

PENGARUH PEMBERIAN BEKATUL DAN TEPUNG TEMPE TERHADAP PROFIL GULA DARAH PADA TIKUS YANG DIBERI ALLOXAN

(The Influence of Rice bran and Flour Tempeh on Blood Sugar Profile in Rats Fed Alloxan)

Sufiati Bintanah¹, Hapsari Sulistya Kusuma²

¹) Program Studi Gizi Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Semarang

²) Instalasi gizi Rumah Sakit Nurmalasari Sukoharjo
Penulis korespondensi, email: *sofi_unimus@yahoo.com*

ABSTRACT

One of the food as an option in the menu diet is soy-based food. Study at diabetic mice treated with bran oil diet improved insulin sensitivity. Whether the effect of bran, tempeh flour, rice bran and tempeh mixture of blood sugar profiles in Wistar rats fed alloxan. This study aims to determine the effect of blood glucose profile after administration of bran, tempeh flour, rice bran and tempeh mixture in mice that had been given alloxan. The study was a randomized experimental laboratory using pre post test design with control group. Number of rats 6 tails for each group (3 groups of treatment and 1 control group) so that the overall sample sum was 24 rats. Results of study the Through of post hoc test showed that differences in blood sugar levels every week in all three treatment groups when compared with the control group was statistically significant ($p = 0.000$, $p = 0.000$, $p = 0.000$). Tempeh group as compared with mixed groups differences in blood sugar levels in 3 weeks was not significant ($p = 0.491$, $p = 0.764$, $p = 0.319$). Rice bran group than the group differences in levels of sugar mixture in 3 weeks was not significant ($p = 0.374$, $p = 0.297$, $p = 0.093$). Tempe rice bran group than the group differences in blood sugar levels at 3 weeks was not significant ($p = 1.000$, $p = 0.993$, $p = 0.954$). The substitution tempeh flour, rice bran, and mix both in diabetic rats by 50% of daily food intake can lower blood sugar levels every week compared to untreated mice.

Key words: *soybean, rice bran, blood sugar levels, diabetic.*

PENDAHULUAN

WHO memprediksi kenaikan jumlah pasien *Diabetes Mellitus* (DM) di Indonesia dari 8,4 juta pada tahun 2004 meningkat menjadi sekitar 21,3 juta pada tahun 2030 (Perkeni, 2006). Terapi DM dengan pengaturan diet tidak memerlukan biaya mahal, mudah dilakukan namun perlu kedisiplinan yang tinggi. Salah satu bahan makanan sebagai pilihan dalam menu diet adalah bahan makanan berbasis kedelai (Retnaningsih et al, 2001). Pada penelitian Chen dan Cheng (2006) pada tikus yang menderita diabetes dengan perlakuan diet minyak bekatul

diperoleh hasil peningkatan sensitivitas insulin, penurunan plasma trigliserida, LDL kolesterol dan hepatic trigliserida.

Konsumsi kedelai yang merupakan bahan dasar dari tempe memperbaiki kadar lemak darah pada manusia dan binatang, dan lebih jauh lagi proses pencernaan kedelai akan mengatur insulin dalam keadaan normal (Ascencio et al, 2004).

Komponen kedelai terdiri dari protein, lemak, serat, dan *phitochemical* termasuk *isoflavone*. Beberapa penelitian mengenai *isoflavone* mengungkapkan *isoflavone* sebagai komponen bioaktif yang penting dari kedelai.

