

PERANAN KEDELAI HITAM DAN MINYAK SAWIT MENTAH DALAM MENGENDALIKAN PENYAKIT DIABETES MELITUS TIPE 2

Reno Irwanto¹, Nela Eska Putri², Nanda Triandita³

¹Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam, Jl. Sudirman, No 38 Petapahan, Lubuk Pakam, Deli Serdang, Sumatera Utara 20512

²Teknologi Rekayasa Pangan, Politeknik Negeri Pertanian Payakumbuh, Tanjung Pati, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat

³Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar Aleu Panyareng, Meurebo, Aceh Barat 23681, Indonesia
Email: ireno@outlook.com

Tanggal subsimi: 19 Juni 2021; Tanggal penerimaan: 21 Juni 2021

ABSTRAK

Diabetes melitus tipe 2 (DMT2) pada umumnya disebabkan karena kesalahan mengonsumsi makanan yang menyebabkan tingginya glukosa di dalam darah (hiperglikemik) secara terus menerus dan mengakibatkan terjadinya disfungsi pankreas sebagai penghasil hormon insulin. Hormon insulin berfungsi sebagai pengatur keberadaan glukosa di dalam darah. Kejadian hiperglikemik dapat meningkatkan terbentuknya radikal bebas di dalam tubuh. Radikal bebas dapat menambah kerusakan pankreas dan organ lainnya di dalam tubuh, sehingga meningkatkan keparahan penyakit diabetes. Tingginya angka kematian akibat DMT2 membutuhkan perhatian yang serius dari semua pihak untuk penanganannya. DMT2 merupakan penyakit kronis yang tidak dapat disembuhkan, namun dapat dikontrol untuk menurunkan tingkat keparahan penyakit tersebut. Makanan yang cocok bagi penyandang DMT2 adalah memiliki kandungan protein, lemak nabati, serat pangan, dan antioksidan yang tinggi, serta memiliki kandungan pati yang rendah. Bahan pangan yang memiliki nilai indeks glikemik rendah diantaranya seperti; oat, barley, almond, kacang hijau dan kedelai. Kedelai hitam dapat memenuhi kebutuhan nutrisi makro dan mikro dan senyawa bioaktif yang dibutuhkan oleh penyandang DMT2, karena mengandung senyawa daidzein, genistein, isoflavon, dan antosianin. Minyak sawit mentah (MSMn) mengandung karotenoid dan vitamin E yang juga dapat berperan sebagai antioksidan. Beberapa penelitian menyebutkan manfaat kedelai hitam bagi penyandang DMT2, karena dapat mengontrol glukosa darah, menurunkan inflamasi, memperbaiki lipid darah, meningkatkan kapasitas antioksidan plasma darah, dan menurunkan enzim SGOT/SGPT sebagai penanda kerusakan pada hati. Pangan fungsional bagi penyandang DMT2 yang bersumber dari kedelai hitam dan MSMn dapat berupa sari kedelai hitam yang diperkaya dengan mikroenkapsulasi MSMn. Penelitian lebih mendalam dengan menggunakan manusia sebagai subjek penelitian masih perlu dilakukan untuk membuktikan manfaat kedelai hitam dan MSMn seperti yang telah banyak dipaparkan dalam hasil riset dengan memanfaatkan tikus DMT2 terhadap kemampuannya dalam mengontrol penyakit DMT2.

Kata kunci: Antioksidan, diabetes mellitus tipe 2; kedelai hitam; pangan fungsional; minyak sawit mentah (MSMn)

ABSTRACT

Diabetes mellitus Type 2 (DMT2) is generally caused by a poor diet that causes high glucose in the blood (hyperglycemic) continuously and results in pancreatic dysfunction as a producer of the hormone insulin. The hormone insulin functions as a regulator of the presence of glucose in the blood. Hyperglycemic events can increase the formation of free radicals in the body. Free radicals can increase the damage to the pancreas and other organs in the body, thereby increasing the severity of diabetes. The high mortality rate due to (DMT2) requires serious attention from all parties for its handling. T2DM is a chronic disease that cannot be cured, but can be controlled to reduce the severity of the disease. Foods that are suitable for people with DMT2 are high in protein, vegetable fat, dietary fiber and antioxidants, and have low starch content. Foods that have a low glycemic index value include; oats, barley, almonds, green beans and soybeans. Black soybeans can meet the needs of macro and micro nutrients and bioactive compounds needed by people with DMT2, because they contain compounds like daidzein, genistein, isoflavones, and anthocyanins. Crude palm oil (MSMn) contains carotenoids and vitamin E which can also act as antioxidants. Many studies mention the

benefits of black soybeans for people with DMT2, because it can control blood glucose, reduce inflammation, improve blood lipids, increase the antioxidant capacity of blood plasma, and reduce SGOT/SGPT enzymes as markers of liver damage. Functional food for people with DMT2 sourced from black soybeans and MSMn can be black soybean juice enriched with MSMn microencapsulation. More indepth research is needed directly to a deeper level using humans as research subjects to prove the benefits of black soybeans and MSMn as has been described in many research results using DMT2 mice for their ability to control DMT2 disease.

Keyword: Antioxidant; Diabetes mellitus type 2; Black soybeans; Functional food; Crude palm oil

PENDAHULUAN

Diabetes melitus dapat terjadi karena adanya kesalahan kerja pankreas di dalam tubuh. Kejadian autoimun kronis yang dapat merusak sel β -pankreas sehingga tubuh kurang atau sama sekali tidak menghasilkan hormon insulin (disebut juga diabetes tipe 1). Kesalahan metabolisme dapat menyebabkan kerusakan sel β -pankreas sehingga tidak mampu memproduksi hormon insulin dalam jumlah yang cukup, atau reseptor insulin tidak berfungsi dengan baik dalam hal mengatur glukosa darah (disebut juga diabetes tipe 2). Kejadian lain adalah ketidakstabilan hormon insulin karena adanya gangguan dari hormon khusus selama masa kehamilan (disebut juga diabetes gestasional). Disfungsi hormon insulin juga mempengaruhi kinerja otak sehingga dapat menyebabkan penyakit alzheimer (IDF, 2013).

