

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Diabetes

2.1.1 Pengertian

Diabetes adalah jenis penyakit metabolik dengan karakteristik tingginya kadar glukosa darah yang melebihi batas normal atau biasa disebut hiperglikemia yang disebabkan oleh adanya kelainan pada pankreas sehingga menyebabkan sekresi insulin dan kerja insulin (Parkeni, 2015). Diabetes Mellitus adalah sindrome yang disebabkan oleh terganggunya insulin di dalam tubuh sehingga menyebabkan hiperglikemia yang disertai dengan abnormalitas metabolik karbohidrat, lemak dan juga protein (Rudy, Richard, Yudha, & Barrarah, 2014).

Menurut WHO tahun 2020, Diabetes Mellitus adalah gangguan metabolik kronis dengan *multi etiologic* dengan tanda-tanda tingginya kadar glukosa darah serta dengan gangguan metabolik karbohidrat, lipid dan juga protein sebagai akibat dari insufisiensi fungsi insulin. Sedangkan menurut Kemenkes, Diabetes Mellitus merupakan penyakit metabolik menahun akibat gagalnya pankreas dengan tidak memproduksi insulin yang cukup atau tubuh tidak dapat menggunakan insulin dengan produksi yang efektif. Akibatnya glukosa dalam darah mengalami kenaikan (Kementrian Kesehatan RI, 2014). Diabetes Mellitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau kedua-duanya (Association, 2010).

2.1.2 Patofisiologi

Resistensi insulin adalah kelainan paling awal yang umum terdeteksi pada Diabetes (Lestari, Zulkarnain, & Sijid, 2021). Diabetes Mellitus Tipe I terjadi karena gangguan produksi insulin sebagai akibat dari rusaknya sel- β pankreas. Reaksi autoimun dapat terjadi akibat peradangan pada sel- β . sehingga menyebabkan timbulnya antibody sel- β yang disebut ICA. Reaksi sel- β dengan antibody ICA menyebabkan hancurnya sel- β (Ermawati, 2012). Sedangkan menurut Lestari, pada Diabetes Mellitus Tipe I, sel- β telah dihancurkan dalam proses autoimun, sehingga insulin gagal diproduksi. Meskipun glukosa dalam makanan tetap berada di dalam darah dan dapat

menyebabkan hiperglikemia postprandial (setelah makan), glukosa tersebut tidak dapat disimpan di hati. Jika konsentrasi glukosa dalam darah cukup tinggi, maka ginjal tidak akan dapat menyerap kembali semua glukosa yang telah disaring, sehingga ginjal tidak dapat menyerap semua glukosa yang disaring. Akibatnya, glukosa muncul dalam urine atau biasa disebut kencing manis (Lestari, Zulkarnain, & Sijid, 2021).

Diabetes Mellitus Tipe II tidak disebabkan oleh sekresi insulin, melainkan disebabkan oleh resistensi insulin. Resistensi insulin adalah keadaan dimana sel-sel sasaran insulin gagal atau tidak mampu merespon insulin dengan normal. Resistensi insulin biasa disebabkan oleh obesitas, dan kurangnya aktivitas fisik, serta faktor usia (Fatimah, 2015). Dalam jurnalnya, Lestari juga menambahkan bahwa kekurangan insulin juga dapat mengganggu metabolisme protein dan lemak, yang menyebabkan penurunan berat badan. Jika terjadi kekurangan insulin, kelebihan protein dalam darah yang bersirkulasi tidak akan disimpan. Dengan tidak adanya insulin, semua aspek metabolisme lemak akan meningkat pesat. Jika sel beta tidak dapat memenuhi permintaan insulin yang meningkat, maka kadar glukosa akan meningkat dan Diabetes tipe II akan berkembang (Lestari, Zulkarnain, & Sijid, 2021).

2.1.3 Faktor Resiko

Menurut Perkeni 2015, faktor resiko Diabetes Mellitus dibedakan menjadi 2, yaitu faktor resiko yang tidak dapat dirubah dan faktor resiko yang dapat dirubah (Parkeni, 2015).

- a. Faktor resiko yang tidak dapat diubah:
 - Riwayat keluarga dengan Diabetes Mellitus;
 - Usia (seiring dengan meningkatnya usia maka resiko untuk menderita intoleransi glukosa juga akan meningkat. Pada usia diatas 45 tahun sudah harus dilakukan pemeriksaan diabetes);
 - Etnik dan ras;
 - Riwayat melahirkan bayi dengan BB > 4000gram atau riwayat pernah menderita Diabetes Mellitus Gestasional;
 - Riwayat melahirkan bayi dengan BB rendah atau <2500 gram. Bayi dengan berat badan rendah memiliki resiko lebih besar dibandingkan dengan bayi berat normal.