Isoflavone terdiri dari 3 komponen yaitu *genistein*, *daidzein* dan *glycitein*. Penelitian Mezei et al (2003) mengatakan bahwa konsumsi kedelai akan mengurangi beberapa gejala DM tipe 2 seperti *insulin resistance* dan *glycemic control*, efek ini kemungkinan adalah hasil dari profil lipid darah yang membaik. Kedelai mungkin mempunyai efek positif secara langsung dalam manajemen diabetes melalui beberapa mekanisme yang belum diketahui, salah satunya melalui *peroxisome proliferator activated receptors* (PPAR). PPAR adalah reseptor nuklear yang berperan dalam sel untuk menjaga keseimbangan lemak dan aksi insulin. Pada hasil penelitian Mezei et al (2003) menunjukkan bahwa *isoflavone* memperbaiki metabolisme lemak dan glukosa melalui aktivasi reseptor PPAR.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratorik menggunakan rancangan *randomized pre post test* dengan kelompok kontrol (*Randomized pre post test with control-group*). Pemeliharaan dan intervensi hewan coba dilaksanakan di Unit Pengembangan Hewan Percobaan, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pemeliharaan semenjak masa seleksi sampai masa perlakuan berlangsung dalam waktu 30 hari. Pemeriksaan laboratorium dilakukan di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Sampel yang digunakan diambil secara acak dari populasi terjangkau yaitu tikus putih jantan strain *Wistar* yang berusia 7 minggu yang berada di Unit Pengembangan Hewan Percobaan Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan syarat sesuai kriteria inklusi. Kriteria

inklusi yaitu 1) Kadar gula darah tikus > 142 mg/dl dan 2) Sehat dan lincah.

Jumlah tikus yang digunakan sebanyak 6 untuk masing-masing kelompok (3 kelompok perlakuan dan 1 kelompok kontrol) sehingga jumlah sampel keseluruhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 24 ekor. Untuk mengantisipasi kemungkinan tikus ada yang mati maka tiap-tiap kelompok diberi cadangan 1 ekor sehingga jumlah keseluruhan ada 28 ekor.

Kebutuhan pakan tikus adalah 10% dari berat badan tikus, sehingga jika berat badan tikus rata-rata 200 gr maka jumlah kebutuhan pakan adalah 20 gr. Bekatul dan tempe yang diberikan dalam bentuk bubuk 50 % dari 20 gr yaitu 10 gr yang dicampur dalam pakan tersebut. Campuran tepung tempe dan bekatul adalah bahan makanan yang terbuat dari bahan dasar tepung tempe kedele dan bekatul yang dicampur dengan proporsi 1:1. Campuran tepung temped an bekatul tersebut diberikan sebagai substitusi bersama dengan pakan standart tikus dengan konsentrasi 50%. Cara pemberian pakan adalah menggunakan sonde agar semua pakan dapat dimakan oleh tikus dan tidak tersisa.

Penyuntikan *alloxan* dilakukan secara intra peritoneal dengan dosis 80 mg/kg berat badan tikus (Retnaningsih et al, 2001, Suarsana et al, 2008). Tikus dipelihara dalam ruangan yang berventilasi cukup, dikandangan secara berkelompok (1 kandang terdiri dari 6 tikus). Suhu ruangan berkisar 28 – 32°C, dengan kelembaban 56 ± 5%. Setiap 2 hari dilakukan pembersihan kandang.

Tabel 1. Komposisi Bahan Pakan (Retnaningsih et al, 2001)

Bahan	Pakan standart AIN 93	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3
Pati jagung	620,69	310	310	310
Kasein	140	70	70	70
Sukrosa	100	50	50	50
Minyak kedelai	40	20	20	20
Serat	50	25	25	25
Campuran mineral	35	17,5	17,5	17,5
Campuran vitamin	10	5	5	5
Kholin bitartrat	2,5	1,25	1,25	1,25
L-sistin	1,8	0,9	0,9	0,9
Serbuk bekatul	-	499,19	-	249,6
Serbuk tempe	-	-	499,19	249,6
Total(g)	998,38	998,84	998,84	998,84
Total (kal)	3346,40	3045,9	2417	2731,5

Kelompok 1 sebagai kelompok kontrol hanya diberi ransum standar AIN 93 selama 21 hari. Kelompok 2 sebagai kelompok perlakuan 1 diberi ransum standart yang telah dicampur dengan bekatul dengan konsentrasi 50% selama 21 hari. Kelompok 3 sebagai kelompok perlakuan 2 diberi ransum standart yang telah dicampur dengan tepung tempe dengan konsentrai 50% selama 21 hari. Kelompok 4 sebagai kelompok perlakuan 3 diberi pakan standart yang telah dicampur dengan campuran bekatul dan tepung tempe dengan konsentrasi 50% selama 21 hari.

