meski tidak signifikan secara statistik.

Selain faktor-faktor yang telah dijelaskan, faktor kemungkinan lain yang mempengaruhi hasil akhir penelitian adalah perlakuan hewan coba atau *handling procedure*. Berbagai *handling procedure* pada hewan coba tikus yang meliputi perawatan tikus, pembersihan kandang, penggantian sekam,

penyondean, pengambilan sampel darah, injeksi subkutan, penimbangan berat badan, dan dekapitasi, menyebabkan peningkatan denyut jantung dan tekanan darah pada tikus, sehingga menimbulkan stres (Balcombe, 2004).

Handling procedure yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi perawatan tikus, pembersihan kandang, penggantian sekam, penyondean, dan pengambilan sampel darah. Sedangkan *handling procedure* yang tidak dilakukan dalam penelitian ini meliputi injeksi subkutan, penimbangan berat badan, dan dekapitasi. Namun, seberapa besar tingkat stres tikus tidak diukur pada penelitian ini. Dalam penelitian ini, tidak dilakukan pengukuran denyut jantung dan tekanan darah pada tikus, sehingga tidak dapat diketahui seberapa besar tingkat stres tikus akibat *handling procedure*. Tikus dalam kondisi stres dapat ditunjukkan dengan kadar glukosa darah tikus di akhir penelitian yang cenderung meningkat.

Kondisi tersebut dapat terjadi dikarenakan stres merangsang pengaktifan seluruh sistem saraf simpatis, sehingga salah satu efeknya adalah peningkatan konsentrasi glukosa darah (Guyton, 2000). Hal ini menjelaskan bahwa stres yang dialami oleh tikus pada penelitian ini dapat mempengaruhi kadar glukosa darah, sehingga mempengaruhi hasil akhir penelitian.

6.4 Keterbatasan Penelitian

Adanya *confounding factor* yang tidak bisa dikendalikan oleh peneliti yaitu: faktor hormonal dan usia kehamilan tikus, nilai indeks glikemik kacang hijau, serta faktor stres tikus. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi kadar glukosa darah, sehingga mungkin mempengaruhi hasil penelitian.

BAB 7

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Pemberian kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) mampu mencegah peningkatan kadar glukosa darah pada tikus putih strain wistar (*Rattus novergicus*) bunting, meski tidak signifikan secara statistik.
2. Dosis efektif kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) dalam mencegah peningkatan kadar glukosa darah pada tikus putih strain wistar (*Rattus novergicus*) bunting adalah dosis 2 yaitu 0,6 gr/ekor/hari, dengan rata-rata kadar glukosa darah sebesar 88.60 ± 8.17 mg/dl, sehingga mendekati profil normal.

7.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan hasil penelitian di atas, maka beberapa saran yang dapat disampaikan antara lain yaitu :

1. Perlu kolaborasi dengan pakar ilmu gizi untuk dilakukan pengukuran nilai indeks glikemik kacang hijau sebelum dan sesudah pengolahan untuk mengetahui perubahan nilai indeks glikemik kacang hijau.
2. Perlu kolaborasi dengan pakar ilmu gizi untuk dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pemberian kacang hijau dalam bentuk olahan lain, seperti kacang hijau rebus.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Noaemi MC, Shalayer MHF. 2011. *Pathophysiology of Gestational Diabetes Mellitus: The Past, the Present and the Future*. In: Radenkovic M, editor. *Gestational Diabetes*. Croatia: InTech.
- American Diabetes Association. 2000. *Gestational Diabetes Mellitus (Position Statement)*. *Journal of Diabetes Care* 23: S77–S79.
- Aizawanda, Rizqi E. 2010. *Pengaruh Pemberian Kacang Hijau (Phaseolus radiatus) terhadap Perbaikan Struktur Histologis Mukosa Lambung Mencit (Mus musculus) yang Diinduksi Aspirin*. Surakarta: FK UNS.
- Anger, Gregory J. 2010. *Impact of Hyperlipidemia on Plasma Protein Binding and Hepatic Drug Transporter and Metabolic Enzyme Regulation in a Rat Model of Gestational Diabetes*. *J Pharmacology and Experimental Therapeutics* 334(1):21–32.
- Anger, Gregory J., Micheline Piquette-Miller. 2011. *Mechanisms of Reduced Maternal and Fetal Lopinavir Exposure in a Rat Model of Gestational Diabetes*. *J Drug Metabolism and Disposition* 39 (10): 1850–1859.
- Anwar, Ruswana. 2005. *Endokrinologi Kehamilan dan Persalinan*. Bandung: Fakultas Kedokteran UNPAD Bagian Obstetri dan Ginekologi.
- Arinisa, Faradhilla. 2011. *Pengaruh Waktu Pemberian Buncis (Phaseolus vulgaris) Terhadap Kadar Glukosa Darah Postprandial*. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Aronoff, Stephen L. et al. 2004. *Glucose Metabolism and Regulation: Beyond Insulin and Glucagon*. *J Diabetes Spectrum* 17(3): 183-190.