- b. Faktor resiko yang dapat diubah:
- Berat badan lebih (IMT >23 kg/m²);
 - Hipertensi (tekanan darah >140/90 mmHg);
 - Aktifitas fisik yang kurang;
 - Diet yang tidak sehat (*unhealthy diet*). Orang yang melakukan diet dengan makanan tinggi glukosa dan rendah serat akan memiliki resiko yang lebih tinggi menderita Diabetes Mellitus khususnya Tipe 2.

2.1.4 Tanda dan Gejala

Diabetes sendiri memiliki beberapa tanda-tanda yang sering muncul sebelum terdiagnosis, antara lain haus, sering buang air kecil, cepat lelah, nafsu makan tinggi namun berat badan menurun. Dalam beberapa kasus Diabetes Mellitus yang lebih parah, gejala yang ditimbulkan juga dapat berupa bila luka akan sulit sembuh, pandangan mata kabur, impotensi pada pria (Nugroho, 2012). Sedangkan menurut Emma S. Wirakusumah (2000: 4) terdapat gejala khusus yang sering timbul dan dialami oleh penderita Diabetes Mellitus antara lain:

- a. Trias poli, yaitu:
- Poliuria, yaitu banyaknya kencing akibat hiperglikemia, maka terjadilah penambahan bentuk air kemih dengan jelas serta penarikan cairan ke sel-sel tubuh.
 - Polidipsia, yaitu banyak minum. Sebenarnya keluhan ini merupakan reaksi tubuh akan adanya poliuria yang menyebabkan kekurangan cadangan air tubuh.
 - Poliphagia, yaitu nafsu makan bertambah, sebab karbohidrat tidak dapat digunakan karena jumlah insulin tidak dapat menjamin proses metabolisme glukosa.
- b. Lemas, ini akibat karbohidrat yang keluar bersama urine maka tubuh kekurangan kalori.
- c. Berat badan menurun, oleh karena gula yang ada pada darah tidak dapat dioksidasi, maka terpaksa menghasilkan tenaga, sehingga tubuh kehilangan lemak yang mengakibatkan penderita menjadi kurus.
- d. Polineuritis, yaitu rasa gatal-gatal seluruh tubuh,
- e. Hiperglikemia, yaitu kadar glukosa tubuh yang meningkat karena tubuh kekurangan insulin, sehingga glukosa dapat dirubah menjadi glikogen.

Pendapat lain juga mengungkapkan bahwa tanda dari Diabetes Mellitus adalah adanya hiperglikemi kronik akibat defisiensi insulin baik relative maupun absolute. Kemudian gejala yang tampak pada penerita adalah poliuria, polidipsia, polifagia serta penurunan berat badan (Ermawati, 2012).

2.1.5 Klasifikasi

Dalam jurnal Perkeni dijelaskan bahwa Diabetes Mellitus diklasifikasikan menjadi beberapa tipe, yaitu:

- a. Tipe 1, merupakan tipe hasil destruksi sel- β , umumnya menjurus ke defisiensi insulin absolut. Seperti autoimun dan idiopatik.
- b. Tipe 2, memiliki berbagai variasi mulai dari dari dominan resistensi insulin disertai defisineis insulin relative hingga yang dominan defek sekresi insulin disertai resistensi insulin.
- c. Tipe lain. Merupakan hasil dari:
 - Defek genetik fungsi sel- β
 - Defek genetik kerja insulin
 - Penyakit eksokrin pankreas
 - Endokrinopati
 - Karena obat atau zat kimia
 - Infeksi
 - Sebab imunologi yang jarang
 - Sindrom genetik lain yang berkaitan dengan Diabetes Mellitus

Pendapat lain juga menyampaikan bahwa klasifikasi Diabetes Mellitus dibedakan menjadi 2 kategori yaitu *Insulin-Dependent* Diabetes Mellitus (IDDM) atau yang biasa disebut Diabetes Mellitus Tipe-I dan non-insulin *Dependent* Diabetes Mellitus (NIDDM) yang biasa disebut dengan Diabetes Mellitus Tipe-II (Ermawati, 2012).

Menurut *American Diabetes Association* (ADA,2013) Diabetes Mellitus diklasifikasikan menjadi 4 kelas secara klinis, yaitu Diabetes Mellitus Tipe-1, yang merupakan hasil dari kehancuran sel- β pankreas, biasanya menyebabkan defisiensi absolut. Selanjutnya ada Diabetes Mellitus Tipe-II yang merupakan hasil dari gangguan sekresi insulin yang progresif yang menjadi latar belakang terjadinya respirentif insulin. Diabetes Mellitus tipe

lain, misalnya gangguan genetik pada fungsi sel- β , gangguan generik pada insulin, penyakit eksokrin pankreas. Tipe terakhir adalah gestational Diabetes Mellitus.

