

Konsumsi Tahu Kedelai Hitam untuk Memperbaiki Nilai SGOT/SGPT dan Aktivitas Antioksidan Plasma Penderita Diabetes Tipe 2

Black Soybean Tofu Consumption for Improving SGOT/SGPT and Antioxidant Activity of Type 2 Diabetic Respondent Plasma

Fransiska Rungkat Zakaria^a, Delina Puspa Rosana Firdaus^b, dan Nancy Dewi Yuliana^a

^aDepartemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB).

^bAlumni Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Email : fransiskarz@gmail.com

Diterima : 30 Mei 2016

Revisi : 12 Juli 2016

Disetujui : 18 Juli 2016

ABSTRAK

Diabetes Mellitus tipe 2 adalah penyakit metabolik dengan gejala berupa kadar glukosa darah tinggi yang dipicu oleh stress oksidatif dan pola makan yang tidak seimbang. Tingginya kandungan komponen bioaktif dan rendahnya kandungan karbohidrat yang dapat dicerna pada tahu kedelai hitam diharapkan dapat memperbaiki status antioksidan tubuh serta mengontrol kadar glukosa darah penderita diabetes. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh konsumsi tahu kedelai hitam terhadap kadar SGOT/SGPT dan kapasitas antioksidan plasma penyandang diabetes. Intervensi tahu kedelai hitam dilakukan selama 28 hari pada 15 orang responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intervensi tahu kedelai hitam dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dalam plasma responden secara signifikan ($p \leq 0.05$) dari sebelum intervensi ($45,79 \pm 3,31$ persen) menjadi $53,05 \pm 4,44$ persen setelah intervensi. Pengujian SGOT/SGPT menunjukkan tren penurunan setelah dilakukannya intervensi tahu kedelai hitam, dari $14,27 \pm 3,81 / 21,07 \pm 6,73$ (U/L) menjadi $12,73 \pm 2,34 / 18,60 \pm 4,29$ (U/L) ($p \geq 0,05$). Pengolahan kedelai hitam menjadi tahu menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan, dari $144,06$ mg AEAC menjadi $45,27$ mg AEAC, serta total antosianin dari $12,27$ mg menjadi $1.805/100$ g kedelai segar. Intervensi tahu kedelai hitam dapat memperbaiki profil kesehatan responden, mencakup peningkatan kapasitas antioksidan plasma dan penurunan nilai SGOT/SGPT.

kata kunci : diabetes, tahu, kedelai hitam, aktivitas antioksidan, SGOT/SGPT

ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus pathogenesis is characterized by high blood glucose which can be triggered by several factors such as oxidative stress, unhealthy diet, and poor lifestyle. The high content of bioactive components and low content of digestible carbohydrate in black soybeans tofu might contribute to the body antioxidant supply and control blood glucose levels. This study aimed to evaluate the effects of black soy tofu consumption toward plasma SGOT/SGPT and antioxidant capacity. The intervention of black soybean tofu was conducted for 28 days in 15 type-2 diabetic respondents. The results showed that black soybean tofu significantly ($p < 0.05$) increased plasma antioxidant activity level of respondents, from 45.79 ± 3.31 percent to 53.05 ± 4.44 percent. SGOT / SGPT tests showed a decrement ($p \geq 0.05$), from $14.27 \pm 3.81 / 21.07 \pm 6.73$ (U/L) to $12.73 \pm 2.34 / 18.60 \pm 4.29$ (U/L). The processing of black soybeans into tofu caused a decrease in antioxidant activity, from 144.06 mg AEAC to 45.27 mg AEAC and the total anthocyanin, from 12.27 mg to 1.805 mg/100 g. The results suggested that black soybean tofu improved the health profile of the diabetic respondents by increasing plasma antioxidant capacity and decreasing plasma SGOT/SGPT level.

keywords: diabetes, tofu, black soybeans, antioxidants activity, SGOT/SGPT.

I. PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) tipe 2 merupakan penyakit metabolik dengan gejala berupa tingginya kadar glukosa darah akibat tubuh tidak dapat melepaskan atau menggunakan hormon insulin sebagaimana mestinya (Tjokroprawiro, dkk., 2007). Hal ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor termasuk rusaknya sel beta pankreas sebagai penghasil insulin, penurunan sensitivitas terhadap insulin atau terjadi penurunan jumlah produksi insulin (Ali, 2011). Salah satu pemicu timbulnya penyakit ini adalah kesalahan metabolisme yang diakibatkan oleh kondisi stres oksidatif, yaitu ketika terjadi ketidakseimbangan antara jumlah radikal bebas dan senyawa radikal (*reactive oxygen species*, ROS) dengan pertahanan antioksidan seluler (Chao, dkk., 2009; Rodrigues, dkk., 2012). Selain itu, kondisi hiperglikemik juga berperan dalam peningkatan ROS dalam tubuh.

Studi WHO dan PERKENI menunjukkan hasil yang serupa yaitu adanya peningkatan angka insidensi dan prevalensi DM tipe 2, baik di dunia maupun di Indonesia. Menurut WHO (2014), Indonesia memiliki jumlah penderita DM sebanyak 8,5 juta dari total penduduk, dan diprediksi akan terus meningkat. PERKENI (2011) menyatakan terjadi peningkatan jumlah penyandang DM sebanyak 2-3 kali lipat pada tahun 2030. Tingginya peningkatan prevalensi penyandang DM tipe 2 di Indonesia dari tahun ke tahun disebabkan oleh gaya hidup yang tidak sehat, pola makan yang tidak seimbang, dan kurangnya aktivitas fisik atau olahraga. DM tipe 2 dapat diatasi dengan salah satunya, diet yang tepat mencakup kebutuhan zat gizi yang lengkap. Penyandang diabetes melitus dianjurkan mengonsumsi protein 10-20 persen dari total energi, yang berasal dari ikan, daging tanpa lemak, susu rendah lemak, kacang-kacangan, tahu, dan tempe (PERKENI, 2011). Disamping itu, diperlukan serat, vitamin, mineral, asam lemak tak jenuh, serta komponen bioaktif untuk menstimulasi sel-sel beta pankreas dalam memproduksi insulin. Karbohidrat pati juga diperlukan tetapi harus berasal dari bahan pangan yang mengandung pati yang lambat dicerna (Zakaria-Rungkat, 2015).