Astawan, M. 2004. *Tetap Sehat dengan Produk Makanan Olahan*. Solo: Tiga Serangkai.

Astawan, M. 2009. *Panduan Karbohidrat Terlengkap*. Jakarta: Dian Rakyat.

Atiqoh, Hanik, Ratih Sari Wardani, Wulandari Meikawati. *Uji Antidiabetik Infusa Kelopak Bunga Rosella (Hibiscus sabdariffa Linn.) Pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar Yang Diinduksi Glukosa*. J Kesehat Masy Indones 7(1): 43-50.

Balcombe, Jonathan P., Neal D. Barnard, Chad Sandusky. 2004. *Laboratory Routines Cause Animal Stres*. American Association for Laboratory Animal Science 43 (6): 42-51.

Barbour, Linda A., Carrie McCurdy, et al. 2007. *Cellular Mechanisms for Insulin Resistance in Normal Pregnancy and Gestational Diabetes*. Diabetes Care 30(2): S112-S119.

Bhat, Rajeshwari G, KV Bhagya, Pratap Kumar. 2012. *Association of Low Maternal Plasma Glucose after Oral Glucose Challenge Test with Small for Gestational Age Neonate*. IJIFM 3(1): 22-25.

Chandalia M, et al. 2000. *Beneficial Of High Dietary Fiber Intake in Patient with Type 2 diabetes and Hypercholesterolemia*. N Engl J Med ;342(19):1392.

Cianni, G. D., et al. 2007. *C-reactive Protein And Metabolic Syndrome In Women With Previous Gestational Diabetes*. Diabetes/metab Res. Rev. 23(2): 135-140.

Cranmer H., Shannon M. 2009. *Blood Glucose Levels: Medical Reference from Healthwise. Hypoglycemia*. Diabetes Health Center.

Diah, M. D. 2010. *Kandungan Gizi Kacang Hijau*.
<http://diahmd.student.umm.ac.id/2010/06/25/kandungan-gizi-kacang-hijau/>.

Diakses pada tanggal 27 Februari 2014. Pukul 6:54.

- Eliasson, Ann-Charlott. 2004. *Strach in Food*. Woodhead Publishing Limited Cambridge England.
- Eriksson, J. 2012. *Influence Of Maternal Metabolism And Parental Genetics On Fetal Maldevelopment In Diabetic Rat Pregnancy*. Am J Physiol Endocrinol Metab 302: E1198–E1209.
- Cunningham, F. Gery. 2006. *Obsteri Williams Edisi 21 vol. 2*. Jakarta: EGC.
- Cunningham F, Leveno K, et al. 2010. *Maternal Physiology. Williams Obstetrics. 23rd ed*. McGraw-Hill; p. 111–4.
- Cynthia, Novi, Enny Probosari. 2013. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Kacang Hijau (Phaseolus Radiatus) Terhadap Kadar Kolesterol LDL Serum Tikus Hiperkolesterolemia*. J Nutrition College 2(4): 585-592.
- Fahri, Chasbi, Sutarno, Shanti Listyawati. 2005. *Kadar Glukosa dan Kolesterol Total Darah Tikus Putih (Rattus norvegicus L.) Hiperglikemik setelah Pemberian Ekstrak Metanol Akar Meniran (Phyllanthus niruri L.)*. Jurnal Biofarmasi 3 (1): 1-6.
- Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. 2007. *The Role Of Dietary Fiber From Health Maintenance, Prevention And Therapy Aspects*. Majalah Kedokteran Andalas 2(1): 45-50.
- Farman S. 2012. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Kacang Merah (Vigna Angularis) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar Jantan Yang Diberi Beban Glukosa*. Semarang: Media Medika Muda Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Foster-Powell, K. F., S. H. A. Holt, et al. 2002. *International Table of Glycemic Index and Glycemic Load Values*. Am J. Clin. Nutr. 76: 5-56.

