

Uji Efektivitas Beras Herbal Forte terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Pasien Diabetes Melitus Tipe 2

(Study of the Herbal Rice Forte Effectiveness on Decreasing Blood Glucose of Diabetes Mellitus Type 2 Patient)

Gema Akbar Wakhidana, Ancah Caesarina Novi Marchianti, Ali Santosa
Fakultas Kedokteran Universitas Jember
Jln. Kalimantan 37 Kampus Tegalboto, Jember 68121
e-mail: ancah@unej.ac.id

Abstract

Diabetes mellitus is metabolic diseases characterized by hyperglycemia caused by disturbances in insulin secretion or insulin activity. Herbal Forte Rice is rice synthetic material composed of main purple sweet potato and corn flour. It contains antioksidan, fiber, resistant starch and having moderate glycemic index. This study aimed to determine the effectivity of Herbal Forte Rice on decreasing blood glucose levels of patients type 2 DM. It used a cross-over design, the role of research subjects was both as control and treatment groups. Total sample of this research consisted of 60 samples. The treatment group was given Herbal Forte Rice for 7 days in 2 consecutive meals, while the control group did not receive any intervention. The results showed the average level of Fasting Blood Glucose (FBG) beginning and end of the treatment group 179.76 mg/dL and 138.7 mg/dL; FBG beginning and end of the control 180.87 mg/dL and 187.63 mg/dL; 2 hours post prandial Blood Glucose (2hppBG) levels of beginning and end of the treatment group 284.37 mg/dL and 183.8 mg/dL; 2hppBG levels beginning and end of the control 280.57 mg/dL and 284.13 mg/dL. This study concludes that Herbal Forte Rice effective on decreasing blood glucose levels of patients type 2 DM.

Keywords: *diabetes mellitus, Rice Herbal Forte, GDP and GD2PP*

Abstrak

Osteoarthritis adalah suatu kelainan sendi kronis dimana terjadi proses pelemahan dan disintegrasi dari tulang rawan sendi yang disertai dengan pertumbuhan tulang dan tulang rawan baru pada sendi. Salah satu mediator inflamasi yang ikut berperan penting dalam progresifitas osteoarthritis adalah TNF- α . Minyak ikan lemuru yang memiliki kandungan EPA dan DHA dapat berfungsi sebagai anti-inflamasi. Tujuan penelitian ini adalah membuktikan adanya pengaruh minyak ikan lemuru (*Sardinella longiceps*) terhadap penurunan ekspresi TNF- α pada kartilago yang diinduksi *Complete Freund's Adjuvant*. Jenis penelitian yang digunakan adalah *true experimental* dengan rancangan penelitian *the randomized post test only control group design*. Kelompok penelitian terbagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok kontrol negatif (K-) dan kelompok perlakuan (P), masing-masing kelompok terbagi menjadi 3 sub kelompok berdasarkan lama pemberian minyak ikan lemuru yaitu 7, 14 dan 21 hari. Data ekspresi TNF- α didapat dari skor histologi hasil pengamatan imunohistokimia kartilago sendi tibiofemoral pada perbesaran 400x dalam lima lapang pandang. Hasil penelitian didapatkan ekspresi TNF- α pada kelompok perlakuan lebih rendah dari pada kelompok kontrol negatif dan Uji *One Way Anova* menunjukkan perbedaan secara signifikan antarkelompok ($p = 0,000$). Sehingga, dapat disimpulkan bahwa minyak ikan lemuru (*Sardinella longiceps*) dapat menurunkan ekspresi TNF- α .

Kata kunci: Osteoarthritis, TNF- α , minyak ikan lemuru (*Sardinella longiceps*), kartilago

Pendahuluan

Diabetes Melitus (DM) merupakan sekelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan adanya kondisi hiperglikemia yang disebabkan oleh karena terdapat gangguan pada sekresi insulin, aktivitas insulin, dan atau keduanya [1]. DM sampai saat ini masih menjadi masalah kesehatan dunia. Data studi global menunjukkan bahwa jumlah penderita DM pada tahun 2011 telah mencapai 366 juta orang. Jika tidak ada tindakan yang dilakukan, jumlah ini diperkirakan akan meningkat menjadi 552 juta pada tahun 2030. Sebanyak 90-95% dari angka kejadian DM adalah DM tipe 2 [2].