Penelitian tentang bahan pangan yang memiliki kandungan antioksidan yang tinggi dan

dapat memperbaiki profil kesehatan penderita diabetes telah banyak dilakukan, salah satunya kedelai. Kedelai merupakan sumber protein yang penting bagi masyarakat Indonesia. Sekitar 90 persen kedelai yang tersedia di Indonesia, digunakan sebagai bahan pangan, selebihnya untuk pakan dan benih (FAOSTAT, 2005). Umumnya, kedelai yang lebih banyak digunakan sebagai bahan baku produk pangan adalah kedelai kuning. Pemanfaatan kedelai hitam kurang mendapat perhatian dan tidak sepopuler kedelai kuning. Pada kenyataannya, antioksidan yang terkandung di dalam kedelai hitam jauh lebih tinggi dibanding kedelai kuning. Xu dan Chang (2007) menyatakan bahwa kandungan total flavonoid kedelai hitam 6 kali lebih banyak, dan aktivitas antioksidannya 15 kali lebih tinggi dibanding kedelai kuning. Selain itu, total antosianin kedelai hitam juga lebih tinggi, sebesar 365,8 µg/g, sementara tidak terdeteksi adanya antosianin pada kedelai kuning.

Tahu merupakan produk turunan kedelai yang digemari di Indonesia, dengan konsumsi rata-rata sebesar 0,136 kg per kapita per minggunya (BPS, 2014). Hasil olahan kedelai hitam berupa tahu, dapat dijadikan sebagai makanan pendukung bagi penyandang DM tipe 2 karena memiliki kandungan protein, serat, isoflavon (He dan Chen, 2013), asam lemak tak jenuh, asam amino, vitamin, mineral yang tinggi, dan hampir tidak mengandung pati (USDA, 2015). Kedelai hitam juga mengandung komponen-komponen bioaktif seperti asam fenolat, antosianin, dan isoflavon (Xu dan Chang, 2008; Zakaria-Rungkat, dkk., 2015) yang dapat menghambat aktivitas radikal bebas dan oksidasi lipid, anti inflamasi dan anti kanker (Hung, dkk., 2007). Kedelai hanya mengandung 5 persen pati dan karbohidrat yang dapat dicerna lainnya sehingga menjadikan kedelai sebagai pangan ideal bagi penderita diabetes yang harus mencegah kenaikan glukosa darahnya (Zakaria-Rungkat, dkk., 2015).

Penderita diabetes membutuhkan asupan antioksidan dalam jumlah besar karena adanya peningkatan ROS akibat kondisi hiperglikemik dan keberadaan antioksidan mampu meredam serta mengurangi kerusakan sel akibat serangan ROS. Asupan hasil olahan kedelai hitam bagi penderita diabetes dapat menyuplai kebutuhan

antioksidan tambahan bagi tubuh (Zakaria-Rungkat, dkk., 2015). Antioksidan di dalam tubuh dapat dilihat aktivitasnya melalui pengujian pada plasma darah. Selain keberadaan ROS yang dapat memicu kerusakan sel-sel pada hati, tingginya kadar glukosa pada penderita diabetes juga menyebabkan terjadinya disfungsi hati akibat penebalan cadangan glukosa dalam bentuk glikogen dan lemak, atau yang biasa disebut perlemakan hati. Kondisi hati penderita dapat dilihat melalui pengecekan kadar *serum glutamic-oxaloacetic transaminase* (SGOT) dan *serum glutamic-piruvic transaminase* (SGPT) dalam darah yang secara medis dapat digunakan untuk mengevaluasi tingkat kesehatan hati.

II. METODOLOGI

2.1. Pemilihan Responden

Penelitian ini dilakukan dengan persetujuan *ethical clearance* dari Komisi Etika Penelitian Unika Atma Jaya No 576/III/LPPM-PM.10.05/07/2014. Intervensi dilakukan terhadap responden dengan kriteria inklusi memiliki kadar glukosa darah puasa pada darah kapiler ≥ 100 mg/dL ataupun memiliki kadar glukosa darah sewaktu pada darah kapiler ≥ 200 mg/dL, usia 25-75 tahun. Kriteria eksklusi yaitu menderita gangren atau penyakit kronis lainnya, dalam keadaan hamil, atau telah menjalani terapi insulin secara rutin. Penjajakan responden dilakukan dengan pemeriksaan glukosa darah gratis. Penjajakan responden dilakukan di sekitar kampus IPB, meliputi daerah Babakan Raya dan Cinangneng. Dari kegiatan ini didapatkan sebanyak 11 responden untuk kelompok kontrol dan 15 responden untuk kelompok tahu. Jumlah ini diambil dengan pertimbangan kemungkinan ada yang tidak dapat meneruskan sampai selesai intervensi.

2.2. Sosialisasi Kegiatan

Sosialisasi dilakukan di Klinik Katili dengan mengundang calon responden. Pada kegiatan ini, disampaikan mengenai tujuan program, manfaat produk, dan informasi terkait penyakit diabetes. Selanjutnya responden diminta untuk menandatangani surat persetujuan atau *informed consent* secara sukarela. Pada kegiatan ini juga dilakukan pengecekan ulang kadar glukosa darah dan pemeriksaan kesehatan lain oleh dokter.