2.1.6 Penata Laksanaan

Pada penatalaksanaan responden Diabetes Mellitus terdapat 4 pilar penting dalam mengontrol perjalanan penyakit dan komplikasi. Empat pilar tersebut adalah edukasi, terapi nutrisi, aktifitas fisik dan farmakologi. Salah satu parameter yang dapat digunakan sebagai indikator keberhasilan pengontrolan kadar glukosa darah adalah kadar hemoglobin yang terglukosilasi (HbA1c) yang dapat digunakan sebagai suatu indikator penilaian kontrol kadar glukosa darah pada responden Diabetes dalam 2-3 bulan terakhir (Putra & Berawi, 2015)

Tujuan utama penatalaksanaan DM adalah untuk mencegah komplikasi dan menormalkan aktivitas insulin di dalam tubuh. Penatalaksanaan DM terdiri dari empat pilar yaitu edukasi, diet, latihan jasmani dan pengobatan secara farmakologi (Perkumpulan Endokrinologi Indonesia, 2011)

Menurut Parkeni 2015, Terdapat langkah-langkah dalam penata laksanaan pada penderita Diabetes Mellitus, yaitu:

1. Edukasi

Edukasi yang biasa disebut dengan pendidikan adalah segala upaya yang dilakukan untuk mempengaruhi orang lain baik individu maupun kelompok atau masyarakat sehingga mereka melakukan apa yang diharapkan oleh Pelaku Pendidikan (Notoatmodjo, 2003). Keberhasilan dalam mencapai perubahan perilaku, membutuhkan edukasi, pengembangan ketrampilan, dan motivasi yang berkenaan dengan:

- Makan makanan sehat.
- Kegiatan jasmani secara teratur.
- Penggunaan obat Diabetes secara umum, teratur, dan pada waktu spesifik.
- Melakukan pemantauan glukosa darah mandiri dan memanfaatkan berbagai informasi yang ada.

2. Terapi Nutrisi Medis

Dalam terapi nutrisi medis, prinsip pengaturan makan pada responden Diabetes Mellitus hampir sama dengan anjuran makanan untuk masyarakat umum, yaitu makanan yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan kalori dan zat gizi masing-masing individu. Responden Diabetes perlu diberikan penekanan mengenai pentingnya teraturnya jadwal makan, jenis dan jumlah kandungan kalori, terutama pada penderita yang menggunakan obat yang meningkatkan sekresi insulin. Perencanaan makan responden dengan Diabetes Mellitus meliputi tujuan diet dan syarat diet.

3. Aktivitas fisik

Pada penderita Diabetes Mellitus, aktivitas fisik merupakan salah faktor yang sangat berpengaruh. Kontraksi otot saat berolahraga memiliki sifat yang sama seperti insulin (*insulin effect*). Permeabilitas membran terhadap glukosa meningkat pada otot yang berkontraksi. Pada saat melakukan latihan fisik, resistensi insulin berkurang dan sebaliknya sensitivitas insulin meningkat (Gustiawati, Fahrudin, Kurniawan, & Indah, 2019). Prinsip latihan jasmani responden Diabetes sama saja dengan prinsip jasmani secara umum, yaitu frekuensi, intensitas, durasi, dan jenis aktivitas. Kegiatan jasmani sehari-hari dan latihan jasmani dilakukan secara teratur sebanyak 3-5 kali perminggu dengan durasi 30-45 menit, dengan total 150 menit perminggu. Latihan yang dianjurkan berupa latihan jasmani yang bersifat aerobik dengan intensitas sedang (50- 70% denyut jantung maksimal), seperti jalan cepat, bersepeda santai, *jogging*, dan berenang. Denyut jantung maksimal dihitung dengan cara mengurangi angka 220 dengan usia responden. Latihan disesuaikan dengan umur dan status kebugaran jasmani. Intensitas latihan pada pasein yang relatif sehat bisa ditingkatkan, sedangkan pada responden diabetes dengan komplikasi, intensitas latihan perlu dikurangi dan disesuaikan dengan masing-masing individu (Parkeni, 2015)

4. Farmakologis

Pilar terakhir pada penatalaksanaan Diabetes Mellitus adalah pemberian obat oral atau juga insulin. Terapi farmakologis ini diberikan bersamaan dengan pengaturan makan dan latihan jasmani (gaya hidup sehat). Menurut Fahrudin tahun 2011, obat-obatan untuk penderita Diabetes Mellitus yaitu:

- Obat Hipoglikemik Ora (OHO) seperti sulfoniluria dan biguanide;
- Insulin.