Terdapat 4 pilar utama dalam penatalaksanaan DM yaitu edukasi, terapi gizi medis, latihan jasmani, dan terapi farmakologi. Pengaturan diet merupakan salah satu hal yang penting dalam manajemen DM [3]. Tanpa adanya pengaturan diet yang adekuat, pasien diabetes berpeluang besar mengalami berbagai penyakit komplikasi diabetes, baik makroangiopati, mikroangiopati, maupun neuropati.

Beras Herbal Forte merupakan beras sintetis yang tersusun dari bahan utama yaitu ubi jalar ungu dan tepung jagung. Bahan tersebut memiliki indeks glikemik rendah sampai sedang, sehingga diharapkan akan menghambat peningkatan kadar glukosa darah. Beras Herbal Forte mengandung antosianin dan asam fenolat yang berfungsi sebagai antioksidan serta kandungan serat yang tinggi yang akan memberikan perlindungan terhadap sel β pankreas dari reaksi stress oksidatif, sehingga mencegah terjadinya berbagai komplikasi. Kandungan serat yang tinggi serta terdapatnya pati resisten sebagai prebiotik juga akan merangsang pertumbuhan kuman probiotik yang berperan sebagai kontrol glikemik dengan cara meningkatkan sensitivitas insulin. Tingginya kandungan serat pangan juga berfungsi dalam menunda pengosongan lambung yang nantinya akan menurunkan absorpsi glukosa di intestinal. Semua kandungan yang ada dalam Beras Herbal Forte diharapkan dapat menurunkan kadar glukosa darah pasien DM tipe 2.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas pemberian Beras Herbal Forte terhadap kadar GDP dan GD2PP pasien DM tipe 2.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *quasi experimental* dengan desain penelitian uji klinis

rancangan silang (*cross over design clinical trial*). Penelitian ini telah disetujui oleh komisi etik dengan nomor surat 1.044/ H25.1.11/ KE/ 2016. Penelitian dilakukan di Puskesmas Sumber Sari, Kabupaten Jember.

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *simple random sampling* dengan jumlah sampel 60 pasien DM tipe 2 tanpa komplikasi dengan pengobatan metformin dan glibenklamid yang berusia 35-55 tahun. Penelitian ini terbagi dalam 2 kelompok. Kelompok perlakuan diberikan Beras Herbal Forte selama 7 hari saat makan pagi dan makan malam sesuai kebutuhan kalori harian subjek, sedangkan kelompok kontrol tidak diberikan intervensi apapun. Pada hari ke-7 semua hewan coba diterminasi dan dilakukan pengambilan sampel darah jantung untuk pemeriksaan SGOT dan SGPT. Penelitian ini sudah mendapat persetujuan dari komisi etik Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Hasil penelitian disajikan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi (SD). Analisis data menggunakan analisis *Paired T-Test*.

Hasil Penelitian

Karakteristik awal subjek penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata kadar GDP awal dan akhir

Karakteristik Subjek (n=30)	Nilai	P
Usia (tahun)	50,67 \pm 2,857	0,0789
Jenis Kelamin		
Laki-laki [n (%)]	8 (26,7%)	
Perempuan [n (%)]	22 (73,3%)	
Asupan kalori (kkal/hari)	1728,78 \pm 136,1	0,330

*uji *Shapiro-Wilk*

Adapun rata-rata kebutuhan kalori harian subjek penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata jumlah pemberian Beras Herbal Forte berdasarkan asupan kalori

Kalori Harian (kkal)	Makan Pagi (gram)	Makan Malam (gram)
1728,78	56,2	70,23

Rata-rata hasil pengukuran kadar glukosa darah kelompok perlakuan dan kelompok kontrol yang diperoleh sebelum dan setelah pemberian intervensi Beras Herbal Forte pada kelompok perlakuan selama 7 hari pada waktu makan pagi dan makan malam dapat