2.3. Pembuatan Tahu Kedelai Hitam (Muchtadi, 2010)

Proses pembuatan tahu kedelai hitam diawali dengan proses sortasi kedelai hitam varietas Cikuray dari Lampung, kemudian pencucian hingga bersih, perendaman kedelai hitam selama 12 jam dengan perbandingan air : kedelai (3 : 1), penirisan, penggilingan menggunakan air bersuhu 80° - 85° C : kedelai (8 : 1), perebusan bubur kedelai hitam 105° C selama 10 menit, penyaringan 100 mesh, dan dihasilkan susu kedelai hitam. Susu kedelai hitam kemudian digumpalkan dengan CaSO_4 pada suhu 70° - 85° C diaduk perlahan hingga terjadi pemisahan *whey*, selanjutnya *curds* tahu dipres selama 15-20 menit untuk membentuk tekstur tahu yang padat, tahu dipotong dan direndam dalam air dingin 5° C. Terakhir dilakukan perebusan hingga mendidih dan didapatkan tahu kedelai hitam matang.

2.4. Intervensi Responden

Intervensi tahu kedelai hitam dilakukan selama 28 hari. Tahu kedelai hitam mentah direbus hingga matang, ditimbang sebanyak 85 gram dengan penyajian ditambah dengan kuah sop sebanyak 200 ml. Kuah sop dibuat secara terstandar dari kaldu ayam, ditambah bawang putih, bawang daun, daun seledri, kapulaga, lada putih, dan cengkeh yang telah ditumis dengan minyak kedelai kemudian diberi taburan bawang goreng.

Tim peneliti mendampingi responden saat mengonsumsi tahu kedelai hitam pada 3 hari pertama intervensi untuk memastikan bahwa seluruh tahu kedelai hitam benar-benar dikonsumsi oleh masing-masing responden. Selain itu, juga dilakukan evaluasi penerimaan produk serta dampak terhadap kesehatan secara diskusi dan visual setiap minggu.

2.5. Pengambilan Darah

Pengambilan darah dilakukan sebanyak dua kali selama penelitian yaitu pada hari ke-0 saat sosialisasi kegiatan sebelum intervensi dan hari ke-28 setelah intervensi oleh petugas medis Klinik dr. Katili di Dramaga. Pengambilan darah bertujuan untuk analisis DPPH pada plasma dan SGOT/SGPT. Darah kemudian dimasukkan ke dalam tabung vacutainer steril

yang mengandung antikoagulan, dan dibawa ke Laboratorium Biokimia Departemen ITP IPB. Darah responden disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm pada suhu ruang selama 15 menit untuk memisahkan plasma dari komponen lain dalam darah. Plasma yang telah dipisahkan kemudian dimasukkan ke dalam mikrotube dan disimpan pada suhu -20°C .

2.6. Aktivitas Antioksidan Plasma (Quassinti, dkk., 2013)

Sebanyak 180 μL plasma dipipet ke dalam mikrotube 2 ml, kemudian ditambah dengan 1620 μL reagen *2,2-diphenil-1-picrylhydrazyl* (DPPH Sigma Aldrich, USA) 0,004 persen b/v. Kontrol yang digunakan berupa reagen DPPH sebanyak 1620 μL . Sampel maupun kontrol kemudian disimpan dalam ruang gelap selama 60 menit, kemudian disentrifus selama 10 menit dengan kecepatan 800 g. Supernatan dipipet ke mikroplate sebanyak 100 μL , kemudian diukur menggunakan *microplate reader spectrophotometer* pada panjang gelombang 540 nm dan analisis dilakukan secara triplo. Absorbansi dari tiap sampel didapat dan aktivitas antioksidannya dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Aktivitas Antioksidan} = \frac{\text{Absorbansi kontrol} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi kontrol}} \times 100\%$$

2.7. Nilai SGOT/SGPT (Mahaboob, dkk., 2013)

Pengujian nilai SGOT/SGPT dilakukan berdasarkan metode kinetik *International Federation of Clinical Chemistry* (IFCC). Reagen *aspartate transaminase* (AST) atau *glutamic-oxaloacetic transaminase* (GOT) dan *alanine transaminase* (ALT) atau *glutamic-pyruvic transaminase* (GPT), semuanya dari Sigma USA, ditambahkan pada plasma darah lalu diinjeksi pada alat RD-60 Semi Auto Biochemistry Analyzer dan dibaca pada panjang gelombang 340 nm. Penentuan hasil analisis dilakukan otomatis oleh alat tersebut. Hasil pembacaan absorbansi dilakukan setelah 90 detik (initial absorbance) dan dibaca lagi setelah 30, 60, dan 90 detik setelah *initial absorbance*. Hasil analisis akhir adalah rata-rata perubahan absorbansi tersebut per menit yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{SGOT/SGPT (U/L)} = 1746 \times \text{delta A}_{340\text{nm}}/\text{menit}$$

2.8. Analisis Kimia Produk

Sampel pada analisis ini meliputi bubuk kedelai hitam mentah, air rendaman kedelai hitam, susu kedelai hitam, tahu kedelai hitam, dan ampas tahu kedelai hitam yang telah di *freeze dry*.

2.8.1. Kapasitas Antioksidan (Chang dan Xu, 2007)

Sebanyak 1 gram sample kering diekstrak menggunakan 10 ml aseton 80 persen, dan dimaserasi selama 24 jam pada suhu ruang dengan kecepatan 30 rpm. Ekstrak kemudian disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Supernatan kemudian dipisahkan untuk dilakukan pengujian kapasitas antioksidan. Sebanyak 0,2 ml ekstrak sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 3,8 ml reagen DPPH dalam metanol 0,1 mM, sebagai blanko adalah metanol. Larutan kemudian divortex, dan didiamkan selama 30 menit dalam kondisi gelap, selanjutnya diukur absorbansi pada 517 nm. Aktivitas pengikatan radikal bebas oleh sampel dihitung menggunakan kurva standar asam askorbat (Merk, Germany) sebagai standar ekuivalen (AEAC).

2.8.2. Antosianin Total (Arnnok, dkk., 2012 dan AOAC Official Method, 2005)

Sebanyak 1 gram sampel kering dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer, kemudian ditambah dengan 10 ml 2 persen HCl dalam metanol (v/v). Sampel kemudian diekstraksi selama 15 menit menggunakan *magnetic bar*, dilanjutkan dengan proses sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit.