Kadar glukosa darah tikus diukur pada hari ke 0 sebelum perlakuan injeksi *alloxan*, hari ke 21 setelah injeksi *alloxan* yang berarti hari ke 0 perlakuan dan hari ke 22 setelah perlakuan. Darah yang telah diambil melalui pembuluh darah ekor \pm 1 μ l kemudian disentrifuge sehingga diperoleh

serum. Kemudian untuk pemeriksaan kadar gula, perlu dipersiapkan sampel dan blanko. Blanko adalah campuran dari 5 mikron aquabidest dan 500 mikron reagen. Sampel adalah campuran 5 mikron sampel dan 500 mikron reagen. Sampel darah yang sudah siap kemudian di inkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C, lalu diperiksa melalui spektrofotometer. Spektrofotometer yang digunakan adalah merk Varta, sedangkan reagen glucose yang digunakan adalah merk Dyasis®.

Data yang terkumpul dikelompokkan berdasarkan perlakuan, diberi kode dan dimasukkan dalam file komputer. Data dianalisis secara statistik dengan proses sebagai berikut:

1. Analisis deskriptif dengan menampilkan diagram dan tabel silang menurut kelompok intervensi. Dikelompokkan dan ditampilkan jumlah penurunan kadar gula darah pada kelompok kontrol, perlakuan 1, 2 dan 3.

2. Analisis statistik dengan melakukan uji beda yang didahului uji normalitas data, distribusi datanya normal maka dilakukan uji *Anova* untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar gula darah pada kelompok kontrol, perlakuan 1, 2 dan 3. Kemudian dilakukan uji *posthoc* untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar gula darah antara kontrol dengan masing-masing perlakuan.
3. Batas derajat kemaknaan yang akan dicapai adalah $p < 0,05$ dengan *power* penelitian 80% dan intervensi kepercayaan sebesar 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

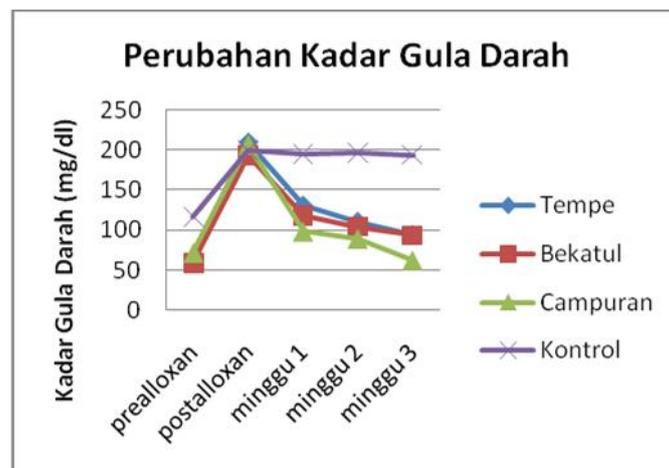
Pengaruh pemberian tepung tempe dan bekatul pada tikus yang diberi *alloxan* tersaji pada Tabel 2. Pada Tabel 2 terlihat bahwa 2 minggu setelah pemberian *alloxan* semua kelompok tikus telah mengalami peningkatan kadar gula darah. Untuk mengetahui pengaruh substitusi pakan terhadap perubahan kadar gula darah, dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2. Rata-rata kadar gula darah tikus (mg/dl)

Jenis perlakuan	Pre Alloxan	Post alloxan	Minggu 1 perlakuan	Minggu 2 perlakuan	Minggu 3 perlakuan
Tepung Tempe 50%	65	209,8	131,1	110,8	94,6
Tepung Bekatul 50%	58,1	193,1	117,5	103,8	93
Campuran Tepung tempe dan bekatul 50%	71,5	206,3	97,8	88,8	61,5
Control pakan standar 100%	116,6	199,8	195,1	196,3	193,8

Tabel 3. Rata-rata penurunan kadar gula darah

Perlakuan	N	Minggu 1		Minggu 2		Minggu 3	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Kontrol	6	-4.7	3.3	-3.5	12.9	-6.0	13.2
Tempe	6	-78.7	37.5	-99.0	32.7	-115.0	31.9
Bekatul	6	-75.7	36.1	-89.3	28.3	-100.0	33.1
Campuran	6	-109.0	21.1	-118.0	16.8	-145.0	14.2



Gambar 1. Perubahan kadar gula darah (mg/dl) dengan perlakuan pemberian substitusi tepung tempe, bekatul, campuran, dan kontrol

Penurunan kadar gula darah setiap minggu berdasarkan masing-masing perlakuan secara statistik signifikan. Hal ini dapat diketahui melalui uji *Anova* yang dilakukan pada minggu 1, 2, dan 3.

