

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus adalah kelainan metabolik yang ditandai dengan adanya hiperglikemia kronik dengan gangguan pada metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein yang merupakan akibat dari penurunan sekresi insulin, aksi insulin, ataupun keduanya (ADA, 2011). Diabetes mellitus dapat ditandai dengan adanya ekskresi urin yang berlebihan, meningkatnya gula darah, dan terjadinya peningkatan rasa haus dan lapar (Dorland edisi 28, 2008).

Diabetes mellitus dikelompokkan menjadi 4, yaitu:

- a. Diabetes tipe 1 (akibat dari kerusakan sel β yang menyebabkan terjadinya defisiensi insulin yang absolut).
- b. Diabetes tipe 2 (merupakan akibat dari penurunan sekresi insulin yang progresif).
- c. *Secondary diabetes* (diabetes yang disebabkan oleh kerusakan pancreas, sirosis hepatis, penyakit / terapi endokrinologikal, atau terapi anti viral untuk pengobatan HIV).
- d. *Gestational diabetes* (diabetes yang terjadi pada saat kehamilan).

(Diabetes Care, 2012)

American Diabetes Association (ADA) membuat beberapa kriteria yang dapat digunakan untuk mendiagnosa terjadinya diabetes mellitus, kriteria tersebut antara lain:

- Tes toleransi glukosa oral 75 gram dengan nilai 2 jam setelah tes tersebut ≥ 200 mg/dL.
- Gula darah sesaat ≥ 200 mg/dL disertai dengan gejala klasik.
- Gula darah puasa ≥ 126 mg/dL disertai dengan gejala klasik.

(National Guidelines of Type 2 Diabetes, 2002)

2.1.1 Diabetes Mellitus Tipe 1

Diabetes mellitus tipe 1 atau yang biasa disebut *insulin dependent diabetes mellitus* adalah salah satu dari dua jenis utama diabetes mellitus yang ditandai dengan onset gejala yang tiba – tiba (seringkali pada masa remaja awal). Pada diabetes tipe 1 terjadi ketergantungan pada insulin eksogen karena ketidakmampuan tubuh dalam memproduksi insulin oleh sel beta pankreas (Dorland edisi 28, 2008).

Tabel 2.1 Karakteristik Diabetes Mellitus Tipe 1 dan Tipe 2*

Kategori	Tipe 1	Tipe 2
Usia	Anak – anak	Pubertal
Onset	Akut – severe	Biasanya tersembunyi dan membahayakan
Sekresi insulin	Sangat rendah	Bervariasi
Sensitivitas insulin	Normal	Menurun
Ras/etnik yang memiliki risiko tinggi	Semua (rendah pada Asia)	Afrika Amerika, Spanyol, Asia

* Sumber: (Orr, Dp. Contemporary Management of Adolescents with Diabetes Mellitus dalam Stang, J. dan Loghmani, E, 2005)

2.1.2 Diabetes Mellitus Tipe 2

Diabetes mellitus tipe 2 atau biasa disebut dengan *Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus* (NIDDM) merupakan kelainan yang ditandai dengan kenaikan gula darah plasma secara signifikan disertai dengan beberapa gejala gangguan metabolik namun tidak tergantung pada pemberian insulin di dalam pengobatannya (Dorland edisi 28, 2012 dan NHS, 2002).

Diabetes mellitus tipe 2 diketahui meningkatkan risiko terjadinya kardiovaskular. Hal ini dapat bermanifestasi pada terjadinya penyakit arteri koroner (penyakit jantung, angina), penyakit arteri perifer (*gangrene*), dan penyakit arteri karotis (*stroke, dementia*) (National Guidelines for Type 2 Diabetes, 2008).

2.1.3 Prevalensi Diabetes Mellitus

Estimasi prevalensi diabetes mellitus di dunia pada tahun 2013 adalah sebesar 386 juta orang dan diperkirakan akan mencapai 592 juta orang dalam kurun waktu kurang dari 25 tahun mendatang atau pada tahun 2035 (IDF Diabetes Atlas, 2013). Di UK terdapat 2.9 juta orang yang terdiagnosa menderita diabetes dan sekitar 850.000 diperkirakan menderita diabetes namun belum terdiagnosa. Dari keseluruhan orang yang terdiagnosa diabetes, sebesar 10% menderita diabetes tipe 1 dan 90% menderita diabetes tipe 2. Jika anak – anak ikut dimasukkan dalam prevalensi tersebut maka terdapat 15% orang yang menderita diabetes tipe 1 dan 85% menderita diabetes tipe 2 (Diabetes in UK, 2012). Ternyata prevalensi diabetes di UK tidak mengalami peningkatan yang jauh berbeda pada tahun 2013 yaitu sekitar 2.974.950 jiwa (IDF Diabetes Atlas, 2013).

Prevalensi orang yang menderita diabetes mellitus di Asia Tenggara pada tahun 2013 adalah sebesar 72,1 juta jiwa dan diperkirakan akan meningkat menjadi 123 juta jiwa pada tahun 2035. Indonesia menduduki peringkat ke 7 dari 10 negara yang memiliki penderita diabetes mellitus terbanyak dengan jumlah penderita diabetes mellitus sebesar 8,5 juta pada tahun 2013. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat menjadi 14,1 juta jiwa pada tahun 2035. (IDF Diabetes Atlas, 2013).