Reagen yang digunakan dalam uji ini berupa larutan buffer KCl 0,025 M pH 1,0 dan larutan buffer Natrium Asetat 0,4 M pH 4,5. Sebanyak 2 ml ekstrak sampel dipipet kedalam 10 ml, kemudian ditera dengan masing-masing larutan buffer, sehingga untuk tiap sampel terdapat 2 larutan dengan pH berbeda. Masing-masing larutan kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 520 nm dan 700 nm. Untuk menentukan konsentrasi pigmen antosianin (sianidin-3-glukosida) menggunakan persamaan :

$$\text{Antosianin (mg/L)} = \frac{A \times \text{BM} \times \text{FP} \times 1000}{\epsilon \times l}$$

Keterangan:

$$A = (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 1.0} - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 4.5}$$

BM = berat molekul untuk cyd-3-glu (449.2 g/mol)

FP = faktor pengenceran

1000 = faktor konversi dari ke gram ke milligram

ϵ = koefisien ekstinsi (26900 L/mol cm)

2.9. Analisis Statistik

Data SGOT/SGPT dan kapasitas antioksidan plasma darah responden, baik sebelum dan sesudah dilakukannya intervensi, dianalisis menggunakan uji t pada tingkat kepercayaan 95 persen. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 20.

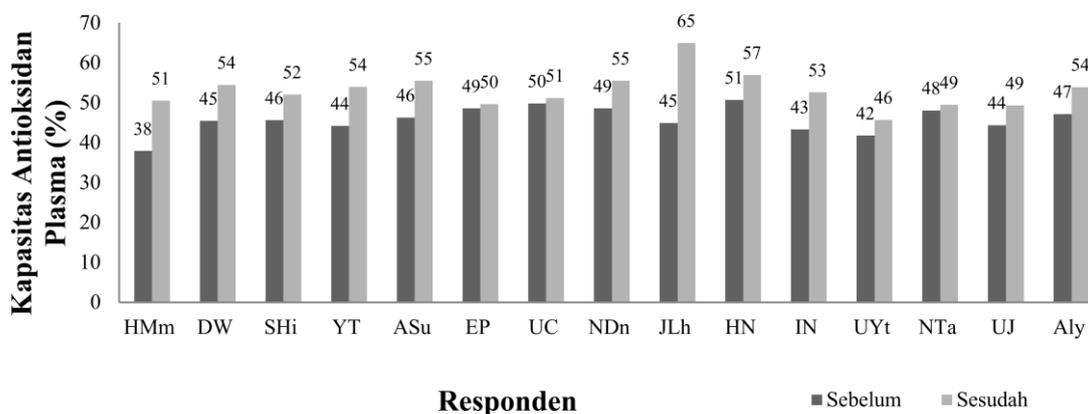
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Aktivitas Antioksidan Plasma

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menstabilkan atau mendeaktivasi radikal bebas dan senyawa radikal (ROS) sebelum menyerang sel. Reaksi ROS dengan molekul seluler seperti asam nukleat, protein, lipid atau DNA menyebabkan terbentuknya berbagai macam penyakit degeneratif (Jati, dkk., 2013, Zakaria-Rungkat, 2015). Keberadaan antioksidan di dalam tubuh sangat penting untuk mencegah reaksi oksidasi yang ditimbulkan oleh ROS, baik berasal dari metabolisme tubuh maupun faktor eksternal lainnya. Selain berasal dari dalam tubuh, seperti ubiquinol, glutathion, katalase tiol (Masella, dkk., 2005), dan melatonin (Rahimi, dkk., 2005), antioksidan tambahan dari luar tubuh yaitu yang berasal dari asupan makanan sehari-hari, seperti vitamin C, karotenoid,

dan flavonoid juga sangat diperlukan sebagai penyokong jumlah antioksidan dalam tubuh. Metode DPPH diaplikasikan untuk menduga kapasitas antioksidan total, sehingga dapat diketahui sifat fungsional dari suatu bahan pangan. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata kapasitas antioksidan plasma responden kelompok tahu kedelai hitam mengalami peningkatan secara signifikan ($p < 0,05$) setelah dilakukannya intervensi. Peningkatan kapasitas antioksidan secara signifikan ini juga terjadi pada kelompok kontrol, yaitu kelompok tanpa perlakuan. Rata-rata kapasitas antioksidan plasma kelompok tahu kedelai hitam mengalami peningkatan dari 45,79 persen ($\pm 3,31$) menjadi 53,05 persen ($\pm 4,44$) dengan selisih sebesar 7,26 persen. Sementara itu, pada kelompok kontrol terjadi peningkatan rata-rata sebesar 8,00 persen, dari 34,99 persen $\pm 7,94$ menjadi 42,99 persen $\pm 6,73$.

Data masing-masing individu menunjukkan peningkatan kapasitas antioksidan plasma seluruh responden (Gambar 1 dan 2). Hal ini disebabkan adanya perlakuan intervensi tahu pada masing-masing responden sehingga seluruh responden mengalami peningkatan kapasitas antioksidan plasma. Berbeda dengan kelompok kontrol, dimana peningkatan terjadi tidak merata pada seluruh responden, karena adanya perbedaan pola makan yang tidak diimbangi oleh asupan tahu kedelai hitam yang berperan dalam mengontrol dan meningkatkan kandungan antioksidan dalam plasma. Peningkatan aktivitas antioksidan plasma kelompok tahu kedelai hitam setelah mengonsumsi tahu kedelai hitam selama 28



Gambar 1. Aktivitas Antioksidan Plasma Masing-masing Responden Kelompok yang diberi tahu (n = 15) sebelum dan sesudah Intervensi