Penurunan kadar gula darah setiap minggu dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan ketiga deskripsi mean penurunan kadar gula darah setiap minggu, dapat diketahui bahwa terjadi penurunan kadar gula darah pada setiap minggu pada ketiga kelompok perlakuan. Untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar gula darah antara kelompok kontrol, dengan masing-masing perlakuan maka dilakukan uji Anova yang dapat dilihat pada Tabel 4, 5, 6.

Tabel 4. Hasil Anova tentang beda mean kadar gula darah antar kelompok perlakuan pada minggu ke I

Kelompok	N	Mean	SD	F	P
Kontrol	6	-4.6	3.2	14.69	<0.001
Tempe	6	-78.6	15.3		
Bekatul	6	-75.6	14.7		
Campuran	6	-108.5	8.6		

Pada minggu pertama setelah perlakuan diperoleh hasil bahwa beda mean penurunan kadar gula darah pada tiap kelompok perlakuan secara statistik signifikan karena nilai $p < 0.001$.

Tabel 5. Hasil Anova tentang beda mean kadar gula darah antar kelompok perlakuan pada minggu ke II

Kelompok	N	Mean	SD	F	P
Kontrol	6	-3.5	12.8	26.51	<0.001
Tempe	6	-99.0	13.3		
Bekatul	6	-89.3	11.5		
Campuran	6	-117.5	6.8		

Pada minggu kedua setelah perlakuan diperoleh hasil bahwa beda *mean* penurunan kadar

gula darah pada tiap kelompok perlakuan secara statistik signifikan karena nilai $p < 0.001$.

Tabel 6. Hasil Anova tentang beda mean kadar gula darah antar kelompok perlakuan pada minggu ke III

Kelompok	N	Mean	SD	F	P
Kontrol	6	-6.0	13.1	34.65	<0.001
Tempe	6	-115.1	31.9		
Bekatul	6	-100.1	33.0		
Campuran	6	-144.8	14.1		

Pada minggu ketiga setelah perlakuan diperoleh hasil bahwa beda mean penurunan kadar gula darah pada tiap kelompok perlakuan secara statistik signifikan karena nilai $p < 0.001$. Untuk membandingkan perbedaan penurunan kadar gula darah antara satu kelompok dengan kelompok lain dilakukan *post hoc test*. Hasil *post hoc test* pada setiap minggu dapat dilihat pada Tabel 7.

Berdasarkan ketiga *post hoc test* setiap minggu, diperoleh hasil bahwa ketiga perlakuan dapat menurunkan kadar gula darah secara signifikan dibandingkan kelompok kontrol, tetapi penurunan kadar gula darah antara perlakuan tempe dengan bekatul tidak signifikan, begitu pula penurunan kadar gula darah antara perlakuan campuran dengan perlakuan tempe tidak signifikan, dan penurunan kadar gula darah antara perlakuan campuran dengan bekatul juga tidak signifikan.

Berdasarkan hasil penelitian ini terlihat bahwa 2 minggu setelah pemberian *alloxan* semua kelompok tikus telah mengalami peningkatan kadar gula darah. Kondisi tersebut sejalan dengan hasil penelitian Retnaningsih (2001) yang

menyatakan bahwa satu hari setelah injeksi *alloxan* menunjukkan peningkatan kadar glukosa serum pada semua kelompok tikus. Hal ini menunjukkan bahwa semua kelompok tikus telah mengalami DM. Sesuai dengan pendapat Ganung pada penelitian Retnaningsih (2001) yang menyatakan bahwa *alloxan* adalah salah satu senyawa yang dapat menghambat sekresi insulin yang kemudian menyebabkan terjadinya hiperglisemia. Tahap berikutnya adalah perlakuan

substitusi pakan pada masing-masing kelompok yang diberikan setelah tikus mengalami diabetes.