Penanganan yang tepat untuk penyakit diabetes dapat menurunkan tingkat keparahan penyakit. Diabetes melitus tipe 2 (DMT2) merupakan penyakit mematikan yang sulit untuk disembuhkan, namun dapat dikendalikan melalui pengobatan, mengonsumsi makanan yang tepat, dan melakukan aktivitas fisik yang mendukung, sehingga dapat menurunkan tingkat keparahan penyakit dan resiko kematian. Banyak penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan makanan yang sesuai bagi penderita DMT2. Beberapa persyaratan bahan makanan yang baik bagi penyandang DMT 2 adalah memiliki kandungan protein dan lemak nabati yang tinggi, yang berfungsi untuk memperbaiki kerusakan sel ataupun reseptor insulin; memiliki serat pangan yang tinggi yang berguna untuk mengikat glukosa sehingga menghalangi penyerapan glukosa berlebihan ke dalam darah; memiliki kandungan antioksidan yang tinggi karena berfungsi sebagai penangkap radikal bebas berlebihan di dalam tubuh; serta memiliki kandungan pati yang rendah, karena pati dari makanan dapat dipecah menjadi glukosa dan mengakibatkan glukosa darah meningkat.

Bahan pangan yang berasal dari sumber nabati banyak diteliti sebagai makanan yang cocok bagi penyandang DMT2, salah satunya adalah yang bersumber dari kacang-kacangan, seperti kacang kedelai. Masyarakat Indonesia

sudah biasa mengonsumsi kedelai dalam bentuk pangan olahan seperti tahu, tempe, susu dan sari kedelai, dan lain sebagainya. Kedelai hitam merupakan jenis kedelai yang dibudidayakan di Indonesia. Menurut Takahasi *et al.* (2005), kandungan antosianin pada kulit kedelai hitam membuatnya memiliki kelebihan dibandingkan kedelai kuning. Antosianin memiliki aktivitas antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas. Sumber pangan nabati lainnya yang baik untuk penyandang DMT2 adalah minyak sawit mentah, karena mengandung karotenoid dan tokoferol yang bersifat sebagai antioksidan.

DIABETES MELITUS TIPE 2

DMT2 merupakan salah satu penyakit *noncommunicable disease* yang ditetapkan oleh WHO sebagai penyebab kematian terbesar di dunia. Menurut WHO (2019), penyakit kardiovaskuler, kanker, diabetes, dan penyakit pernapasan kronis menyebabkan kematian sekitar 21.6% perempuan dan 15.0% laki-laki di dunia yang berusia 30-70 tahun pada tahun 2016. Angka ini diharapkan mengalami penurunan sebanyak 1/3 pada tahun 2030 mendatang. Kematian terbesar di dunia pada tahun 2019 sebagian besar disebabkan oleh penyakit tidak menular. Diabetes menduduki peringkat 9 dari 10 penyakit teratas penyebab kematian di dunia pada tahun 2019. Menurut WHO (2016), diabetes merupakan penyakit kronis yang disebabkan karena adanya gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein yang menyebabkan tingginya kadar glukosa di dalam darah (hiperglikemik). Kadar glukosa darah sewaktu (GDS) penderita diabetes adalah >200 mg/dL, kadar glukosa darah puasa (GDP) adalah >126 mg/dL, kadar glukosa darah 2 jam *post prandial* (GDPP) adalah >200 mg/dL, sedangkan total HbA_{1c} di dalam darah >6.5 mg/dL.

HbA_{1c} merupakan hemoglobin darah yang dikenal sebagai indikator glikemik jangka panjang karena berumur sekitar 90-120 hari (Yazdanpanah *et al.*, 2017). Nilai HbA_{1c} mewakili kontrol glikemik rata-rata selama 2-3 bulan terakhir dan memperhitungkan kadar glukosa darah preprandial dan postprandial (Schnell, 2016). HbA_{1c} yang tinggi berhubungan dengan peningkatan resiko kematian akibat

kardiovaskuler yang komplikasi dengan diabetes (Lee *et al.*, 2020).

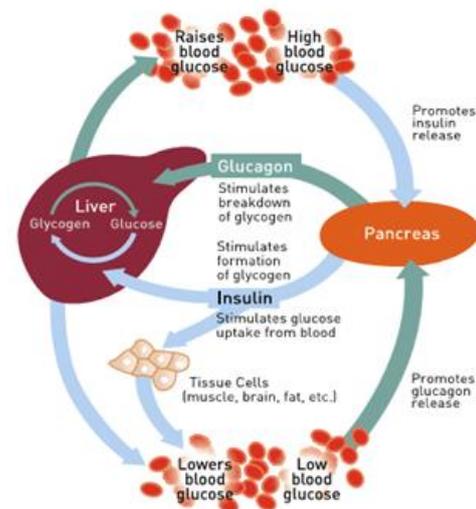
Glukosa merupakan gula pereduksi yang dapat bereaksi dengan kelompok amina protein membentuk basa Schiff *reversible*. Selanjutnya produk amadori perlahan-lahan terbentuk yang lebih stabil daripada basa Schiff. Produk amadori dapat menjalani serangkaian reaksi (oksidasi, dehidrasi, dan ikatan silang) untuk membentuk senyawa antara (yaitu α -oksalaldehid seperti glioksal). Senyawa antara ini bereaksi pada tingkat yang lebih besar daripada pereduksi gula dengan asam amino lisin dan arginin untuk membentuk albumin glikasi (AGEs). Proses glikasi memiliki efek pada struktur albumin dan dapat mengubah fungsi biologisnya (Yazdanpanah *et al.*, 2017).