2.2 Glukosa Darah

2.2.1 Pengertian

Glukosa darah atau yang biasa lebih dikenal dengan gula darah merupakan gula yang berada dalam darah yang terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan dalam glikogen di hati dan otot rangka (Siregar, Amahorseja, Adriane, & Adriana, 2020). Pendapat lain mengungkapkan bahwa glukosa darah merupakan bahan bakar universal bagi sel-sel tubuh manusia dan berfungsi sebagai sumber karbon untuk sintesis sebgaiian besar senyawa lainnya. Semua jenis sel manusia menggunakan glukosa untuk memperoleh energi (Adriansyah, Womor, & Wungouw, 2015).

Dalam jurnalnya, Adriansyah juga menjelaskan bahwa glukosa adalah salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga dalam tubuh. Glukosa merupakan prekursor untuk sintesis semua karbohidrat lain di dalam tubuh seperti glikogen, ribosa dan deoksiribosa dalam asam nukleat, galaktosa dalam laktosa susu, dalam glikolipid, dan dalam glikoprotein dan proteoglikan (Adriansyah, Womor, & Wungouw, 2015). Pendapat lain juga mengungkapkan bahwa glukosa darah merupakan konsentrasi gula dalam darah. Glukosa yang dialirkan dalam darah adalah sumber utama energi untuk sel-sel tubuh. Pada keadaan pasca penyerapan kadar glukosa dipertahankan antara 4,5-5,5 mmol/L. Kemudian setelah mengkonsumsi karbohidrat, kadar tersebut dapat meningkat menjadi 6,5-7,2 mmol/L dna pada saat lapar kadar tersebut akan kembali turun menjadi 3,3-3,9 mmol/L (Murray, 2009).

2.2.2 Kadar Glukosa Darah

Kadar glukosa darah adalah istilah yang mengacu pada tingkatan gula darah pada darah. Konsentrasi gula darah, atau tingkat glukosa serum, diatur dengan ketat di dalam tubuh (Adriansyah, Womor, & Wungouw, 2015). Menurut kriteria diagnostik Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI) 2006, seseorang dikatakan menderita Diabetes jika memiliki kadar glukosa darah puasa >126 mg/dL dan pada uji sewaktu >200 mg/dL. Kadar glukosa darah sepanjang hari bervariasi dimana akan meningkat setelah makan dan kembali normal dalam waktu 2 jam. Kadar glukosa darah yang normal pada pagi hari setelah malam sebelumnya berpuasa adalah 70-110 mg/dL darah. Kadar glukosa darah biasanya kurang dari 120-140 mg/dL pada 2 jam setelah makan atau minum cairan yang mengandung gula maupun karbohidrat lainnya dan kadar glukosa darah sewaktu normal berkisar antara 80-180 mg/dl (Price & Wilson, 2005).

2.2.3 Metabolisme Glukosa

Glukosa merupakan salah satu jenis karbohidrat yang berada dalam makanan dan berupa polimer heksana, selain glukosa karbohidrat lain juga berbentuk dalam galaktosa, dan fruktosa. Dalam keadaan normal, glukosa akan difosforilasi menjadi glukosa-6-fosfat. Kemudian glukosa akan dikatalisis oleh enzim heksokinase, dan kadarnya akan meningkat oleh insulin dan akan kembali normal pada keadaan kelaparan. Glukosa hasil metabolisme akan disimpan di hati dan juga otot yang biasa disebut dengan glikogen. Glikogen tersebut akan berkerja ketika aktivitas otot dan juga glukosa terisi sesuai kebutuhan (Pearce, 2010).

Sedangkan menurut Depkes RI tahun 2008, Gula darah setelah diserap oleh dinding usus akan masuk ke dalam aliran darah masuk ke hati, dan disintesis menghasilkan glikogen kemudian dioksidasi menjadi CO₂ dan H₂O atau dilepaskan untuk dibawa oleh aliran darah ke dalam sel tubuh yang memerlukannya, terutama otak. Kadar glukosa darah dikendalikan oleh suatu hormon insulin yang berasal dari sekresi sel beta pankreas, jika hormon insulin kurang maka gula darah akan menumpuk dalam sirkulasi darah sehingga glukosa darah meningkat. Jika kadar glukosa darah meningkat sampai melebihi ambang batas ginjal, maka glukosa darah akan keluar bersama dengan urin.

Pendapat lain juga mengungkapkan bahwa pada umumnya metabolisme glukosa menghasilkan energi untuk tubuh. glukosa yang masuk akan disakarida. Dalam mukosa usus halus, disakarida akan diuraikan oleh enzim yang biasa disebut dengan disakaridase yang berupa lactase, sukrase, dan maltase. Tiga jenis enzim tersebut bersifat spesifik untuk satu jenis disakarida (Sacher & McPherson, 2004).