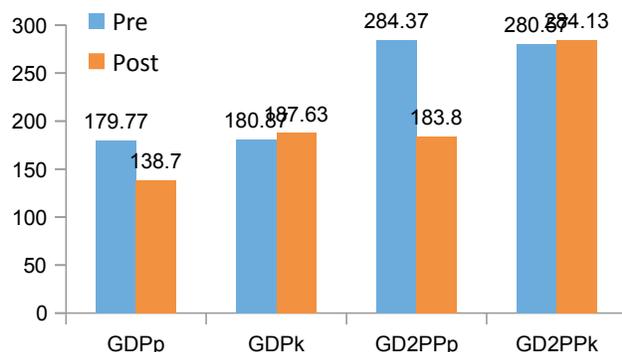
dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata hasil pengukuran kadar glukosa darah subjek penelitian

Subjek Penelitian	GDPpre	GDPpost	GD2PPpre	GD2PPpost
KP	179,77 ±9,570	138,7 ±10,913	284,37 ±12,938	183,8 ±17,799
KK	180,87 ±10,604	187,63 ±10,906	280,57 ±13,775	284,13 ±12,631

KP : Kelompok Perlakuan
KK : Kelompok Kontrol

Berdasarkan data hasil penelitian pada Tabel 3 diketahui bahwa nilai rata-rata kadar GDP akhir kelompok perlakuan mengalami penurunan sebesar 22,84% dari nilai rata-rata kadar GDP awal. Sedangkan nilai rata-rata kadar GD2PP akhir kelompok perlakuan) mengalami penurunan sebesar 35,36% dari nilai rata-rata kadar GD2PP awal. Rata-rata kadar GDP akhir kelompok kontrol tanpa dilakukan pemberian intervensi Beras Herbal Forte mengalami peningkatan sebesar 3,74% dari nilai rata-rata GDP awal kelompok kontrol. Sedangkan nilai rata-rata kadar GD2PP akhir kelompok kontrol mengalami peningkatan sebesar 1,27% dari nilai rata-rata kadar GD2PP awal kelompok kontrol. rata-rata kadar glukosa darah subjek penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata kadar glukosa darah subjek penelitian dalam satuan mg/dl

Pembahasan

Karakteristik Awal Subjek

Rerata usia subjek penelitian adalah 50,67±2,857 tahun. Risiko menderita intoleransi glukosa meningkat seiring dengan bertambahnya usia. Hal ini terjadi karena pada rentang usia

tersebut mulai terjadi penurunan fisiologis tubuh, aktifitas fisik dan massa otot yang menyebabkan terjadinya banyak gangguan. Gangguan tersebut meliputi gangguan sekresi insulin, penurunan aktifitas insulin dalam menekan output glukosa hati dan resistensi insulin peripheral [4]. Selain itu pada individu yang berusia lebih tua terdapat penurunan aktivitas mitokondria di sel-sel otot sebesar 35%. Hal ini berhubungan dengan peningkatan kadar lemak di otot sebesar 30% dan memicu terjadinya resistensi [5].

Subjek dalam penelitian ini lebih banyak berjenis kelamin perempuan (73,3%) daripada subjek yang berjenis kelamin laki-laki (26,7%). Risiko gangguan toleransi glukosa lebih tinggi pada perempuan dibanding laki-laki, karena komposisi lemak tubuh yang tinggi menyebabkan wanita cenderung lebih mudah gemuk. Wanita juga memiliki aktifitas fisik yang lebih rendah dibanding laki-laki [6].

Rerata kebutuhan kalori harian subjek penelitian sebesar 1728,78±136,1 kkal. Tingginya asupan energi subjek penelitian disebabkan oleh tingginya asupan lemak yang berasal dari asupan makanan padat energi (tinggi gula dan lemak). Dari studi *crosssectional* pada pasien DM tipe 2 dilaporkan bahwa asupan energi berhubungan dengan kadar glukosa darah. Makanan tinggi energi berhubungan dengan obesitas, resistensi insulin sehingga dapat memacu peningkatan kadar gula darah [7].

Hubungan antara Kandungan Serat dengan Kadar Glukosa Darah

Kandungan Serat dalam 100 gram Beras Herbal Forte sebesar 1,52 gram. Nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan serat dalam 100 gram nasi putih yaitu sebesar 0,2 gram.

Pada penelitian lain membuktikan bahwa asupan serat berhubungan bermakna dengan kadar glukosa darah puasa ($r=-0,670$; $p=0,000$) [7]. Penelitian lain juga menyatakan diit tinggi serat memperlihatkan efek yang baik pada kontrol glikemik. Hasil studi ini menunjukkan penurunan kadar insulin dan glukosa darah sebesar 12% dan 10% [8].