- Godoy, de, B. K. Knapp, et al. 2014. *In Vitro Hydrolytic Digestion, Glycemic Response In Dogs, And True Metabolizable Energy Content Of Soluble Corn Fibers*. J. Anim. Sci. 92: 2447–2457.
- Guyton. 2000. *Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit (Edisi 3)*. Alih Bahasa Petrus Andrianto. Jakarta: EGC.
- Halim, Samsirun. 2012. *Respon Metabolik Terhadap Stres*. Majalah Kedokteran Terapi Intensif ICU RSD Raden Mattaher 2(4): 191-197.
- Haliza, W., Endang Y. P., dan S.Yuliani. 2006. *Evaluasi Kadar Pati Tahan Cerna Tahan Cerna Dan Nilai Indeks Glikemik Mie Singkong*. J.Teknologi dan Industri Pangan. 4 (5):15-19.
- Hariana, A. 2009. *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya Seri 3*. Jakarta: Penebar Swadaya. 5: 86-88.
- Hasan, Verawati, dkk. 2011. *Indeks Glikemik Oyek Dan Tiwul Dari Umbi Garut (Marantha arundinaceae L.), Suweg (Amorphallus campanullatus Bl) dan Singkong (Manihot utilisima)*. Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian 16(1): 34-50.
- Humaedah, Ume. 2012. *Berbagai Produk Olahan Kacang Hijau Untuk Bahan Pangan*. <http://cybex.deptan.go.id/penyuluhan/berbagai-produk-olahan-kacang-hijau-untuk-bahan-pangan>. Diakses pada tanggal 24 Februari 2014. Pukul 19:42.
- Isnianti, Chasanah. 2012. *Pengaruh Pemberian Angkak terhadap Kadar Hb dan Jumlah Eritrosit pada Tikus Wistar yang Mengalami Anemia Perdarahan*. Yogyakarta: FK UMY.

Itokindo. 2011. *Apa itu Glikemik Indeks (GI) dan Manfaatnya*. Manajemen Modern dan Kesehatan Masyarakat. <http://www.itokindo.org>. Diakses pada tanggal 26 Oktober 2014. Pukul 15:42.

Jafar, Nurhaedar. 2004. *Diabetes Mellitus*. Makassar: Prodi Ilmu Gizi FKM UNHAS

Jeong, Sang Chul *et al.* 2010. *White Button Mushroom (Agaricus Bisporus) Lowers Blood Glucose And Cholesterol Levels In Diabetic And Hypercholesterolemic Rats*. J Nutrition Research 30: 49–56.

Joseph, G. 2002. *Manfaat Serat Bagi Kesehatan Kita*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Kaaja R, Ronnema T. 2009. *Gestational Diabetes: Pathogenesis and Consequences to Mother and Offspring*. Rev Diabet Stud 5(4):194–202.

Kabir, Ashraf UI, *et al.* 2014. *Anti-Hyperglycemic Activity Of Centella asiaticais Partly Mediated By Carbohydrase Inhibition And Glucose-Fiber Binding*. BMC Complementary and Alternative Medicine 14(31): 1-14.

Kementrian Pertanian. 2012. *Kacang Hijau*. http://pusdatin.setjen.deptan.go.id/ditientp/files/Buletin_Kc_Hijau.pdf. Diakses pada tanggal 24 Februari 2014. Pukul 19:16.

Kusnandar, Feri. 2010. *Apa yang Dimaksud Indeks Glikemik?* http://itp.fateta.ipb.ac.id/id/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=140. Diakses pada tanggal 27 Februari 2014. Pukul 6:55.