2.3 Smoothies Buah (Anggur, Apel, Strawberry)

Pada penderita diabetes, selain dilakukan terapi farmakologi, dilakukan juga terapi non farmakologi untuk mengurangi efek samping dari obat-obatan yang dikonsumsi. Terapi non-farmakologi biasa diberikan dalam bentuk diet yang berasal dari buah dan sayur (Wati, Jaelani, & Sulistyowati, 2019). Selain memiliki kandungan indeks glikemik rendah, buah dan sayur juga kaya serat makanan yang dapat memberikan efek yang positif pada responden Diabetes Mellitus tipe 2 dalam menurunkan kadar glukosa darah. Pada penelitian di Amerika menunjukkan bahwa diet tinggi serat yaitu 25 gram perhari mampu memperbaiki kontrol kadar glukosa darah, menurunkan produksi insulin yang berlebihan di dalam darah serta menurunkan kadar lemak darah (Wuryaningrum, Jaelani, & Sunarto, 2016)

Salah satu alternatif modifikasi diet tinggi serat berupa minuman segar yang terbuat dari campuran aneka sayuran mentah atau buah-buahan segar dan dihaluskan (diblender) disebut juga bubur buah adalah *smoothies* buah. *Smoothies* adalah minuman campuran dari buah-buahan atau sayuran yang dapat ditambahkan dengan yoghurt, susu, ataupun madu dengan cara diblender. Selain beberapa bahan tersebut, bahan pangan seperti sirup, cokelat dan susu kental manis juga seringkali ditambahkan ke dalam *smoothies* (Sutomo, 2010). *Smoothies* buah memiliki nilai indeks glikemik rendah, dan juga kaya vitamin serta mineral termasuk kalsium, kalium, magnesium, vitamin A, C, dan E dan antioksidan. Rutin mengonsumsi *smoothies* bermanfaat bagi sistem pencernaan tubuh karena terdiri dari serat larut air yang dapat menyerap cairan dan membentuk gel di dalam lambung sehingga memperlambat gerak peristaltik usus serta memperlambat penyerapan glukosa oleh usus halus (Wuryaningrum, Jaelani, & Sunarto, 2016)

Dalam penelitian ini, stroberi (*Fragaria ananassa*) dipilih dalam pembuatan *smoothies* karena kandungan kalori total yang rendah, dimana per 100 gram stroberi hanya menyediakan 32 kkal, yang menjadikan stroberi sebagai pilihan makanan sehat. Selain itu, stroberi juga mengandung sumber vitamin B, vitamin C dan E, kalium, asam folat, karotenoid, dan flavonoid seperti pelargonidin, quercetin, dan catechin. Pada penelitian lain juga dijelaskan mengenai kandungan vitamin C dalam stroberi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemberian vitamin C dengan dosis tinggi (2 g/hari) dapat meningkatkan kesehatan penderita diabetes. Hal ini dikarenakan vitamin C memiliki potensi terapeutik untuk sensitivitas insulin. Vitamin C membantu mencegah komplikasi Diabetes Mellitus Tingkat 2 dengan menghambat produksi sorbitol. Sorbitol sendiri adalah produk sampingan dari metabolisme gula yang akan terakumulasi dalam sel dan berkontribusi pada perkembangan neuropati dan katarak. Pemberian vitamin C 1000-3000 mg/hari pada penderita diabetes dapat menurunkan produksi sorbitol (Putri, Wiboworini, & Dirgahayu, 2020)

Buah selanjutnya yang dipilih adalah anggur merah. Anggur (*Vitis vinifera*) adalah salah satu buah yang paling banyak dikonsumsi di seluruh dunia dan memiliki kepentingan besar sebagai obat serta gizi selama ribuan tahun (Arura, 2010). Pada penelitian yang dilakukan oleh Hassan pada 2010, dijelaskan bahwa ekstrak dari biji anggur merah adalah penangkap *reactive oxygen spesies* (ROS) yang baik. Penelitian tersebut memberikan hasil bahwa ekstrak biji anggur merah merupakan sumber potensial dari antioksidan alami yang dapat digunakan sebagai fitofarmaka (Hasan & Nahla, 2010). Biji anggur mengandung lemak, protein, karbohidrat, dan 5–8% polifenol tergantung dari varietas. Polifenol yang terdapat pada biji anggur terutama flavonoid yang meliputi asam galat, catechin, epicatechin, galocatechin, epigallocatechin, dan procianidin yang tinggi. Biji anggur juga mengandung fenol berupa proanthocyanidins (John, 2003)

Kandungan yang terdapat pada biji anggur merah yang dapat digunakan untuk menurunkan glukosa darah adalah OPC, flavonoid dan catechin. OPC yang terdapat pada biji anggur berpengaruh besar terhadap aktifitas antioksidan dan proteksi DNA dari zat kimia (Bagchi, Garg, & Krohn, 1998).