Mekanisme serat pada metabolisme glukosa darah berkaitan dengan fungsi dan karakteristik serat. Serat larut air dapat menyerap cairan dan membentuk gel di dalam lambung. Gel akan memperlambat proses pengosongan lambung dan penyerapan zat gizi. Gel dapat memperlambat gerak peristaltik zat gizi (glukosa

darah) dari dinding usus halus menuju daerah penyerapan sehingga terjadi penurunan kadar glukosa darah [9].

Hubungan antara Kandungan Pati Resisten (RS) dengan Kadar Glukosa Darah

Pati resisten (RS) merupakan pati yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan dan tahan terhadap asam lambung sehingga dapat mencapai usus besar untuk difermentasi oleh bakteri probiotik [10]. Kandungan RS dalam Beras Herbal Forte diperkirakan sekitar 4,85% yang berasal dari pati jagung. Indeks prebiotik Beras Herbal Forte diperkirakan sekitar 1,6. Nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan RS tepung beras sebesar 2,15% dengan indeks prebiotik sebesar 1,5 [11].

Penelitian lain melaporkan bahwa RS dapat difermentasi oleh bakteri probiotik sehingga dihasilkan asam lemak rantai pendek (*short chain fatty acid* atau SCFA) [12]. Penelitian lain juga melaporkan bahwa fermentasi RS oleh bakteri probiotik banyak mengandung SCFA seperti asam asetat, propionat, dan butirir [13].

Keberadaan RS dalam usus halus dapat menurunkan respon glikemik dan insulemik pada penderita diabetes dan penderita hiperinsulemik [14]. RS juga berpotensi memperbaiki sensitivitas hormon insulin [15].

Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa pemberian RS pada tikus secara signifikan memberi dampak terhadap metabolisme lipid, memengaruhi regulasi nafsu makan yang disebabkan oleh perubahan aktivitas neuronal dalam pusat pengatur nafsu makan hipotalamik yang memberikan sugesti kenyang [16]. RS dapat meningkatkan rasa kenyang karena mampu meningkatkan ekspresi genetik penstimulasi rasa kenyang yang dihubungkan pada hormon GLP-1 dan PYY dalam usus besar. Penelitian sebelumnya juga melaporkan bahwa RS secara signifikan mencegah peningkatan berat badan dalam jangka waktu yang lama [17].

Hubungan antara Kandungan Antioksidan dengan Kadar Glukosa Darah

Kandungan antioksidan dari Beras Herbal Forte dapat terlihat dari total kandungan senyawa fenol yang terdiri dari antosianin dan asam fenolat yang terdapat pada ubi jalar ungu sebagai salah satu bahan penyusun Beras Herbal Forte. Dalam 100 gram Beras Herbal Forte mengandung sekitar 288,951 mg total senyawa fenol. Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa pemberian maltosa (gula) pada tikus yang diikuti oleh pemberian antosianin dari ubijalar Ayamurasaki

(100 mg/kg) dapat menurunkan kadar glukosa darah 16,5% setelah 30 menit dibanding perlakuan control [18].

Pada keadaan hiperglikemia, glukosa akan mengalami reaksi glikosilasi nonenzimatik secara spontan dengan hemoglobin membentuk *glycated* hemoglobin. Glukosa dapat teroksidasi sebelum berikatan dengan hemoglobin demikian juga glukosa setelah berikatan dengan hemoglobin akan teroksidasi dan menghasilkan *Reactive Oxygen Spesies* (ROS). ROS akan meningkatkan pembentukan ekspresi tumor necrosis factor α (TNF α) yang mengakibatkan terjadinya resistensi insulin melalui penurunan autofosforilasi dari reseptor insulin, perubahan reseptor insulin substrat (IR-s) menjadi inhibitor reseptor tyrosine kinase activity, penurunan insulin-sensitive glucose transporter (GLUT-4), merubah fungsi sel β , dan meningkatkan sirkulasi asam lemak. Aktivitas antioksidan Beras Herbal Forte meningkatkan toleransi glukosa dengan cara mencegah oksidasi glukosa darah, menurunkan potensi enzim-enzim yang berperan dalam pemindahan gugus fosfat pada glukosa yang merupakan tahap awal proses glikosilasi dan memperbaiki stress oksidatif [19].