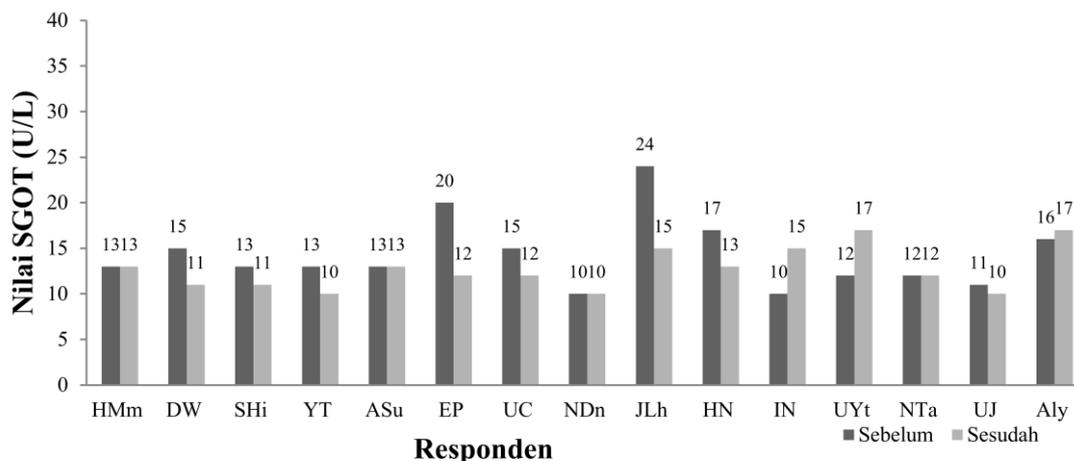
hari diduga karena aktivitas antioksidan yang terkandung pada tahu kedelai hitam, seperti senyawa flavonoid, terutama isoflavon yang umum terkandung dalam kacang-kacangan dan antosianin yang terkandung pada kulit kedelai hitam (Choung, dkk., 2008).

Perubahan pola makan yang lebih baik dari responden kelompok kontrol disamping tetap mengkonsumsi obat tercatat pada saat wawancara rutin. Sebaliknya, sebagian besar responden kelompok tahu mengurangi sendiri konsumsi obat yang biasanya dikonsumsi secara rutin karena merasa lebih baik (data tidak disajikan). Tampaknya edukasi rutin yang disampaikan oleh tim peneliti kepada responden dari kedua kelompok setiap kali kunjungan berdampak sangat baik terhadap kesehatan penderita diabetes dan menjelaskan peningkatan antioksidan plasma kelompok kontrol.

Komponen flavonoid dapat terbawa dalam aliran darah dan bersirkulasi bersama plasma, begitu juga komponen antioksidan yang terkandung di dalam tahu kedelai hitam. Senyawa-senyawa antioksidan kelompok flavonoid ini akan masuk ke dalam sel-sel tubuh, menstabilkan radikal bebas dengan cara mendonorkan atom hidrogennya (Zakaria-Rungkat, dkk., 2003). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan aktivitas antioksidan yang signifikan pada plasma darah 15 orang responden penderita diabetes setelah dilakukannya intervensi tahu kedelai hitam.

Jati dan Vadihel (2013) melaporkan bahwa sebanyak 20 persen penderita diabetes juga terdeteksi mengalami disfungsi hati akibat kasus perlemakan hati yang disebut perlemakan hati non-alkoholik. Untuk mendeteksi gangguan hati dapat dilakukan tes fungsi hati meliputi pemeriksaan serum aminotransferase, bilirubin, alkali fosfatase, dan albumin (Amirudin, 2009). Serum aminotransferase merupakan enzim yang berperan sebagai indikator sensitif akan adanya kerusakan pada hati, mencakup enzim aspartat transferase (AST) yang mencerminkan nilai SGOT dan enzim alanin transferase (ALT) yang mencerminkan nilai SGPT.

Hasil pengujian kesehatan hati responden menunjukkan terjadinya penurunan rata-rata nilai SGOT dari hari ke-0 atau sebelum dilakukan intervensi $14,27 \pm 3,81$ U/L hingga hari ke-29 atau setelah dilakukannya intervensi $12,73 \pm 2,34$ U/L. Walaupun tidak signifikan ($p > 0,05$) dengan uji *t-student*, namun tren penurunan nilai SGOT masing-masing responden masih dapat dilihat melalui gambar 3. Sebanyak 8 responden mengalami penurunan nilai SGOT, 4 orang responden memiliki nilai SGOT yang tetap, dan 3 orang responden mengalami peningkatan nilai SGOT setelah intervensi. Dari data ini, dapat dikatakan bahwa sebanyak 53,33 persen dari total 15 orang responden mengalami penurunan nilai SGOT setelah dilakukannya intervensi tahu kedelai hitam. Sementara itu, rata-rata hasil pengujian SGPT juga menunjukkan penurunan dari hari ke-0 sebesar $21,07 \pm 6,73$ U/L menjadi $18,60 \pm 4,29$ U/L pada hari ke-29. Meski tidak menunjukkan penurunan secara signifikan



Gambar 3. Nilai SGOT Masing-masing Responden Sebelum dan Sesudah Intervensi Tahu

($p > 0,05$) dengan uji *t-student*, tren penurunan nilai SGPT dapat dilihat melalui gambar 4. Sebanyak 66,67 persen dari total responden mengalami penurunan nilai SGPT.

Nilai SGOT/SGPT seseorang sebanding dengan tingkat kerusakan pada sel-sel hati, semakin tinggi kadar serum tersebut di dalam darah, maka semakin tinggi pula tingkat kerusakannya. Nilai normal SGOT pada laki-laki adalah 0 - 37 U/L dan perempuan antara 0 - 32 U/L, sedangkan nilai normal SGPT pada laki-laki adalah 0 - 42 U/L, dan perempuan berkisar antara 0 - 32 U/L.