Liljeberg HGM, Årberg AKE, Björk IME. 1999. *Effect Of The Glycemic Index And Content Of Indigestible Carbohydrates Of Cereal-Based Breakfast Meals On Glucose Tolerance At Lunch In Healthy Subjects*. Am J Clin Nutr 69(4): 647-655.

- Mansjoer A, Triyanti K, dkk. 2007. *Kapita selekta kedokteran. Edisi 3. Jilid 1*. Jakarta: Media Aesculapius Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Maryanah, Susanti N. N., dkk. 2006. *Asuhan Kebidanan Antenatal*. Jakarta: EGC
- Maryunani, Ns Anik. 2008. *Buku Saku Diabetes Pada Kehamilan*. Jakarta: Trans Info Media
- Metzger, Boyd E. Bengt Persson, et al. 2010. *Hyperglycemia and Adverse Pregnancy Outcome Study: Neonatal Glycemia*. J Pediatrics 126 (6): 1545-1552.
- Minaiyan, M., A. Ghannadi, et al. 2014. *Effect of The Hydroalcoholic Extract and Juice of Prunus divaricata Fruit On Blood Glucose And Serum Lipids Of Normal And Streptozotocin-Induced Diabetic Rats*. RPS 9(6): 421-429.
- Murray, R. K., et al. 2009. *Edisi Bahasa Indonesia Biokimia Harper, 27th edition. Alih Bahasa Pendit, Brahm U*. Jakarta: EGC pp 299.
- OBGYN FKUI, RSCM. *Perubahan Metabolisme Ibu Hamil*. Departemen Obstetri dan Ginekologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia Rumah Sakit Dr. Cipto Mangunkusumo. <http://obgyn-rscmfkui.com/berita.php?id=79>. Diakses pada tanggal 1 April 2014. Pukul 20:33.
- Ocktarini, Rizky. 2010. *Pengaruh Ekstrak Herba Anting-Anting (Acalypha australis L.) Terhadap Kadar Glukosa Darah Mencit Balb/C Induksi Streptozotocin*. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.
- Ou S, K Kin-Chor, Y Li and L Fu. 2001. *In Vitro Study Of Possible Role Of Dietary Fiber in Lowering Postprandial Serum Glucose*. J Agric Food Chem 49: 1026-1029.
- Pamolango, Metris A., dkk. 2013. *Hubungan Riwayat Diabetes Mellitus Pada Keluarga Dengan Kejadian Diabetes Mellitus Gestasional Pada Ibu Hamil*

Di PKM Bahu Kec. Malalayang Kota Manado. E-journal keperawatan (e-Kp) 1(1): 1-6.

Patel, Vaishali N., et al. 2014. *Maternal Postprandial Blood Glucose Levels And Its Relation With The Pregnancy Outcomes*. IJBAR 5(3): 174-177.

PERKENI. 2007. *Konsensus Diagnosis dan Penatalaksanaan DMG*. Jakarta: PERKENI.

Permatasari, Nur. 2012. *Manual Prosedur: Pengambilan Darah, Perlakuan, Dan Injeksi Pada Hewan Coba*. Malang: Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya.

Powel KF, Holt SH and Miller JC. 2002. *International Table Of Glycemic Index Load Values*. Am J Clin Nutr 76:5-56

Pratama, Ifan Saldah, dkk. 2011. *Faktor Risiko Kejadian Prediabetes/ Diabetes Melitus Gestasional Di RSIA Sitti Khadijah I Kota Makassar*. Makassar: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

Prawirohardjo, Sarwono. 2008. *Ilmu Kebidanan*. Jakarta: PT. Bina Pustaka Sarwono Prawirohardjo.

Prijatmoko, D. 2007. *Indeks Glikemik 1 Jam Postprandial Bahan Makanan Pokok Jenis Nasi, Jagung dan Kentang*. C.D.K 34(6): 285-288.

Purwono, M. S., Rudi Hartono. 2012. *Kacang Hijau*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Retnaningsih, C. H. 2008. *Potensi Fraksi Aktif Antioksidan, Anti Kolesterol Kacang Koro (Mucuna pruriens) dalam Pencegahan Aterosklerosis*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing DIKTI 2008/2009 UKS. Semarang.