Hubungan antara Indeks Glikemik dengan Kadar Glukosa Darah

Beras Herbal Forte memiliki IG sedang karena dibuat dari kombinasi ubi jalar ungu (IG<55) dan tepung jagung (IG = 68). Nilai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan IG nasi sekitar 54-84. Indeks glikemik adalah respon glukosa darah tubuh terhadap makanan dibandingkan dengan respon glukosa darah tubuh terhadap gula murni. Indeks glikemik berguna untuk menentukan respon glukosa darah terhadap jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi [20]. Makanan sumber karbohidrat akan dicerna dan diabsorpsi dengan kecepatan yang berbeda-beda sehingga karbohidrat dengan jumlah berbeda tidak memberikan efek yang sama terhadap kadar glukosa darah, produksi insulin, maupun kadar lipid darah. Sehingga pemilihan jenis makanan juga diperlukan dalam membantu pengendalian kadar glukosa darah [21].

Pangan yang menaikkan kadar glukosa darah dengan cepat, memiliki indeks glikemik tinggi. Sebaliknya pangan yang menaikkan kadar glukosa darah dengan lambat, kandungan indeks glikemiknya rendah. Konsep indeks glikemik disusun untuk semua orang yaitu orang yang sehat, penderita obesitas, penderita

diabetes dan atlet. Makanan dengan indeks glikemik rendah dapat memperbaiki pengendalian glikemik pada pasien DM tipe 2 sehingga kadar glukosa darahnya lebih stabil. Penelitian metaanalisis yang dilakukan sebelumnya, menemukan pasien diabetes yang mengkonsumsi diet indeks glikemik rendah mengalami penurunan kadar HbA1c 0,43% yang kemudian mempengaruhi kadar glukosa darah, dan didapatkan penurunan kadar glukosa darah *post prandial* $\pm 21\%$, namun tidak dikatakan penurunan kadar glukosa darah tersebut bermakna atau tidak [22]. Penelitian lain menyatakan bahwa makanan dengan indeks glikemik rendah akan lebih lama menunda rasa lapar dibandingkan dengan makanan dengan indeks glikemik tinggi [23].

Keterbatasan Penelitian

Meskipun dari hasil analisis statistik terdapat hasil yang signifikan dalam penurunan kadar GDP dan GD2PP kelompok perlakuan, namun terdapat beberapa subjek dalam kelompok perlakuan yang tidak mengalami penurunan kadar GDP ataupun GD2PP setelah intervensi. Faktor lain yang mungkin berpengaruh terhadap hasil penelitian ini adalah pola konsumsi, aktifitas fisik serta tingkat stress.

Meskipun pengawasan utamanya terhadap pola konsumsi harian telah dilakukan, mulai dari pengawasan langsung setiap waktu makan pagi dan makan malam, adanya lembar pengawasan, pemberian menu panduan diet, pengawasan melalui telepon, itu semua tidak menutup kemungkinan subjek melakukan *cheating* dengan tidak melaporkan kepada peneliti saat mengkonsumsi makanan yang berlebih diluar waktu pengawasan.

Hal lain yang mungkin berpengaruh dalam penelitian ini adalah tingkat aktifitas fisik yang dilakukan. Peneliti tidak mengatur dan meneliti tingkat aktifitas fisik yang dilakukan subjek selama intervensi dilakukan. Aktivitas fisik dapat mengontrol glukosa darah. Glukosa akan diubah menjadi energi pada saat beraktivitas fisik. Aktivitas fisik mengakibatkan insulin semakin meningkat sehingga kadar glukosa dalam darah akan berkurang. Pada orang yang jarang berolahraga, zat makanan yang masuk ke dalam tubuh tidak dibakar tetapi ditimbun dalam tubuh sebagai lemak dan gula. Jika insulin tidak mencukupi untuk mengubah glukosa menjadi energi maka akan timbul DM [24]. Hasil analisis hubungan dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara aktivitas fisik dengan kejadian DM Tipe 2. Orang yang aktivitas fisik sehari-harinya berat memiliki

risiko lebih rendah untuk menderita DM Tipe 2 dibandingkan dengan orang yang aktifitas fisik sehari-harinya ringan [25].