DMT2 merupakan kejadian hiperglikemik atau tingginya kadar glukosa di dalam darah yang dihubungkan dengan beberapa kelainan di dalam tubuh, yaitu terjadinya kegagalan sekresi insulin dalam jumlah yang cukup oleh sel β -pankreas; terjadinya peningkatan produksi glukosa basal pada hepar; terjadinya gangguan transportasi dan utilisasi glukosa pada otot karena adanya resistensi insulin; meningkatnya lipolisis dan berkurangnya lipogenesis pada sel lemak; terjadinya defisiensi GLP-1 dan *incretin effect* yang berkurang pada usus; meningkatnya sintesis glukagon dalam keadaan puasa pada sel α -pankreas; serta meningkatnya ekspresi gen SGLT-2 pada ginjal sehingga reabsorpsi glukosa meningkat (Decroli, 2019).

Insulin dan glukagon merupakan hormon pengatur keberadaan glukosa di dalam darah. Insulin diproduksi oleh sel β -pankreas untuk mengatur masuknya glukosa ke dalam sel. Metabolisme produksi dan aksi insulin dapat dilihat pada **Gambar 1**. Ketika kadar glukosa di dalam darah meningkat, reseptor GLUT-2 pada sel β -pankreas akan menangkap glukosa dan membawanya ke dalam sel. Di dalam sel, glukosa mengalami fosforilase dengan bantuan enzim glukokinase sehingga terjadi peristiwa glikolisis dan terbentuk asam piruvat. Dalam peristiwa ini terjadi pembentukan adenosin tripospat (ATP) dan adenosin dipospat (ADP). Meningkatnya rasio ATP maupun ADP di dalam sel akan mengakibatkan menumpuknya kalium di dalam sel, sehingga terjadi depolarisasi sel. Hal ini mendorong terjadinya translokasi

insulin ke membran sel dan insulin akan dilepaskan ke dalam sel darah. Insulin disirkulasikan sampai ke otot, otak, dan sel-sel lemak. Pada kondisi DMT2, sekresi insulin dalam jumlah normal tidak dapat menurunkan kadar glukosa di dalam darah, sehingga merangsang disekresikannya insulin dalam jumlah yang lebih banyak. Keadaan hiperinsulin ini harus ditekan karena berpengaruh terhadap penurunan fungsi sel β -pankreas.

DMT2 juga dikaitkan dengan percepatan perkembangan aterosklerosis yang meningkatkan resiko kardiovaskular karena adanya kejadian dislipidemia pada penyandang DMT2. Dislipidemia ditandai dengan meningkatnya trigliserida (TG), *TG-rich protein* (TRL), *small dense LDL* (sdLDL), dan menurunnya kadar HDL. Menurut studi epidemiologi, masuknya TRL ke dalam dinding arteri menyebabkan terjadinya inflamasi (Galicia-Garcia *et al.*, 2020). Kondisi hiperglikemik dalam jangka waktu yang panjang dapat mempengaruhi sistem pembuluh darah kecil pada mata, ginjal dan saraf serta arteri yang lebih besar dan akhirnya memicu terjadi percepatan aterosklerosis (Bilous *et al.* 2015). Penderita DMT2 memiliki senyawa radikal bebas yang tinggi dalam tubuhnya sehingga akan meningkatkan keparahan dan menyebabkan komplikasi dengan penyakit lainnya.



Gambar 1. Metabolisme Produksi dan Aksi Insulin. Sumber: IDF, 2013

Tingginya senyawa radikal bebas akibat inflamasi akut dapat membentuk malonaldehid (MDA). Tingginya kadar MDA juga merupakan permasalahan bagi

penyandang DMT2 karena dapat mengakibatkan gangguan vaskuler, sehingga pasien DMT2 disarankan untuk melakukan *screening* kadar LDL dan HDL untuk mengetahui perkembangan komplikasinya (Morsi *et al.*, 2016). MDA merupakan hasil peroksidasi lipid. MDA dihasilkan dari asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA) baik melalui reaksi kimia maupun reaksi yang dikatalisis oleh enzim. MDA merupakan salah satu senyawa penanda terjadinya stres oksidatif (Tsikas, 2016). MDA adalah hasil dari peroksidasi asam arakidonat serta sebagai produk samping biosintesa prostaglandin. Produk peroksidasi lipid yang dihasilkan dari metabolisme sel serta aksi faktor fisik eksternal dan xenobiotik memiliki dampak signifikan pada fungsi sel.

DMT2 juga dapat mengganggu kerja enzim siklooksigenase-2 (COX-2). Enzim COX-2 merupakan pengkatalisis pembentukan prostaglandin. Prostaglandin ialah suatu mediator inflamasi yang menghasilkan produk berupa asam arakidonat. Enzim siklooksigenase mengonversi asam arakidonat menjadi prostaglandin PGG₂ dan kemudian menjadi PGH₂ (Adelin *et al.*, 2013). Gen COX-2 meningkat dalam jaringan adiposa pada penderita obesitas. Aktivasi COX-2 pada jaringan adiposa berkorelasi dengan inflamasi, resistensi insulin, dan perlemakan hati (Chan *et al.*, 2019). Penyandang DMT2 umumnya memiliki berat badan obesitas, sehingga memiliki aktivitas enzim COX-2 yang tinggi.