Pemberian perlakuan tempe, bekatul, dan campuran selama 3 minggu secara umum cenderung terjadi penurunan kadar gula darah, masing-masing sebesar 54,9%, 51,8%, dan 70,18%. Pada Tabel 5, perlakuan tempe dapat menurunkan kadar gula darah 209,8 mg/dl menjadi 94,6 mg/dl.

Tabel 7. Nilai p hasil *post hoc test* tentang perbandingan rata-rata penurunan kadar gula darah antara control dengan kelompok perlakuan

Perlakuan	Perlakuan	Minggu ke 1		Minggu ke 2		Minggu ke 3	
		Beda mean	p	Beda mean	p	Beda mean	P
Kontrol	Tempe	74,0	0,022	95,5	0,002	109,2	0,001
	Bekatul	71,0	0,022	85,8	0,001	94,2	0,002
	Campuran	103,8	0,000	114,0	0,000	138,8	0,000
Tempe	Kontrol	-74,0	0,022	-95,5	0,002	-109,2	0,001
	Bekatul	-3,0	1,000	-9,7	0,993	-15,0	0,954
	Campuran	29,8	0,491	18,5	0,764	29,7	0,319
Bekatul	Kontrol	-71,0	0,022	-85,8	0,001	-94,2	0,002
	Tempe	3,0	1,000	9,7	0,993	15,0	0,954
	Campuran	32,8	0,374	28,2	0,297	44,7	0,093
Campuran	Kontrol	-103,8	0,000	-114,0	0,000	-138,8	0,000
	Tempe	-29,8	0,491	-18,5	0,764	-29,7	0,319
	Bekatul	-32,8	0,374	-28,2	0,297	-44,7	0,093

Hasil penelitian ini didukung oleh Irianti dan Dwiana pada penelitian Retnaningsih (2001) yang menyebutkan bahwa protein kedelai mampu bersifat hipoglisemik pada tikus diabetik induksi *alloxan*, memperbaiki resistensi insulin dan meningkatkan sensitivitas insulin pada binatang diabetik. Protein kedelai memiliki kandungan arginin yang lebih banyak dibandingkan kasein. Menurut Irianti pada penelitian Retnaningsih (2001) menyebutkan secara *in vivo* pada tikus dimana terjadi peningkatan konsentrasi insulin

plasma secara signifikan setelah melakukan penambahan 0,5% arginin dari protein kedelai pada pakan yang mengandung kasein.

Tempe memiliki efek hipoglikemik yang dapat mengembalikan fungsi sel pankreas sehingga meningkatkan sekresi insulin, menghambat absorpsi glukosa di usus dan menghambat kinerja enzim *-glukosidase*. Enzim *-glukosidase* adalah enzim yang berfungsi untuk menghidrolisis karbohidrat menjadi gula sederhana (glukosa) pada usus. Senyawa yang

dapat menghambat kinerja enzim tersebut dapat berpotensi sebagai antidiabetes karena dapat menurunkan kadar gula darah dengan cara memperlambat penyerapan karbohidrat postprandial (Suarsana et al, 2008).

Tempe mempunyai indeks glikemik rendah, kaya fitat, serat larut dan tannin yang dapat menurunkan pencernaan karbohidrat dan respon glikemik (Anderson et al, 1999). Menurut Jenkins DJA dan Holf S et al pada penelitian Madar (1983) mengatakan bahwa serat tempe mengandung *pectin*, *galactomannans* dan *arabinogalactans* dengan viskositas tinggi, bentuk polisakarida ini memperlambat pengosongan lambung dan absorpsi glukosa. Hasil penelitian Madar (1983) menyimpulkan bahwa diet serat dari tempe dapat menurunkan kadar toleransi glukosa.

Hasil penelitian lain yang berbeda dengan hasil penelitian ini adalah penelitian oleh Liu (2010) yang menyimpulkan bahwa pemberian protein kedelai selama 3 atau 6 bulan dengan atau tanpa suplemen *isoflavones* tidak menghasilkan perubahan yang lebih baik pada kontrol glikemik, resistensi insulin, kadar glukosa puasa dan glukosa 2 jam postprandial.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Chen dan Cheng (2006) yang mengatakan bahwa komponen *oryzanol* dan *tocotrienol* dalam bekatul meningkatkan sensitivitas insulin pada tikus diabetes mellitus. Sedangkan menurut Madar (1983) serat bekatul hanya sedikit memberikan efek pada toleransi glukosa.