Secara keseluruhan, nilai SGOT ke-15 orang responden masih berada dalam kisaran normal, namun dengan adanya intervensi tahu kedelai hitam terhadap responden menyebabkan terjadinya tren penurunan nilai SGOT dalam darah responden (Gambar 3), yang menunjukkan bahwa kerusakan sel-sel jaringan semakin sedikit. Nilai SGPT ke-12 orang responden masih berada dalam kisaran normal dan mengalami tren penurunan setelah dilakukannya intervensi. Sementara 3 orang responden lainnya memiliki nilai SGPT diluar batas normal, yang menunjukkan bahwa tingkat kerusakan sel-sel hati perlu diwaspadai, namun masih dapat dikendalikan dengan konsumsi tahu kedelai hitam, dibuktikan dengan penurunan kadar orang responden masih berada dalam kisaran normal dan mengalami tren penurunan setelah dilakukannya intervensi. Sementara 3 orang responden lainnya memiliki nilai SGPT diluar batas normal, yang menunjukkan bahwa tingkat kerusakan sel-sel hati perlu diwaspadai,

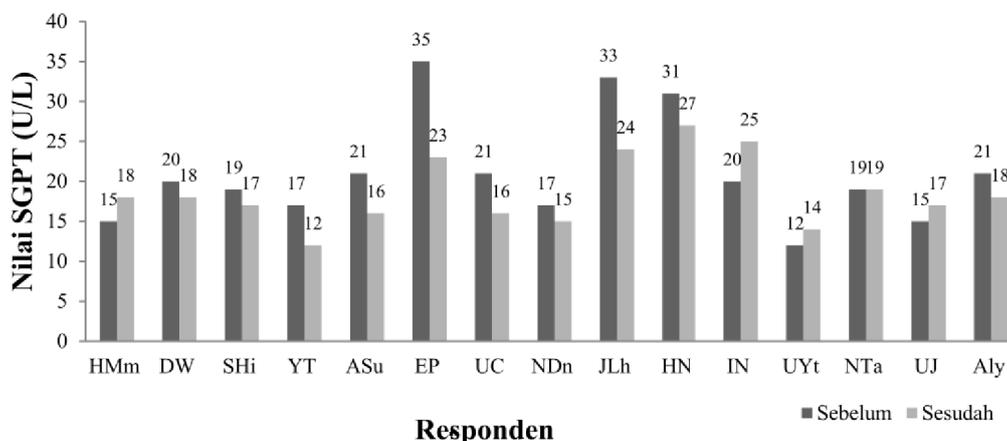
namun masih dapat dikendalikan dengan konsumsi tahu kedelai hitam, dibuktikan dengan penurunan kadar SGPT dalam darah setelah intervensi tahu kedelai hitam (Gambar 4).

Pola diet rendah karbohidrat yang dapat dicerna dan tinggi protein serta antioksidan sangat dibutuhkan bagi penderita diabetes untuk menekan terjadinya kondisi hiperglikemik yang berpotensi menyebabkan terjadinya perlemakan hati.

Tahu kedelai hitam, sebagai salah satu komponen diet sehat dengan kandungan protein, karbohidrat yang tidak dapat dicerna (oligosakarida), dan antioksidan yang tinggi berpotensi dalam menjaga kestabilan kadar glukosa darah penderita diabetes dan menurunkan resiko terjadinya penyakit komplikasi. Data dari tim penelitian yang sama menunjukkan penurunan glukosa darah setelah mengonsumsi tahu kedelai hitam (publikasi dalam proses). Konsumsi tahu kedelai hitam selama 28 hari dapat memperbaiki kondisi hati para penderita diabetes, dibuktikan dengan adanya penurunan nilai SGOT/SGPT yang mengindikasikan bahwa semakin sedikit sel-sel hati yang mengalami kerusakan.

3.2. Aktivitas Antioksidan Produk

Uji DPPH pada penelitian ini menggunakan standar asam askorbat 0, 50; 100; 150; dan 200 ppm, sehingga satuan pengukuran dinyatakan sebagai AEAC (*Ascorbic Acid Equivalent Antioxidant Capacity*). Berdasarkan hasil pengujian, aktivitas antioksidan 100g kedelai hitam mentah beserta produk samping yang



Gambar 4. Nilai SGPT Masing-masing Responden Sebelum dan Sesudah Intervensi Tahu

diperoleh selama proses pembuatan tahu yaitu air rendaman, susu, ampas, dan tahu kedelai hitam berturut-turut 144,06; 7,78; 47,87; 24,66; 45,27 mg AEAC. Proses perendaman kedelai hitam selama 12 jam menyebabkan beberapa komponen antioksidan yang terkandung di dalamnya ikut terlarut kedalam air rendaman sehingga terjadi penurunan nilai kapasitas antioksidan pada produk akhirnya, yaitu tahu kedelai hitam. Terlarutnya beberapa komponen antioksidan saat perendaman dibuktikan dengan adanya nilai kapasitas antioksidan pada air rendaman yaitu sebesar 7,78 mg AEAC. Hal ini sesuai dengan penelitian Xu dan Chang (2008) yang menyatakan bahwa komponen bioaktif dan fitokimia yang banyak terdapat di kedelai seperti flavonoid merupakan senyawa larut air. Pada proses penggilingan juga terjadi kehilangan beberapa antioksidan akibat pemisahan ampas, sementara pada ampas tersebut masih terdeteksi adanya aktivitas antioksidan sebesar 24,66 mg AEAC. Susu kedelai hitam yang didapatkan memiliki kapasitas antioksidan sebesar 47,87 mg AEAC, sehingga terlihat bahwa pada proses pemanasan dan penyaringan terjadi kehilangan antioksidan dengan kapasitas sebesar 63,75 mg AEAC. Rangkaian proses pengolahan tahu menyebabkan terjadinya kehilangan beberapa komponen antioksidan sehingga kapasitas antioksidan pada tahu hanya sebesar 45,27 mg AEAC.

Penelitian tentang kapasitas antioksidan metode DPPH tahu kedelai hitam masih terbatas, namun menurut Shih, dkk., (2002) kapasitas antioksidan tahu kedelai hitam Taiwan mengalami penurunan dibandingkan dengan kapasitas antioksidan bahan kedelainya. Meskipun terjadi penurunan kapasitas antioksidan pada tahu kedelai hitam akibat beberapa proses pengolahan seperti pemanasan, namun hasil intervensi tahu kedelai hitam terhadap responden penderita diabetes masih menunjukkan peningkatan kapasitas antioksidan plasma yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan antioksidan di dalam tahu kedelai hitam masih cukup efektif dalam memperbaiki profil kesehatan para responden penderita diabetes.