DM menjadi masalah kesehatan masyarakat karena dapat bersifat komplikasi jangka pendek dan jangka panjang. DMT2 sangat susah untuk disembuhkan, namun dapat dikontrol dan diturunkan risikonya bagi penyandang diabetes itu sendiri. Hal ini dapat dilakukan dengan pengobatan medis, pemberian asupan makanan yang dapat mengontrol glukosa darah, serta melakukan aktivitas fisik secara benar dan teratur. Melalui makanan, beberapa penelitian menyebutkan nutrisi yang dibutuhkan untuk mengontrol glukosa di dalam darah adalah protein, serat pangan, dan senyawa non-gizi yang bersifat sebagai antioksidan.

Kedelai Hitam

Kedelai sering dikonsumsi dalam bentuk pangan olahan seperti kecap, tahu,

tauco, tempe, serta minuman sari kedelai. Bahan baku kedelai dapat berupa kedelai kuning maupun kedelai hitam. Merapi, Cikuray, dan Malika merupakan varietas unggul kedelai hitam yang kadar proteinnya 37-42% bk, sesuai untuk bahan baku kecap, namun ukuran bijinya relatif kecil. Dua varietas baru kedelai hitam (Detam-1 dan Detam-2) berukuran biji besar (± 14 g/100 biji) dengan potensi hasil 3-3,50 t/ha dan kadar protein paling tinggi (43-44,60% bk) (Ginting *et al.*, 2009). Sejumlah penelitian menyebutkan kelebihan dari kedelai hitam dibandingkan kedelai kuning, yaitu adanya senyawa antosianin (Kim *et al.*, 2006). Kandungan senyawa fitokimia kedelai hitam dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kandungan senyawa kimia kedelai hitam varietas Detam 1 basis kering

Senyawa fitokimia	Jumlah ($\mu\text{g/g}$)
Daidzein	1.18
Genistein	0.59
Antosianin	705.27
Kapasitas antioksidan	75.16
Total fenol	1401.44

Sumber: Triandita *et al.*, 2016

Biji kedelai kaya akan protein dan lemak serta beberapa zat gizi penting lainnya, seperti vitamin (asam lemak), dan lesitin, serta komponen non-gizi lainnya seperti serat pangan dan komponen bioaktif. Menurut Zakaria *et al.* (2016), Proses pengolahan kedelai menjadi tahu dapat 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 hitam segar.

Dalam mengendalikan penyakit diabetes, kedelai dapat menurunkan kadar glukosa darah, resistensi insulin dan inflamasi, serta menjaga profil lipid darah (Triandita dan Putri, 2019). Kandungan komponen gizi dan senyawa bioaktif kedelai dapat memberikan manfaat bagi kesehatan. Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa kedelai memiliki sifat sebagai bahan farmakologis karena memiliki senyawa fitokimia seperti isoflavon, antosianin dan antioksidan yang diketahui dapat sebagai antidiabetes, antihiperkolesterol, antihiperlipid, antiobesitas, antihipertensi, antikanker, antimutagen, antiosteoporotik, antiviral, antiinflamasi, immunomodulator, neuropro-

tektif, dan antimikroba (Messina, 2010; Kim *et al.*, 2013).

Kedelai hitam merupakan salah satu bahan pangan yang memiliki nilai indeks glikemik rendah (Atkinson *et al.*, 2008). Kedelai hitam dapat diolah salah satunya menjadi produk tahu ungu. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Amrizal *et al.* (2018) tahu ungu disajikan dengan kaldu sayur diintervensi pada 20 responden DMT2 sebanyak 85 g/hari selama 28 hari menunjukkan memiliki potensi dalam memperbaiki kondisi hiperglikemia. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan kadar glukosa darah puasa dari 224.7 ± 92.45 mg/dL to 170.2 ± 68.15 mg/dL dan peningkatan kadar insulin plasma 0.29 ± 0.08 mg/dL to 0.39 ± 0.11 mg/dL.

Menurut Fernandes *et al.* (2012), daidzein merupakan bagian dari isoflavon yang tergolong pada kelompok senyawa flavonoid. Aktivitas antioksidan flavonoid terletak pada gugus OH aromatiknya. Daidzein berperan sebagai antioksidan, anti-inflamasi, dan penghenti siklus sel dan aktivitas biologisnya seperti hormon estrogen. Oksidasi daidzein bersifat *irreversible* dan bergantung pada pH. Kemampuan oksidasi daidzein sangat kuat pada suasana asam.

Penelitian Gina *et al.* (2014) mengungkapkan manfaat kedelai hitam melalui pemberian ekstrak air kedelai hitam yang diberikan pada tikus jenis *Rattus norvegicus* umur 2 bulan dengan bobot 200 g yang telah diadaptasi selama 1 minggu dan diberikan induksi streptozotocin. Subjek penelitian terdiri dari 2 kelompok yaitu kelompok tikus sehat (kontrol negatif) dan tikus diabetes (kontrol positif). Tikus dinyatakan diabetes bila nilai kadar glukosa darahnya >200 mg/dL. Kelompok subjek diberikan perlakuan intervensi dengan ekstrak air kedelai hitam selama 14 hari dengan dosis yang berbeda yaitu 500 mg/kg BB, 750 mg/kg BB, dan 1000 mg/kg BB. Pengukuran kadar glukosa dilakukan setelah induksi streptozotocin dan setelah perlakuan 14 hari intervensi. Hasil penelitiannya menunjukkan kemampuan ekstrak air kedelai hitam dalam menurunkan kadar glukosa tikus diabetes dan memberikan efek dalam meningkatkan aktivitas SOD. Dosis optimum penggunaan ekstrak air kedelai hitam adalah 1000 mg/kgBB.