Data yang diperoleh setelah pemeriksaan kadar gula darah setiap minggu kemudian dilakukan analisis data. Uji normalitas data digunakan uji *Shapiro Wilk* diperoleh hasil $p > 0,05$, sehingga dapat dikatakan data berdistribusi normal, kemudian digunakan uji *Anova* untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar gula darah antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan tempe, bekatul, dan campuran. Berdasarkan hasil uji *Anova* pada minggu ke 1, minggu ke 2, dan minggu ke 3 diperoleh nilai $p < 0,001$, yaitu $p = 0,000$. Ketiga perlakuan dapat menurunkan kadar gula darah secara signifikan. Untuk membandingkan perbedaan penurunan kadar gula darah antara satu kelompok dengan kelompok lain dilakukan *post hoc test*.

Berdasarkan ketiga *post hoc test* setiap minggu, diperoleh hasil bahwa ketiga perlakuan dapat menurunkan kadar gula darah secara signifikan dibandingkan kelompok kontrol, tetapi penurunan kadar gula darah antara perlakuan tempe dengan bekatul tidak signifikan, begitu pula penurunan kadar gula darah antara perlakuan campuran dengan perlakuan tempe tidak signifikan, dan penurunan kadar gula darah antara perlakuan campuran dengan bekatul juga tidak signifikan.

Hasil penelitian ini seiring dengan hasil penelitian Nygren dan Hollmans (1982) bahwa ada perbedaan kadar gula darah yaitu pada tikus diabetes yang diberi bekatul mentah lebih rendah dibandingkan pada tikus diabetes yang tidak diberi bekatul.

Hasil penelitian lain yang seiring adalah penelitian Villegas et al (2008) menunjukkan susu

kedelai dapat menurunkan kadar gula darah tetapi hubungan antara konsumsi kedelai dengan diabetes tidak signifikan. Hasil penelitian lain yang berbeda dengan hasil penelitian ini adalah penelitian oleh Liu (2010) yang menyimpulkan bahwa pemberian protein kedelai selama 3 atau 6 bulan dengan atau tanpa suplemen *isoflavones* tidak menghasilkan perubahan yang lebih baik pada control glikemik, resistensi insulin, kadar glukosa puasa dan glukosa 2 jam postprandial.

KESIMPULAN

1. Pemberian substitusi tepung tempe, tepung bekatul, dan campuran keduanya pada tikus diabetes sebanyak 50% dari asupan makan sehari dapat menurunkan kadar gula darah setiap minggunya dibandingkan tikus yang tidak diberi perlakuan.
2. Penurunan kadar gula darah pada pemberian substitusi tepung tempe, tepung bekatul dan campuran keduanya secara statistik tidak berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Anderson J W, Smith B M and Washnock C S. 1999. Cardiovascular and Renal Benefit of Dry Bean and Soybean Intake. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 70:464-474.

Anonim. Cyber Nurse. 2002. *Konsep Diabetes Mellitus*. <http://forum.ciremai.com>. Cited at December 12, 2009.

Anonim. *Mengenal Manfaat Bekatul*. Natural Organik. 2009. <http://www.naturalorganik.multiply.com/journal/item/5/Mengenal-Manfaat-Bekatul>. cited at December 12, 2009.

Anonim. *Tempe*. Wikipedia. 2009. [http : //www.wikipedia.org/wiki/tempe](http://www.wikipedia.org/wiki/tempe). cited at December 23, 2009.

Ascencio C., Torres N, Isoard-Acosta F, Gomez-Perez J F, Hernandez-Pando R, and Tovar A R. 2004. Soy Protein Affects Serum Insulin and Hepatic SREBP-1 mRNA and Reduces Fatty Liver in Rats. *Journal of Nutrition*. 134 : 522-529.