Rimbawan, dan Albiner Siagian. 2004. *Indeks Glikemik Pangan*. Bogor: Penebar Swadaya.

- Rimbawan, dkk. 2006. *Pengaruh Indeks Glikemik, Komposisi, Dan Cara Pemberian Pangan Terhadap Nafsu Makan Pada Subyek Obes Dan Normal*. J IKM Universitas Sumatera Utara 101-112.
- Santoso, Agus. 2011. *Serat Pangan (Dietary Fiber) dan Manfaatnya Bagi Kesehatan*. Magistra 75: 35-40.
- Sastrawinata, Sulaiman. 2004. *Ilmu Kesehatan Reproduksi: Obstetri Patologi Edisi 2*. Jakarta: EGC
- Savastano, David M., et al. 2014. *Effect Of Two Dietary Fibers On Satiety And Glycemic Parameters: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Exploratory Study*. Nutrition Journal 13 (45): 1-11.
- Setji, Tracy L., Ann J. Brown, et al. 2005. *Gestational Diabetes Mellitus*. J Clinical Diabetes 23(1): 17-24.
- Shanmugam, Kondeti Ramudu. 2011. *Protective Effect Of Dietary Ginger On Antioxidant Enzymes And Oxidative Damage In Experimental Diabetic Rat Tissues*. J Food Chemistry 124: 1436-1442.
- Soewondono, Perdana dan Laurentius Pramono. 2011. *Prevalence, Characteristics, And Predictors Of Pre-Diabetes in Indonesia*. J Med 20,(4):283-294.
- Sugondo, Sidartawan. 2006. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam: Obesitas. Jilid III Edisi IV*. Editor: Sudoyo, Aru W., dkk. Jakarta: Pusat Penerbitan Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Sulistyowaty, Danny. 2009. *Efek Diet Rumput Laut Eucheuma sp. Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar Yang Disuntik Aloksan*. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.

Tsalissavrina, Iva, dkk. 2006. *Pengaruh Pemberian Diet Tinggi Karbohidrat Dibandingkan Diet Tinggi Lemak Terhadap Kadar Trigliserida Dan Hdl Darah Pada Rattus Novergicus Galur Wistar*. Jurnal Kedokteran Brawijaya 112 (2): 80-89.

USDA. 2014. *Basic Report 20044, Rice, white, long-grain, regular, raw, enriched*.

USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 27. The National Agricultural Library. <http://www.nal.usda.gov>. Diakses pada tanggal 24 Oktober 2014. Pukul 10:40.

USDA. 2014. *Basic Report 11370, Potatoes, hash brown, home-prepared*. USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 27. The National Agricultural Library. <http://www.nal.usda.gov>. Diakses pada tanggal 24 Oktober 2014. Pukul 10:42.

Watkins D, Cooperstein SJ, Lazarow A. 2008. *Effect of Alloxan On Permeability Of Pancreatic Islet Tissue In Vitro*. J Physiology 2: 207-236.

Widyastuti, Srikayati. 2011. *Ekstrak Air Tapak Dara Menurunkan Kadar Gula dan Meningkatkan Jumlah Sel Beta Pankreas Kelinci Hiperglikemia*. Jurnal Veteriner 12 (1): 7-12.

Willett, Walter, JoAnn Manson, and Simin Liu. 2002. *Glycemic Index, Glycemic Load, And Risk Of Type 2 Diabetes*. Am J Clin Nutr 76: 274-279.

Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Yap, Constance, et al. 2014. *Vitamin D Supplementation and the Effects on Glucose Metabolism During Pregnancy: A Randomized Controlled Trial*. Diabetes Care 1-8.

Yuan, Jannie Yi Fang, et al. 2014. *The Effects Of Functional Fiber On Postprandial Glycemia, Energy Intake, Satiety, Palatability And*

Gastrointestinal Wellbeing: A Randomized Crossover Trial. Nutrition Journal 13 (76): 1-9.

Zubaidah, Elok. 2011. *Pengaruh Pemberian Cuka Apel Dan Cuka Salak Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar Yang Diberi Diet Tinggi Gula.* Jurnal Teknologi Pertanian 12 (3): 163-169.