Hasil penemuan lainnya oleh Shen *et al.* (2019) terhadap efek antidiabetes

dengan memanfaatkan serat pangan larut (SDF) dari kedelai hitam. Percobaan ini dilakukan kepada tikus DMT2 dengan induksi streptozotocin dosis rendah yang dibagi dalam 4 kelompok intervensi selama 4 minggu percobaan. 4 kelompok perlakuan yang diberikan pada tikus tersebut adalah kontrol (nondiabetes, tanpa asupan SDF), model (khusus diabetes), metformin (metformin: 100 mg/kg berat badan), dan SDF (SDF: 600 mg/kg berat badan). Empat minggu pasca intervensi dengan SDF, menunjukkan bahwa SDF mampu menurunkan berat badan tikus diabetes, menormalkan kadar glukosa darah, dan mengurangi kolesterol serum, insulin serum, leptin, peptida seperti glukagon, kolesterol total, trigliserida, kolesterol lipoprotein densitas rendah, indeks arteriosklerosis, aktivitas aspartat aminotransferase, dan malondialdehid. Hasil ini juga menunjukkan bahwa terjadi peningkatan HDL, adiponektin, glikopeptida peroksidase, aktivitas superoksida dismutase dan memperbaiki cedera pankreas pada tikus diabetes. Hal tersebut menunjukkan bahwa SDF memiliki potensi untuk digunakan dalam pengobatan DMT2.

Kim *et al.* (2012) menemukan bahwa antosianin dari kedelai hitam mampu menghambat TNF- α dan siklooksigenase-2 (COX-2) sebagai penanda inflamasi melalui jalur yang bergantung pada jalur NF-kB. Pemberian antosianin (50 dan 100 mg/kg) pada tikus jantan secara signifikan dapat meningkatkan kelangsungan hidup area flap kulit dalam model iskemik 10 jam dari 62% menjadi 74,5% dan 83%. Menurut Lee *et al.* (2017)², antosianin berpotensi menurunkan inflamasi melalui penghambatan ekspresi sitokin seperti NF-kB, IRF-3 dan AP-1.

Putri *et al.* (2016) menemukan bahwa mengonsumsi tahu kedelai hitam kaya serat mampu menurunkan risiko inflamasi pada penderita DMT2 melalui penurunan level IL-6. Tahu kedelai hitam kaya serat memiliki protein dan serat pangan yang tinggi. Sejalan dengan itu, Triandita *et al.* (2016) menemukan bahwa tahu kedelai hitam kaya serat mengandung beberapa senyawa bioaktif yang berperan sebagai antioksidan, seperti daidzein, genistein, antosianin, dan senyawa fenolik lainnya. Hal ini ditandai dengan meningkatnya aktivitas antioksidan plasma darah responden DMT2 selama

mengonsumsi tahu kedelai hitam kaya serat. Mekanisme terjadinya peningkatan antioksidan plasma dalam menekan radikal adalah melalui pemberian atom hidrogen dari gugus hidroksil dari kelompok flavonoid (antosianin dan isoflavon) kepada senyawa radikal bebas.

Zakaria *et al.* (2016) menyebutkan bahwa penyandang DMT2 membutuhkan asupan antioksidan dalam jumlah yang besar, karena adanya peningkatan radikal bebas (ROS) akibat kondisi hiperglikemik. 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. Irwanto *et al.*, (2016) Intervensi sari kedelai hitam yang diperkaya mikroenkapsulan MSMn dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dalam plasma responden DMT2 secara signifikan. Selain itu juga dapat meningkatkan kapasitas antioksidan plasma dan menurunkan nilai SGOT/SGPT responden DMT2. Penelitian Amrizal *et al.* (2017), pasien DMT2 yang mengonsumsi tahu kedelai hitam atau tahu ungu selama 28 hari mengalami perbaikan profil lipid darah, meliputi penurunan kadar trigliserida, LDL, dan total kolesterol.

Minyak Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) ialah tanaman penghasil minyak nabati dengan rendemen yang tinggi diantara tanaman penghasil minyak lainnya. Penggunaannya yang luas menjadikan minyak kelapa sawit sebagai salah satu jenis minyak paling penting. Sebagai tanaman penting, kelapa sawit memiliki keunggulan dalam hal produksi minyak yang sangat efisien dibandingkan dengan tanaman lainnya. Sebagai tanaman penghasil minyak paling efisien, kelapa sawit dapat menghasilkan minyak dengan rendemen yang tinggi sekitar 8 ton minyak untuk setiap hektarnya. Kelapa sawit termasuk tanaman penghasil minyak diantara 10 tanaman penghasil minyak utama lainnya, tanaman ini tercatat hanya memiliki lahan sekitar 5,5% dalam pembudidayaan atau lebih kecil dibandingkan tanaman minyak lainnya.

Kandungan Minyak sawit mentah (MSMn) yang terdiri atas komponen makro berupa gliserida (ester gliserol dan asam

lemak), asam lemak (50% asam lemak jenuh, 40% asam lemak tak jenuh dan 10% asam lemak tak jenuh rantai ganda), dan komponen mikro berupa karotenoid, tokoferol, tokotrienol, fitosterol, senyawa fenolik dan senyawa fitonutrien lainnya (Boateng and Lee, 2013). Senyawa minor tersebut diketahui memiliki manfaat dalam mengendalikan keparahan penyakit degeneratif seperti jantung, kanker, dan diabetes mellitus. Mekanisme kerjanya seringkali dihubungkan dengan fungsinya dalam menurunkan tingkat stress oksidatif melalui aktivitas antioksidan yang dimilikinya (Biglari, 2008).