Hu F B, Manson J E, Stampfer M J, Colditz G, Liu S, Solomon C G, dan Willett W C. 2001. Diet, Lifestyle, and The Risk of Type 2 Diabetes Mellitus In Woman. *New England Journal of Medicine*. 345:790-797.

Charlotte N and Goran H. 1982. Effects of Processed Rye Bran and Raw Rye Bran on Glucose Metabolism in Alloxan Diabetic Rats. *Journal of Nutrition*. 112:17-20.

Chen C W and Cheng H H. 2006. A Rice Bran Oil Diet Increases LDL-Receptor and HMG-CoA Reductase mRNA Expressions and Insulin Sensitivity in Rats with Streptozotocin/Nicotinamide-Induced Type 2 Diabetes. *Journal of Nutrition*. 136:1472-1476.

Chicco A, Alessandro M E D, Karabatas L, Pastorale C, Basabe J C and Lombardo Y B. 2003. Muscle Lipid Metabolism and Insulin Secretion Are Altered in Insulin Resistant Rats Fed a High Sucrose Diet. *Journal of Nutrition*. 133:127-133.

Direktorat Jenderal Bina Kesehatan Masyarakat. 2003. *Peran Diet Dalam Penanggulangan Diabetes*. Departemen Kesehatan RI.

Gibney M J, Vorster H H and Kole F J. 2002. *Introduction to Human Nutrition*. New York : Blackwell Science. Hal : 69-80.

Hiswani. 1997. *Peranan Gizi Dalam Diabetes Mellitus*. Fakultas Kedokteran. Universitas Sumatra Utara.

Hutagalung H. 2004. *Karbohidrat*. Bagian Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara. USU digital library. Hal : 1-13.

Irawan M A. 2007. Karbohidrat. *Sport Science Brief*. Vol : 01. No :03.

- Irawan M A. 2007. Glukosa & Metabolisme Energy. *Sport Science Brief*. Vol : 01. No :06.
- Kerckhoffs D A.J.M, Brouns F, Hornstra G, and Mensink R P. 2002. Effects on the Human Serum Lipoprotein Profile of β -Glucan, Soy Protein and Isoflavones, Plant Sterols and Stenols, Garlic and Tocotrienols. *Journal of Nutrition*. 132:2494-2505.
- Linder M C. 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme Dengan Pemakaian Secara Klinis*. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Hal : 27-58.
- Liu Z M, Chen Y M, Ho S C, Ho Y P and Woo J. 2010. Effects of Soy Protein and Isoflavones on Glicemic Control and Insulin Sensitivity : a 6-mo Double Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial in Postmenopausal Chinese Women With Prediabetes or Untreated Early Diabetes. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 91:1394-1401.
- Madar Z. 1983. Effect of Brown Rice and Soybean Dietary Fiber on the Control of Glucose and Lipid Metabolism in Diabetic Rats. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 38:388-393.
- Mezei O, Banz W J, Steger R W, Peluso M R, Winters T A and Shay N. 2003. Soy Isoflavones Exert Antidiabetic and Hypolipidemic Effects Through the PPAR Pathways in Obese Zucker Rats and Murine RAW 264,7 cells. *Journal of Nutrition*. 133:1238-1243.
- Perkeni. 2006. *Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia 2006*.
- Retnaningsih C, Noor Z dan Marsono Y. 2001. Sifat Hipoglikemik Pakan Tinggi Protein Kedelai Pada Model Diabetik Induksi Alloxan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. XII : 141-146.
- Soegondo S, Soewondo P, Subekti I. 1995. *Diabetes Melitus Penatalaksanaan Terpadu*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Suarsana I N, Priosoeryanto B P , Bintang M dan Wresdiyati T. 2008. Aktivitas Daya Hambat Enzim α -Glucosidase dan Efek Hipoglikemik Ekstrak Tempe Pada Tikus Diabetes. *Jurnal Veteriner*. 9 : 122-127.
- Team Farmakologi. 2008. *Buku Petunjuk Praktikum Farmakologi I*. Laboratorium Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Villegas R, Gao Y T, Li H L, Elasy T A, Zheng W, and Shu X O. 2008. Legume and Soy Food Intake and The Incidence of Type 2 Diabetes in the Shanghai Women's Health Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 87:162-167.