Faktor risiko stress juga tidak dikendalikan atau diamati dalam penelitian ini. Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai hubungan antara stres dengan kejadian DM Tipe 2, didapatkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara stres dengan kejadian DM Tipe 2. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Andi di Rumah Sakit Umum Dr. Wahidin Sudirohusodo, Makasar. Orang yang mengalami stres memiliki risiko 1,67 kali untuk menderita DM Tipe 2 dibandingkan dengan orang yang tidak mengalami stress [26].

Adanya peningkatan risiko diabetes pada kondisi stres disebabkan oleh produksi hormone kortisol secara berlebihan saat seseorang mengalami stres. Produksi kortisol yang berlebih ini akan mengakibatkan sulit tidur, depresi, tekanan darah merosot, yang kemudian akan membuat individu tersebut menjadi lemas, dan nafsu makan berlebih. Oleh karena itu, ahli nutrisi biologis Shawn Talbott menjelaskan bahwa pada umumnya orang yang mengalami stres panjang juga akan mempunyai kecenderungan berat badan yang berlebih, yang merupakan salah satu faktor risiko diabetes mellitus [27].

Simpulan dan Saran

Pemberian Beras Herbal Forte efektif terhadap penurunan kadar glukosa darah pasien DM tipe 2. Terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar glukosa darah puasa kelompok kontrol dan kelompok perlakuan sebelum dan setelah dilakukan pemberian Beras Herbal Forte. Terdapat juga perbedaan yang signifikan antara kadar glukosa darah 2 jam *post prandial* kelompok kontrol dan kelompok perlakuan sebelum dan setelah dilakukan pemberian Beras Herbal Forte.

Diperlukan uji laboratorium terhadap kandungan Beras Herbal Forte seperti aktivitas antioksidan, serat, pati resisten, serta indeks glikemik untuk mengetahui lebih jelas mengenai manfaatnya dalam perbaikan patogenesis DM tipe 2. Waktu penelitian yang lebih lama dengan jumlah sampel yang lebih banyak juga diperlukan supaya penurunan kadar glukosa darah subjek penelitian dapat mencapai target terapi DM tipe 2. Diperlukan edukasi dan sosialisasi yang lebih luas kepada masyarakat

terutama pasien terdiagnosis DM tipe 2 agar dapat mengambil manfaat dari konsumsi Beras Herbal Forte dalam menurunkan kadar glukosa darah. Perlunya strategi pengawasan yang lebih baik agar bias penelitian dapat ditekan seminimal mungkin. Untuk penelitian selanjutnya diperlukan pemeriksaan kadar HbA1C sebagai standar pemeriksaan kadar glukosa darah pasien DM tipe 2.