Penelitian yang dilakukan oleh Assah *et al.* (2020) terhadap 22 orang ibu rumah tangga (IRT) dengan konsumsi sebanyak 2,94 mL MSMn/hari selama 2 bulan intervensi yang terdiri dari 3 kali pertemuan intervensi yakni sebelum intervensi, satu bulan setelah intervensi, dan dua bulan setelah intervensi. Adapun kriteria responden yang digunakan dalam penelitiannya adalah usia 22-44 tahun yang memiliki tubuh yang sehat berdasarkan pengujian kesehatan, tidak sedang hamil atau menyusui dan tidak merokok. IRT yang dijadikan responden diambil dari wilayah tempat tinggal yang sama dengan aktivitas dan jenis makanan tidak jauh berbeda sehingga kondisi gizi semua responden lebih seragam. Produk diberikan setelah pertemuan pertama sebelum intervensi, dengan takaran kegunaan untuk menumis makanan atau variasi lain sesuai kebutuhan keluarga. Kemudian dilakukan evaluasi dengan mengisi kuesioner dan melalui proses wawancara langsung kepada responden. Pemantauan terhadap intervensi dilakukan minimal satu atau dua kali seminggu sehingga konsumsi MSMn dapat diketahui dan didata dengan baik oleh peneliti. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa konsumsi minyak sawit mentah dapat meningkatkan kadar betakaroten plasma ibu rumah tangga yang sehat dan menurunkan kadar malonaldehida responden. Hasil ini menunjukkan bahwa MSMn merupakan sumber betakaroten yang memberikan manfaat bagi kesehatan dan menghambat terbentuknya senyawa *reactive oxide scavenger* (ROS). Hiperglikemia pada penyakit diabetes mellitus dapat menyebabkan peningkatan radikal bebas. Radikal bebas akan dapat memicu terbentuknya senyawa malonaldehida

(MDA). Betakaroten diketahui memiliki manfaat dalam menghambat terbentuknya ROS (Hanachi *et al.*, 2009).

Manfaat betakaroten juga diteliti lebih lanjut oleh Soviana *et al.* (2014) dengan memanfaatkan tikus *sprague dawley* yang diinduksikan dengan *streptozotocin*3 kelompok perlakuan dengan 1 kelompok kontrol negatif dan 1 kontrol positif. Kelompok X1 = kontrol negatif / diabetik (kelompok yang diinduksi STZ), kelompok X2 = perlakuan 1 (kelompok yang diinduksi STZ 40 mg/kg BB dan diberi β -carotene 1 mg/kg BB), kelompok X3 = perlakuan 2 (kelompok yang diinduksi STZ 40 mg/kg BB dan diberi β -carotene 10 mg/kg BB), kelompok X4 = perlakuan 3 (kelompok yang diinduksi STZ 40 mg/kg BB dan diberi β -carotene 20 mg/kg BB), kelompok X5 = kontrol teknik / non diabetik (kelompok yang tidak diinduksi STZ). Pengukuran kadar glukosa darah subjek penelitian dilakukan setelah 18 hari. Nilai glukosa darah >200 mg/dL digolongkan dalam tikus yang menderita diabetes. Setiap kelompok tikus juga dilakukan pengujian kadar MDA. Intervensi betakaroten terhadap subjek dilakukan selama 30 hari dengan pemberian betakaroten secara sonde 2 hari sekali. Hasil penelitian menunjukkan terdapat penurunan kadar glukosa darah subjek setelah diberikan betakaroten dengan dosis bertingkat 1 mg/kg BB, 10 mg/kg BB, dan 20 mg/kg BB. Pemberian 10 mg/kg BB menunjukkan hasil penurunan glukosa darah paling efektif dibandingkan dengan dosis yang lainnya. Selain indikator pengujian glukosa darah, penurunan kadar MDA subjek juga terjadi setelah diberikan dosis bertingkat betakaroten yakni 1 mg/kg BB, 10 mg/kg BB dan 20 mg/kg BB. Dosis penurunan kadar MDA subjek paling efektif adalah pemberian betakaroten 20 mg/kg BB subjek.

Hasrini *et al.* (2017) menyebutkan bahwa teknik mikroenkapsulasi bisa digunakan untuk memperbaiki stabilitas karotenoid dan untuk pengembangan fortifikasi pangan. Mikroenkapsulat MSMn terbaik berbentuk bulat dengan permukaan yang halus, dan memiliki ukuran mikroenkapsulat MSMn berkisar antara 1-12 μ m. Hasil analisis difraksi sinar-X menunjukkan bahwa mikroenkapsul MSMn berada dalam keadaan kristalin dengan nilai kristalinitas dan nilai amorf berturut-turut adalah sebesar 69,3 dan 30,7%. Irwanto *et al.* (2016) lebih lanjut meneliti

tentang minuman sari kedelai hitam (SKH) yang diperkaya mikroenkapsulan minyak sawit mentah (MSMn) dan diintervensikan kepada responden DMT2 setiap sore hari sebanyak 240 mg/hari selama 4 minggu. Hasil penelitiannya menyebutkan bahwa minuman fungsional ini menurunkan kadar enzim COX-2 di dalam plasma darah responden.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hasrini *et al.* (2017) selama 28 hari dengan mengintervensi responden melalui konsumsi minuman Sari Kedelai Hitam yang diperkaya Mikroenkapsulan MSMn (SKHMM) sebanyak 240 mL setiap sore menunjukkan adanya penurunan nilai glukosa darah puasa dan nilai HbA1c. Selain itu intervensi SKHMM juga diketahui dapat meningkatkan kadar CD4⁺, CD8⁺, dan nilai sel T dan menekan kadar IL-6 yang mengindikasikan adanya aktivitas senyawa imunomodulator yang dimiliki oleh SKHMM. SKHMM dapat direkomendasikan bagi penderita DMT2 karena memiliki kandungan senyawa bioaktif yang memberikan nilai fungsional bagi tubuh yaitu flavonoid, genistein, antosianin, karotenoid dan rendah indeks glikemik.