Kemudian buah terakhir yang dipilih sebagai bahan *smoothies* untuk penderita Diabetes Mellitus adalah apel. Kandungan serat larut air (pektin) pada buah apel lebih besar dibandingkan kandungan serat larut air pada buah pisang yaitu 24% (0,7 gr) (Moehyi, 1999). Komponen penting pada buah apel yang bermanfaat bagi penderita Diabetes Mellitus adalah pektin, yang merupakan salah satu jenis serat larut air (Aditama, 1006). Buah apel juga mempunyai nilai indeks glikemik yang rendah yaitu 38. Yang berarti bahwa kadar glukosa yang terdapat secara alami pada apel tidak akan memacu kecepatan naiknya gula darah. Pemberian buah apel pada responden Diabetes Mellitus sebaiknya diberikan 2 kali sehari yaitu pagi dan sore secara rutin (Khomsan, Sehat Dengan Makanan Berkhasiat, 2006). Dalam penelitian lain dijelaskan bahwa apel mengandung serat dalam jumlah banyak. Pada kulit apel terdapat kandungan selulosa yang merupakan serat tidak larut dalam air. Sedangkan peptin adalah serat larut air yang cukup banyak ditemukan pada daging apel. Serat larut mampu memperlambat masuknya glukosa dari pencernaan karbohidrat ke aliran darah. Hal ini sangat bermanfaat untuk mengontrol gula darah pada penderita Diabetes Mellitus (Khairuzzaman, 2009). Hal tersebut juga menjadi alasan mengapa apel dipilih sebagai salah satu bahan dalam pembuatan *smoothies* pada penelitian ini.

Menurut Elida Soviana dan Dia Maenasari dalam jurnalnya, dijelaskan bahwa konsumsi serat dalam jumlah yang cukup dapat membantu mengontrol kadar glukosa darah pada penderita Diabetes Mellitus. Serat yang dimaksud adalah serat larut air yang masuk bersama makanan akan menyerap banyak cairan di dalam lambung dan membentuk makanan menjadi lebih padat (Soviana & Maenasari, 2019). Makanan dengan keadaan lebih padat akan memperlambat proses pencernaan sehingga penyerapan nutrisi seperti glukosa juga akan terjadi secara lambat (Mahan & Escott, 2008). Hal ini dijelaskan lebih detail dalam penelitian lain bahwa penyerapan glukosa yang lambat akan menyebabkan kadar glukosa dalam darah menurun (Chandalia, et al., 2000)

Proses pembuatan *smoothies* umumnya adalah dengan mencampur seluruh bahan baku dengan susu/yoghurt dan es batu kedalam blender. Dalam penelitian yang dilakukan kali ini bahan yang digunakan adalah antara lain:

- 400 gram buah anggur / apel / strawberry (untuk 1 resep menghasilkan 4 smoothies anggur, 4 smoothies apel, dan 5 smoothies apel)
- 120 gr yoghurt plain (tanpa rasa) (untuk 1 resep)
- Es batu secukupnya

Cara membuat Smoothies buah adalah

- membersihkan dan menyiapkan buah (apel/anggur merah/stoberi);
- mencampurkan buah bersama yoghurt dan juga es batu ke dalam blender;
- menghaluskan (mem-blender) bahan-bahan tersebut;
- menyajikan *smoothies* pada cup berukuran 100 ml;
- *smoothies* siap disajikan.

2.4 Indeks Glikemik

2.4.1 Pengertian

Indeks glikemik merupakan gambaran tentang hubungan karbohidrat dalam makanan dengan kadar glukosa darah rendah (Rimbawan & Siagian, 2004). Indeks Glikemik juga didefinisikan sebagai nilai yang menunjukkan kemampuan suatu makanan yang mengandung karbohidrat dalam meningkatkan kadar glukosa darah (Kathleen Mahan & Escott-Stump, 2008). Sedangkan pendapat lain menjelaskan bahwa indeks glikemik merupakan salah satu konsep penting yang diajukan dalam memilih makanan yang sesuai bagi penderita Diabetes Mellitus. Indeks glikemik juga merupakan ukuran kecepatan suatu pangan meningkatkan kadar glukosa darah pada tubuh setelah dikonsumsi (Riccardi, Rivellese, & Giacco). Konsep Indeks Glikemik pertama kali dikembangkan pada tahun 1981 oleh Dr. David Jenkins, konsep ini menganggap bahwa semua jenis pangan berkarbohidrat menghasilkan pengaruh yang sama terhadap kadar glukosa darah. Hal ini didasarkan pada diet pada penderita diabetes pada tahun tersebut hanya fokus pada konsumsi karbohidrat (Rimbawan & Siagian, 2004)

Menurut Syadiah dalam jurnalnya pada Tahun 2010, pangan dengan indeks glikemik dibedakan menjadi 3 yaitu pangan dengan indeks glikemik rendah, pangan dengan indeks glikemik sedang, dan juga pangan dengan indeks glikemik tinggi. Pangan dengan indeks glikemik rendah rerata berada pada buah dan sayur (kecuali kentang dan semangka), roti, pasta, produk rendah karbohidrat (seperti ikan, telur, daging, dan kacang-kacangan).