Daftar Pustaka

- [1] American Diabetes Association (ADA). Standards of medical care in diabetes. Diabetes Care. 37(suppl 1): S1; 2014.
- [2] International Diabetes Federation (IDF). Panduan global untuk diabetes melitus tipe 2. Brussels: IDF; 2011.
- [3] Mahendra B. Care your self diabetes mellitus. Jakarta: Penebar Plus; 2009.
- [4] Shils ME, Shike M, Ross AC, Caballero B, Cousins RJ. Modern nutrition in health and disease 2 10th edition. USA: Lippincott Williams and Wilkins. 2006; Hal 1043-1066.
- [5] Shara KT, Soedijono S. Faktor risiko kejadian diabetes melitus tipe ii di Puskesmas Kecamatan Cengkareng Jakarta Barat tahun 2012. Jurnal Ilmiah Kesehatan. 2013. 5(1): 6-11.
- [6] Sidartawan S. Perjalanan obesitas menuju diabetes dan penyakit kardiovaskular. Jakarta: Divisi metabolik dan endokrinologi RSCM- FK UI; 2005.
- [7] Fitri S, Yekti DW. Hubungan konsumsi karbohidrat, konsumsi total energi, konsumsi serat, beban glikemik dan latihan jasmani dengan kadar glukosa darah pada pasien diabetes mellitus tipe 2. JNH. 2014. Vol. 2, No.3.
- [8] Chandalia M, Garg A, Lutjohann D, Bergmann KV, Grundy SM, Brinkley LJ. Beneficial effects of high dietary fiber in patient with type 2 diabetes mellitus. N Eng J. Med. 2000. 344(1): 1343-1350.
- [9] Gropper. Advanced nutrition & human metabolism. Belmont USA: Thomson Wadsworth; 2005.
- [10] Fuentes ZE, Riquelme NMJ, Sánchez ZE, Pérez AJA. Resistant starch as functional ingredient: A review. Food Res Int. 2010. 43: 931-942.
- [11] Haryo, RBS. Sri BCJ, Nur DF, Saskiawan I. Kajian peningkatan pati resisten yang terkandung dalam bahan pangan sebagai sumber prebiotik. Jurnal Ilmu pertanian Indonesia. 2015. 20(3): 191-200.
- [12] Roberfroid M. Prebiotics: the concept revisited. Am J Clin Nutr. 2007. 137(3): 830-837.
- [13] Hovhannisyan G, Aroutiounian R, Gleib M. Butyrate reduces the frequency of micronuclei in human colon carcinoma cells in vitro. Toxicology in Vitro. 2009. 23(6): 1028-1033.
- [14] Okoniewska M, Witwer R S. Natural resistant starch: an overview of health properties a useful replacement for flour, resistant starch may also boost insulin sensitivity and satiety. New York (US): Nutritional Outlook; 2007.
- [15] Robertson MD, Bickerton AS, Dennis AL, Vidal H, Frayn KN. Insulin sensitizing effects of dietary resistant starch and effects on skeletal muscle and adipose tissue metabolism. 2005. 82(3): 559-567.
- [16] So PW, Yu WS, Kuo YT, Wasserfall C, Goldstone AP, Bell JD, Frost G. Impact of resistant starch on body fat patterning and central appetite regulation. PLoS ONE. 2007. 2(12): e1309.
- [17] Kay, Nehall M, Daniel J, Scholfield, Hallfrisch J, Helena GM. Consumption of both resistant starch and β - glukon improves postprandial plasma glucose and insulin in women. Diabetes Care. 2006. 29(1): 976 - 981.
- [18] Suda I, Oki T, Masuda M, Kobayashi M, Nishiba Y, Furuta S. Physiological functionality of purple-fleshed sweet potatoes containing anthocyanins and their utilization in foods. JARQ. 2003. 37(3):167-173.
- [19] Afaf I. Abuelgasim KMO, Maha B, Elmahdi. Effect of a. vera (elsabar) ethanolic extract on blood glucose level in wistar albino rats. J Appl Sci Res. 2008. 4(12): 1841-1845.
- [20] Giacco R, Parillo M, Rivellese AA, Lasorella G, Giacco A. Long-term dietary treatment with increased amounts of fiber-rich low-glycemic index natural foods improves blood glucose control and reduces the number of hypoglycemic events in type 1 diabetic patients. Diabetes Care. 2000. 23 (6): 146-161.
- [21] Siagian RA. Faktor-faktor yang mempengaruhi indeks glikemik pangan, indeks glikemik dan beban glikemik beberapa jenis pangan indeks glikemik pangan: cara mudah memilih pangan yang

- menyehatkan. Jakarta: Penebar Swadaya; 2004.
- [22] Miller JB, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S. Low-glycemic index diets in the management of diabetes. *Diabetes Care*. 2010. 26:2261-7.
- [23] Ludwig DS. Dietary glycemic index and obesity. *Journal of Nutrition*. 2000. 130 (2): 280-282.
- [24] Kronenberg HM, Melmed S, Polonsky KS, Larsen PR. *Williams textbook of endocrinology* 11th Ed. Philadelphia: Saunders; 2008.
- [25] Powers, AC. *Harrison endocrinology* 2nd Ed . USA: McGraw-Hill Companies, Inc. 267-313; 2010.
- [26] Andi, Sulilowati. Faktor risiko diabetes melitus di rumah sakit umum dr. wahidin sudirohusodo makasar. *Jurnal Ilmiah Nasional*. 2008. 100 (1): 113-125.
- [27] Roussel, R. Low water intake and risk for new-onset hyperglycemia. *Diabetes Care*. 2011. 34: 2551-2554.