3.3. Antosianin Total

Berbagai macam antioksidan dapat ditemukan pada kacang-kacangan, termasuk antosianin. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lee, dkk., (2009) antosianin yang banyak ditemukan pada kedelai hitam adalah sianidin-3-glukosida (C-3-G). Penelitian Lin dan Chou (2009) menunjukkan bahwa kedelai hitam efektif dalam memperbaiki profil lemak yaitu secara signifikan dapat menurunkan kadar trigliserida dan kolesterol serta meningkatkan konsentrasi HDL.

Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan kadar antosianin total kedelai hitam mentah yang digunakan sebesar 12,27 mg/100g setara C-3-G. Selama pengolahan menjadi susu kedelai terjadi kehilangan antosianin yang terlihat dari kadar antosianin pada air rendaman, susu dan ampas sebesar 0,92, 0,28 dan 1,80mg setara C-3-G berturut-turut. Menurut Xu dan Chang (2007) kandungan kedelai hitam varietas C-1 sebesar 36,5 mg/100g. Perbedaan kandungan total antosianin ini dapat diakibatkan oleh perbedaan varietas bahan yang digunakan. Selanjutnya, pada proses perendaman terjadi kehilangan antosianin, ditunjukkan dengan adanya kandungan antosianin sebesar 0,92 mg pada ekstrak air rendaman.

Pigmen antosianin yang bersifat polar menyebabkan komponen tersebut dapat terlarut dalam air pada saat proses perendaman selama 12 jam sebelum dilakukan penggilingan. Pada proses penggilingan, penyaringan serta pemisahan ampas dan pemanasan juga menyebabkan terjadinya kehilangan antosianin. Nilai antosianin susu kedelai hitam lebih rendah disebabkan oleh pengaruh proses pemanasan, seperti yang dilaporkan oleh Lin dan Chou (2009) bahwa pemanasan pada suhu 80°C dapat menurunkan kandungan antosianin hingga 70 persen. Menurut Xu dan Chang (2008), kandungan antosianin pada kedelai hitam dapat berkurang hingga 98 persen akibat pemanasan. Kandungan total antosianin pada tahu kedelai hitam lebih rendah dibanding susu kedelai hitam akibat adanya proses penggumpalan protein dan pembuangan *whey*. Terdapat penurunan kandungan antosianin sebesar 1,76 mg yang diduga hilang bersama proses pembuangan *whey*, sehingga kandungan total antosianin

pada tahu kedelai hitam hanya 1,805 mg.

Meskipun terjadi penurunan kandungan antosianin pada rangkaian proses pembuatan tahu, namun berdasarkan penelitian secara *in vivo*, kandungan antioksidan tahu kedelai hitam masih efektif dalam memperbaiki kondisi kesehatan penderita diabetes, meliputi peningkatan kapasitas antioksidan plasma dan penurunan nilai SGOT/SGPT. Asupan tahu kedelai hitam sebanyak 85 gram per hari oleh responden penderita diabetes mampu menyumbang sekitar 0,65 mg antosianin. Menurut Wallace dan Giusti (2013), asupan antosianin rata-rata pada orang dewasa di Inggris mencapai 5-9 mg per hari, sehingga 85 gram tahu kedelai hitam dapat memenuhi sekitar 7,22 persen hingga 13 persen kebutuhan perharinya.

IV. KESIMPULAN

Konsumsi tahu kedelai hitam setiap hari selama 28 hari berpengaruh nyata dalam meningkatkan suplai antioksidan bagi penderita diabetes tipe-2 yang dibuktikan dengan meningkatnya aktivitas antioksidan pada plasma 15 orang responden. Di samping itu, pengaruh konsumsi tahu kedelai hitam juga memperlihatkan tren penurunan nilai SGOT/SGPT para responden. Kehilangan komponen bioaktif selama proses pembuatan tahu dari kedelai hitam terjadi mulai dari saat perendaman, penyaringan susu, penggumpalan protein dan pengepresan. Namun demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tahu kedelai hitam dapat dijadikan sebagai menu diet yang aman bagi penderita diabetes tipe 2 guna mencegah terjadinya penyakit komplikasi pada organ lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada reponden penelitian yang secara sukarela mengikuti seluruh rangkaian penelitian, kader dan tokoh masyarakat yang terlibat, BOPTN Institut Pertanian Bogor dan PT Kreasi Inovasi Prosana yang mendanai penelitian ini, dr. Cholid, dr. Wira, dr. Amalia dan para analis yang telah membantu.

DAFTAR PUSTAKA

[AOAC] Association of Analytical Communities. 2005. Total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines.

<http://www.aoac.org/vmeth/omamannual/omamannual.htm> [diunduh 2015 Juni 26].

Ali, N. 2011. *Diabetes and You: A Comprehensive, Holistic Approach*. Maryland (UK): Rowman & Littlefield Publisher.

Amirudin, R. 2009. Fisiologi dan biokimia hati. Dalam: *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam*. Jakarta (ID): Interna Publishing.

Amnok, P. Ruangviriyachai C., Malachai R., Techawongstien S, Chanthai S. 2012. Determination of total phenolics and anthocyanin contents in the pericarp of hot chilli pepper (*Capsicum annuum L.*). *Intern. Food Research J.* 19: 235–243.

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. Rata-rata konsumsi per kapita seminggu beberapa macam bahan makanan penting, 2007-2014. <http://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/950>. [diunduh 2015 Oktober 10].

Chao, M., Zou D., Zhang Y., Chen Y., Wang M., Wu H., Ning G., Wang W. 2009. Improving insulin resistance with traditional Chinese medicine in type 2 diabetic patients. *Endocrine*. 36(2):268–274.

Choung, M.G., Kim J.M., Kim J.S., Yoo H., Sung M.K. 2008. Effects of black soybean [*Glycine max (L.) Merr.*] seed coats and its anthocyanidins on colonic inflammation and cell proliferation in vitro and in vivo. *J. Agric. Food Chem.* 56: 8427–33.