Sedangkan pangan dengan indeks glikemik sedang berada pada seluruh produk gandum, jeruk, ubi jalar, dan beras putih. Kemudian untuk pangan dengan indeks glikemik tinggi berada pada sereal jagung (*corn flakes*), kentang panggang (*baked potato*), *croissant*, semangka dan roti putih (Syadiah, 2010).

Klasifikasi makanan berdasarkan indeks glikemik dapat dilihat pada Tabel 2.1. (Brown, 2008).

Tabel 2.1. Klasifikasi Makanan Berdasarkan Nilai Indeks Glikemik

Klasifikasi Makanan	Rentang Nilai Indeks Glikemik
Indeks Glikemik Rendah	≤ 55
Indeks Glikemik Sedang	56 – 69
Indeks Glikemik Tinggi	≥ 70

Dalam jurnal lain dijelaskan bahwa berdasarkan respon indeks glikemik dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu:

- Indeks glikemik rendah yaitu $IG < 55$, yaitu laju perubahan makanan menjadi glukosa yang lambat dimana energi yang dihasilkan sangat cepat dan mengakibatkan respon insulin yang dihasilkan rendah. Contoh makanan yang mengandung indeks glikemik rendah ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Jenis bahan makanan dengan indeks glikemik rendah

No	Jenis Bahan Makanan	Kandungan $IG < 55$
1	Apel	36
2	Anggur	43
3	Baken bean kalengan	48
4	Beras long grain	48
5	Bulgur	48
6	Coklat	49
7	Es krim rendah lemak	50
8	Jeruk	45
9	Jeruk besar	25
10	Jus apel	43
11	Jus anggur	48
12	Jus nanas	47

No	Jenis Bahan Makanan	Kandungan IG<55
13	Kiwi	52
14	Kacang tanah	14
15	Makaroni	46
16	Pear	37
17	Permen karet	36
18	Pisang	53
19	Potato chip	54
20	Pond cake	54
21	Roti pisang	47
22	Soup tomat	41
23	Spagethi gandum penuh	38
24	Susu kedelai	32
25	Susu tanpa lemak	33
26	Wortel	39
27	Yoghurt	14

Sumber: (Rimbawan & Siagian, 2004)

Menurut (Anggraini, 2016) menyatakan bahwa indeks glikemik pada buah strawberry tergolong rendah yaitu sebesar 41 sehingga masih aman untuk dikonsumsi oleh penderita Diabetes Mellitus.

- Indeks glikemik sedang IG=55 – 70, merupakan jenis makanan yang cepat diubah menjadi glukosa yang mana energi yang dihasilkan lebih stabil dan dapat pula menghasilkan respon insulin yang sedang. Contoh makanan yang mengandung indeks glikemik sedang ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Jenis bahan makanan dengan indeks glikemik sedang

No	Jenis Bahan Makanan	Indeks Glikemik
1	Aprikot kalengan	64
2	Beras merah	55
3	Beras putih	58
4	Bit	64
5	Buah cocktail kalengan	55
6	Cheese pizza	60

7	Coca-cola	63
8	Es krim	61
9	Gula meja	65
10	Hamburger band	61
11	Kismis	64
12	Mangga	56
13	Melon	65
14	Mac and cheese	64
15	Nanas	66
16	Nasi putih	56
17	Oatmil cookies	55
18	Oatmil instan	66
19	Popcorn	55
20	Roti manis	61
21	Roti putih	70
22	Sweet corn	55

Sumber: (Rimbawan & Siagian, 2004)

- Indeks glikemik tinggi $IG > 70$, merupakan laju perubahan makanan yang mengandung karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Karbohidrat sederhana adalah dimana indeks glikemik makanannya tinggi memiliki energi yang sangat cepat habis tetapi respon insulin yang dihasilkan tinggi dan merangsang penimbunan lemak. Sedangkan karbohidrat kompleks dimana energi yang bergerak secara pelan tetapi respon insulin yang dihasilkan tinggi. Contoh makanan yang mengandung indeks glikemik tinggi ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Jenis bahan makananan dengan indeks glikemik tinggi.