KESIMPULAN

DMT2 terjadi karena ketiadaan atau kesalahan fungsi kerja insulin yang menyebabkan konsentrasi glukosa didalam darah meningkat dan lama-kelamaan menimbulkan kondisi hiperglikemik yang berkepanjangan. Konsumsi produk pangan sehat yang bersumber dari kacang kedelai hitam dan penambahan MSMn dapat membantu mengontrol dan menurunkan risiko penyakit DMT2. Kedelai hitam memiliki senyawa yang baik meliputi protein, lemak nabati, serat pangan, dan komponen bioaktif seperti flavonoid dan antosianin yang bisa berperan sebagai antioksidan. MSMn memiliki senyawa yang juga baik untuk kesehatan seperti lemak nabati, tokoferol, betakaroten dan senyawa bioaktif lainnya. Penelitian terkait nilai fungsional kedelai hitam dan MSMn telah banyak dilakukan dengan menggunakan hewan coba maupun manusia. Namun dibutuhkan peninjauan dan pembuktian terhadap indikator-indikator uji lebih mendalam terkait sifat fungsionalnya dalam menekan penyakit DMT2 dan menurunkan risiko komplikasi keparahannya melalui

manusia sebagai subjek langsung penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelin, T., Frengki dan Aliza, D. (2013). Penambatan molekuler kurkumin dan analognya pada enzim siklooksigenase-2. *J. Medika Veterinaria*. 7(1):30-34.
- Amrizal, SN., Zakaria, FR., Chasanah, E. dan Suliantari. (2017). Intervensi tahu ungu mampu memperbaiki profil lipid darah subjek penderita diabetes melitus tipe-2. *J. Gizi Pangan*. 12 (3): 225-230.
- Assah, YF., Apriyani, SW., Nuryadi, AM. and Makalag, AK. (2020). Effect of crude palm oil consumption on the levels of plasma β -carotene, malondialdehyde and xanthine oxidase activity of healthy housewives. *Journal Med. Science*. 52 (1):38-47.
- Atkinson, FS., Powell, KF. and Miller, JCB. (2008). International tables of glycemic index and glycemic load values. *Diabetes Care*. 31(12): 2281-2283.
- Biglari, F., Alkarkhi, AFM. and Easa, AM. (2008). Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chem*. 107: 1636-1641.
- Bilous, R. dan Donnelly, R. (2015). Buku pegangan diabetes. dalam Yudha, EK. (Penerjemah), Bariid, NB. (Editor). Jakarta: Penerbit Bumi Mustika. Terjemahan dari: Handbook of diabetes. Ed ke-4.
- Boateng, CO. and Lee, KT. (2013). Sustainable utilization of palm oil wastes for bioactive phytochemicals for the benefit of the oil palm and nutraceutical industries. *Phytochem Rev*. 12: 173-190.
- Chan, P., Liao, M. and Hsieh, P. (2019). The dualistic effect of COX-2-mediated signaling in obesity and insulin resistance. *International Journal of Molecular Science*. 20(3115): 1-13.
- Decroli, E. (2019). Diabetes melitus tipe 2. Padang: Pusat Penerbitan Bagian Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Hal: 3.
- Fernandes, IPG., Oliveira, SCB., Ghalkhani, M., Shahrokhian, S. and Oliveira-Brett, AM. (2012). Electrochemical oxidation mechanisms of the antioxidants daidzein and 7-hydroxy-4-chromone. *Electroanalysis*. 24(3): 618-626.
- Galicia-Garcia, U., Benito-Vicente, A., Jebari, S., Larrea-Sebal, A., Siddiqi, H., Uribe, KB., Ostolaza, H. and Martin, C. (2020). Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus (review). *International Journal of Molecular Science*, 21(6275): 1-34.
- Gina, LP., Mahdi, C. and Aulanni'am. (2014). The influence water extract of black soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) on reducing of blood glucose level and the superoxide dismutase (SOD) activity on diabetes mellitus rats induced with multiple low dose of streptozotocin (MLD-STZ). *J. Pure App. Chem. Res*. 3(3): 131-137.
- Ginting, E., Antarlina, SS. dan Widowati, S. (2009). Varietas unggul kedelai untuk bahan baku industri pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28(3): 79-87.
- Hanachi, P., Moghadam, R. and Latiffah, AL. (2009). Investigation of lipid profiles and lipid peroxidation in patient with type-2 diabetes rats. *European J of Sci Res*. 28(1):6-13.
- Hasrini, RF., Zakaria, FR., Adawiyah, DR. and Suparto, IH. (2017). Antidiabetic and immunomodulatory potential of purple soymilk enriched with crude palm oil microcapsule in type 2 diabetes mellitus respondents. *Mal J. Nutr*. 23(3): 462-472.
- Hasrini, RF., Zakaria, FR., Adawiyah, DR. dan Suparto, IH. (2017). Mikroenkapsulasi minyak sawit mentah dengan penyalut maltodekstrin dan isolat protein kedelai. *J. Teknol dan Industri Pangan*, 28(1), 10-19.