[FAOSTAT] Food and Agriculture Organization of Statistic. 2005. Statistical data of food balance sheet. www.fao.org. [diunduh 2014 Desember 14].

He, F.J., Chen J.Q. 2013. Consumption of soybean, soy isoflavones and breast cancer incidence: Differences between Chinese women and women in Western countries and possible mechanisms. *Food Scie and Human Wellness*. 2: 146–161. Doi: 10.1016/j.fshw.2013.08.002.

Hung, Y.H., Huang H.Y., Chou C.C. 2007. Mutagenic and antimutagenic effects of metanol extracts of unfermented and fermented black soybeans. *Int. J. Food Microbiol.* 118: 62–68.

Jati, I.R.A.P., Vadivel VH.K. 2013. Antioxidant activity of anthocyanins in common legume grains. In: Biesalski Bioactive Food as Dietary Interventions for Liver and Gastrointestinal Disease. Doi:10.1016/B978-0-12-397154-8.00007-5.

Lee, J.H., Kang N.S., Shin S.O. 2009. Characterisation of anthocyanins in the black soybean (*Glycine max L.*) by HPLC-DAD-ESI/MS analysis. *Food Chemistry*. 112:226–231.

Lin, C., Chou CC. 2009. Effect of heat treatment on total phenolic and anthocyanin contents as well as antioxidant activity of the extract

- from fermented black soybeans, a healthy food ingredient *International J. of Food Sciences and Nutrition*. 60(7): 627–636 doi: 10.3109/09637480801992492.
- Mahaboob, S.R., Jayarami R.U., John B.S. 2013. A study on serum enzyme levels in various liver health conditions. *Int J. Med Res Health Sci*. 2(3):395-398.
- Masella, R., Di Benedetto R., Vari R. 2005. Novel mechanisms of natural antioxidant compounds in biological systems: involvement of glutathione and glutathione-related enzymes. *J Nutr Biochem*. 5(16):577–586.
- Muchtadi, D. 2010. *Kedelai Komponen Untuk Kesehatan*. Bandung (ID): Alfabeta.
- [PERKENI] Perkumpulan Endokrinologi Indonesia. 2011. Konsesus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia.
- Quassinti, L., Bramucci M., Lupidi G., Barboni L., Ricciutelli M., Sagratini G., Papa F., Caprioli G., Petrelli D., Vitali L.A., Vittori S., Maggi F. 2013. *In vitro* biological activity of essential oils and isolated furanosesquiterpenes from the neglected vegetable *Smyrium olusatrum* L. *J. Food Chemistry*. 138: 808-813.
- Rahimi, R., Nikfar S., Larijani B. 2005. A review on the role of antioxidants in the management of diabetes and its complications. *Biomed Pharmacothe*. 59:365–73.
- Rodrigues, G.R., Porawski M., Marcolin E., Kretzmann A.N., Falcao Ferraz A, Richter M.F. 2012. Treatment with Aqueous Extract from Croton cajucara Benth Reduces Hepatic Oxidative Stress in Streptozotocin-Diabetic Rats. *J. Biomed*. 2012:1–7
- Shih, M.C., Yang K.T., Kuo S.J. 2002. Quality and antioxidative activity of black soybean tofu as affected by bean cultivar. *J. of Food Science*. 67: 480–484.
- Tjokroprawiro, A., Setiawan P.B., Santoso D., Soegiarto G. 2007. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam*. Surabaya (ID): Airlangga University Press.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2015. Statistics Report 16126, Tofu, firm, prepared with calcium sulfate and magnesium chloride (nigari) [Internet]. [diunduh 2015 Oktober 10]. Tersedia pada ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/4838?format=Stats&reportfmt=pdf&pdfQvs=%7B%7D.
- Wallace, T.C., Giusti M.M. 2013. Anthocyanins in Health and Disease. Florida (US): CRC Press.
- [WHO] World Health Organization. 2014. Country and regional data on diabetes [Internet]. [diunduh 2014 Des 14]. Tersedia pada www.who.int.
- Xu, B., Chang K. 2008. Total phenolics, phenolic acids, isoflavones, and anthocyanins and antioxidant properties of yellow and black soybeans as affected by thermal processing. *J. Agric. Food Chem*. 56:7165–7175.
- Xu, B.J., Chang S.K.C. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *J. Food Sci*. 72 (2):159-166. doi: 10.1111/j.1750-3841.2006.00260.x.
- Zakaria-Rungkat F., Adawiyah D., Irwanto R., Hasrini R. 2015. Pengembangan dan pemanfaatan produk berbasis kedelai hitam untuk pencegahan dan pengendalian diabetes. Laporan penelitian tahun ke 2. LPPM. IPB
- Zakaria-Rungkat, F. 2015. Pangan Nabati, Utuh dan Fungsional sebagai Penyusun Diet Sehat. Orasi Ilmiah GB. IPB Press
- Zakaria-Rungkat, F., Nurahman, Prangdimurti, E., Tejasari. 2003. Antioxidant and Immunoenhancement Activities of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Extracts and Compounds in In Vitro and In Vivo Mouse and Human System. *Nutraceuticals and Foods*.8; 96-104

BIODATA PENULIS :

Fransiska Rungkat Zakaria dilahirkan di Manado, 14 Juni 1949. Pendidikan S1 Insinyur Teknologi Hasil Pertanian IPB, Master of Science, Dept Human Nutrition Michigan State University, USA S3 Applied Biochemistry, Univ de Lorraine, France.

Delina Puspa Rosana Firdaus dilahirkan di Banyuwangi, 20 Juli 1993. Pendidikan S1 Ilmu dan Teknologi Pangan IPB, Bogor.

Nancy Dewi Yuliana dilahirkan di Tasikmalaya, 27 Januari 1970. Pendidikan S1 Teknologi Pangan dan Gizi IPB, S2 Pharmacognosty Leiden University Belanda dan S3 Pharmacognosty Leiden University Belanda.