No	Jenis Bahan Makanan	Indek Glikemik
1	Brand flakes	74
2	Corn chip	72
3	French fries	76
4	Frozen water	76
5	Jagung	84

6	Jelly	80
7	Kentang	85
8	Labu siam	75
9	Madu	73
10	Rice cake	82
11	Rice crispy	82
12	Rice instan	91
13	Roti kering	95
14	Roti tawar	71
15	Semangka	72
16	Sereal	76
17	Tahu	115
18	Vanilla wafer	77

Sumber: (Rimbawan & Siagian, 2004)

2.4.2 Pengukuran Indeks Glikemik

Nilai indeks glikemik diperoleh melalui proses membandingkan luas area dibawah kurva respon glukosa darah makanan uji dengan makanan standar. Makanan uji dan makanan standar yang digunakan mengandung karbohidrat sebanyak 50 g. Makanan standar yang digunakan adalah roti tawar putih yang mengandung 50 g karbohidrat.

Kurva respon glukosa darah didapatkan melalui pemeriksaan glukosa darah. Pengambilan darah dilakukan pada kapiler dengan metode *finger-prick* atau dapat juga dari darah vena. Pengambilan darah melalui kapiler lebih dipilih karena selain lebih mudah, peningkatan kadar glukosa darah pada kapiler lebih tinggi dan lebih sedikit variasi yang didapatkan dibandingkan kadar glukosa darah vena (Sidik, 2014)

Menurut Erico, *et al* dalam jurnalnya juga menjelaskan prosedur penentuan indeks glikemik pangan yaitu: (Erico, Syarief, & Widowati, 2018)

- Pangan uji dan pangan acuan setara 50 g karbohidrat diberikan pada subjek penelitian yang telah menjalani puasa penuh (*overnight fasting*), kecuali air.
- Selama dua jam setelah pemberian (subyek sehat) sampel darah *finger-prick capillary blood* sampel metode berturut-turut diambil pada menit ke-0

(sebelum pemberian), 15, 30, 45, 60, 90, dan 120 setelah pemberian pangan uji.

- Pada waktu yang berlainan (7 hari kemudian/seminggu), hal yang sama dilakukan dengan memberikan pangan acuan, 7 hari berikutnya diberikan pangan uji ke-2.
- Kadar glukosa darah (pada setiap waktu pengambilan sampel) ditebarkan pada dua sumbu, yaitu sumbu x (waktu dalam menit) dan sumbu y (kadar glukosa darah).
- Indeks glikemik ditentukan dengan cara membandingkan luas daerah dibawah kurva dengan patokan baseline (Incremental Area Under Curve, IAUC) antara pangan yang diukur indeks glikemiknya dengan pangan acuan (glukosa).
- Nilai indeks glikemik pangan dapat dihitung dengan rumus:

$$IG = \frac{\text{luas area dibawah kurva pangan uji}}{\text{luas area dibawah kurva pangan acuan}} \times 100\%$$

2.5 Pengaruh Indeks Glikemik Terhadap Diabetes

Pada salah satu penelitian yang dilakukan di Makasar menunjukkan hasil bahwa beban glikemik memiliki hubungan dengan kadar glukosa darah pada penderita Diabetes Mellitus tipe 2 (Mardhiyah, Jafar, & Indriasari, 2014). Tingkat indeks glikemik (IG) dianggap penting untuk pemeliharaan kadar glukosa darah. Pemilihan jenis makanan dengan indeks glikemik rendah terbukti sebagai proteksi terhadap timbulnya Diabetes Mellitus pada orang sehat serta pertimbangan dalam penyusunan diet untuk penderita Diabetes Mellitus (Astuti & Maulani, 2017).

Rerata makanan yang kaya akan serat memiliki indeks glikemik yang cukup rendah. Hal ini karena manfaat makanan dengan nilai indeks glikemik rendah dan juga tinggi serat menyebabkan kadar glukosa darah post-prandial dan repon insulin yang lebih rendah sehingga dapat memperbaiki profil lipid dan mengurangi kejadian resistensi insulin (Astuti & Maulani, 2017). Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Batres, yang menyimpulkan bahwa mengkonsumsi buah-buahan dengan indeks glikemik tinggi 1-2 kali sehari dapat beresiko Diabetes Mellitus Tipe 2 (Batres, Jensen, & Upton, 2009). Jurnal lain juga menambahkan bahwa makanan dengan indeks

glikemik rendah dapat mencegah timbulnya komplikasi kronik pada Diabetes Mellitus tipe 2. Pada penelitian jangka panjang makanan dengan indeks glikemik rendah dapat mencegah munculnya Diabetes Mellitus Tipe 2, menurunkan berat badan penderita obesitas, mengendalikan glukosa darah dan menurunkan asam-asam lemak bebas sehingga mencegah timbulnya komplikasi penyakit jantung coroner (Shore, 2011)