- (IDF) International Diabetes Federation. (2013). IDF Diabetes Atlas. *Sixth Edition*.
<http://www.idf.org/diabetesatlas>.
- Irwanto, R., Adawiyah, DR. dan Zakaria, FR. (2016). Peran fisiologis sari kedelai hitam diperkaya mikroenkapsulan minyak sawit mentah pada penderita diabetes melitus tipe-2. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 27(1): 1-9.
- Kim, HJ., Xu, L., Chang, KC., Shin, SC., Chung, JI., Kang, D., Kim, S., Hur, JA., Choi, TH., Kim, S. and Cho, J. (2012). Anti-inflammatory effects of anthocyanins from black soybean seed coat on the keratinocytes and ischemia-reperfusion injury in rat skin flaps. *Microsurgery*, 1-8.
- Kim, K., Lim, KM., Shin, HJ., Seo, DB., Noh, YJ., Kang, S., Chung, HY., Shin, S., Chung, JH. and Bae, ON. (2013). Inhibitory effects of black soybean on platelet activation mediated through its active component of adenosine. *Thrombosis Research*. 131:254-261.
- Kim, SL., Berhow, MA., Kim, JT., Chi, HY., Lee, SJ. and Chung, IM. (2006) Evaluation of soyasaponin, isoflavone, protein, lipid, and free sugar accumulation in developing soybean seeds. *J. Agric Food Chem*. 54(26):10003-10010.
- Lee, S., Liu, T., Zhou, J., Zhang, Q., Wong, WT. and Tse, G. (2020). Predictions of diabetes complications and mortality using hba1c variability: a 10-year observational cohort study. *Acta Diabetologica*. Doi: 10.1007/s00592-020-01605-6
- Lee², Y., Yoon, Y., Yoon, H., Park, H., Song, S. and Yeum, K. (2017). Dietary anthocyanins against obesity and inflammation (review). *Nutrients*, 9(1089): 1-15.
- Li, C., Fan, Y., Li, S., Zhou, X., Park, K., Zhao, X. and Liu, H. (2021). Antioxidant effect of soymilk fermented by *Lactobacillus Plantarum* HFY01 on d-galactose-induced premature aging mouse model. *Frontiers in Nutrition*, 8: 1-17.
- Lim, TK. (2012). *Elaeis guineensis*. Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants. 1:335-392.
- Messina, M. (2010). Soybean isoflavone exposure does not have feminizing effects on men: a critical examination of the clinical evidence. *Fertility and Sterility*. 93(7):2095-2104.
- Morsi, HK., Ismail, MM., Gaber, HAH. and Elbasmy, AA. (2016). Macrophage migration inhibitory factor and malondialdehyde as potential predictors of vascular risk complications in type 2 diabetes mellitus: cross-sectional case control study in Saudi Arabia. *Hindawi Publishing Corporation*:1-8.
- Putri, NE., Zakaria, FR., Prangdimurti, E. dan Triandita, N. (2016). Effect of dietary fiber rich-tofu from black soybean on bloods glucose and inflammatory syndrom of type 2 diabetes mellitus subjects. *J. Teknol dan Industri Pangan* 27(2): 131-139.
- Schnell, O., Crocker, B. and Weng, J. (2016). Impact of HbA1c testing at point of care on diabetes management. *Journal of Diabetes Science and Technology*: 1-7. Doi: 10.1177/1932296816678263
- Shen, M., Wang, W., Ge, Y., Kang, Z., Wang, J., Quan, Z., Xiao, J. and Cao, L. (2019). Antidiabetic effects of soluble dietary fiber from steam explosion-modified black soybean hull in low-dose Streptozotocin-induced type 2 diabetic mice. *Hindawi Journal of Chemistry*. 1-9. <https://doi.org/10.1155/2019/6821438>
- Sinaga, AGS. and Siahaan, D. (2015). Characterization and antioxidant activity of non-polar extract from crude palm oil and palm methyl ester. *Int J ChemTech Res*. 8(4):1810-1816.
- Soviana, E., Rachmawati, B. and Suci, NW. (2014). Pengaruh suplementasi β -carotene terhadap kadar glukosa darah dan kadar malondialdehida

pada tikus sprague dawley yang diinduksi Streptozotocin. *Jurnal Gizi Indonesia*. 2(2):41-46.

Takahashi, R., Ohmori, R., Kiyose, C., Momiyama, Y., Ohsuzu, F. and Kondo, K. 2005. Antioxidant activities of black soybeans against low density lipoprotein oxidation. *J. Agric. Food Chem.* 53(11): 4578-4582.

Triandita, N., Zakaria, FR., Prangdimurti, E. and Putri, NE.(2016). Improvement in antioxidant status of type 2 diabetes mellitus patients using dietary fiber rich-tofu from black soybean.*J. Teknol dan Industri Pangan* 27 (2): 123-130.

Triandita N, Putri NE. 2019. Peranan kedelai dalam mengendalikan penyakit degeneratif. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 1 (1), 6-17

Tsikakos, D. (2016). Assessment of lipid peroxidation by measuring malondialdehyde (MDA) and relatives in biological samples: Analytical and biological challenges. *Analytical Biochemistry*, 524: 13-30.

(WHO) World Health Organization. (2016). WHO South-East Asia Journal of Public Health, Special issue: diabetes in the South-East Asia Region, 5 (1): 1-45.

(WHO) World Health Organization. 2019. World health statistics 2019-monitoring health for the SDGs. Hal: 58

Yazdanpanah, S., Rabiee, M., Tahriri, M., Abdolrahim, M., Rajab, A., Jazayeri, HE. and Tayebi, L. 2017. Evaluation of glycated albumin (GA) and GA/ HbA1c ratio for diagnosis of diabetes and glycemic control: A comprehensive review. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 54(4): 219-232.

Zakaria, FR., Firdaus, DPR. And Yuliana, ND. (2016). Konsumsi tahu kedelai hitam untuk memperbaiki nilai sgot/ sgpt dan aktivitas antioksidan plasma penderita diabetes tipe 2. *Pangan*, 25(2): 95-104.