Jumlah penderita diabetes mellitus di Jawa Timur menempati peringkat ke 7 dari 10 penyakit terbanyak atau sekitar 69.018 kasus dari 37 juta penduduk Jawa Timur. Daerah yang mempunyai angka diabetes mellitus tinggi yaitu Surabaya yang berada pada peringkat pertama dengan 14.377 kasus per tahun, kemudian Bangkalan 5.388 kasus, Malang 7.543 kasus, dan Lamongan 4.318 kasus (Media Bidan, 2011).

2.1.4 Faktor Risiko Diabetes Mellitus

Faktor risiko untuk diabetes mellitus tipe 1 masih belum diketahui secara pasti. Namun, terdapat banyak sekali faktor risiko yang mempengaruhi terjadinya diabetes mellitus tipe 2 diantaranya adalah faktor usia, faktor genetik, faktor lingkungan (gaya hidup), adanya riwayat diabetes pada keluarga, faktor, obesitas, kurangnya aktivitas fisik, serta *intake* atau asupan yang berlebihan (Krause, 2012). Menurut *Canadian Diabetes Association*, semakin bertambahnya usia maka risiko seseorang untuk mengalami diabetes mellitus akan semakin meningkat terutama usia diatas 40 tahun. Selain itu, memiliki tekanan darah yang tinggi dan

kolesterol yang tinggi dapat meningkatkan risiko dari terjadinya diabetes mellitus (Canadian Diabetes Association, 2008).

2.1.5 Terapi Diabetes Mellitus

Menurut *National Health Interview Survey* (NHIS), diketahui prevalensi pasien diabetes yang menggunakan diet, *oral agents*, dan insulin dalam terapi pengobatan mereka. Dari keseluruhan pasien diabetes yang berusia ≥ 18 tahun, 43% diterapi dengan menggunakan insulin. 49% dengan *oral agents*, dan 64% mengikuti diet untuk diabetes (J. Fertig Brian et al, Therapy for Diabetes). Salah satu terapi diet yang digunakan pada penderita diabetes mellitus adalah dengan *carbohydrate counting* atau yang biasa disebut dengan carbing.

2.2 Carbohydrate Counting

Perhitungan karbohidrat (*Carbohydrate counting*) atau yang biasa disebut dengan carbing adalah metode perencanaan makanan pada penderita diabetes, yang dilakukan dengan cara menghitung jumlah gram atau serving karbohidrat di dalam makanan. Perhitungan karbohidrat terbagi menjadi dua yaitu *basic carbohydrate counting* dan *advanced carbohydrate counting*. Pada *basic carbohydrate counting* yang perlu dihitung hanya jumlah karbohidrat pada saat makan saja sedangkan pada *advanced carbohydrate counting*, penggunaan insulin juga harus diperhatikan (BD, 2007). *Carbohydrate counting* dapat membantu penderita diabetes dalam mengontrol kadar glukosa darah (CDA, 2008).

Makanan mengandung berbagai macam zat gizi seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral. Karbohidrat, protein, dan lemak

menyumbang kalori dalam makanan yang memberikan energi untuk tubuh ketika dikonsumsi (BD, 2007). Karbohidrat, termasuk juga di dalamnya gula dan pati, memiliki efek yang paling besar terhadap kadar gula darah dalam tubuh. Sekitar 90 – 100 persen karbohidrat yang dimakan, muncul di dalam peredaran darah sebagai gula darah sekitar 1 sampai 1 ½ jam setelah karbohidrat dikonsumsi (Adams, I., 2011).

Terdapat beberapa penelitian tentang *carbohydrate counting*. Salah satunya adalah penelitian tentang pengaruh *carbohydrate counting* terhadap glikemik kontrol pada pasien diabetes mellitus tipe 1 yang dilakukan oleh Viviane M Dias, et.all pada tahun 2010 yang menghasilkan kesimpulan bahwa penggunaan *short-acting insulin* yang didasarkan pada metode *carbohydrate counting* dalam waktu yang singkat menghasilkan perubahan yang signifikan terhadap glikemik kontrol pada pasien diabetes mellitus tipe 1 tanpa menunjukkan adanya perubahan pada berat badan meskipun terjadi peningkatan dosis insulin total harian.

Selain itu, terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh Andrea Laurenzi et all pada tahun 2011 tentang efek dari *carbohydrate counting* terhadap kontrol glukosa dan kualitas hidup lebih dari 24 minggu pada pasien dewasa diabetes mellitus tipe 1 dengan pemberian infus insulin subkutan secara kontinyu. Didapatkan kesimpulan bahwa pasien dewasa diabetes mellitus tipe 1 yang diterapi dengan infus insulin subkutan secara kontinyu atau yang biasa disebut dengan *Continues Subcutaneous Insulin Infusion* (CSII) yang dilakukan *carbohydrate counting* didapatkan hasil bahwa carbing aman untuk digunakan terhadap kelompok pasien tersebut dan meningkatkan kualitas hidup, menurunkan BMI (*Body Mass Index*)

atau yang disebut dengan IMT (Indeks Massa Tubuh), serta menurunkan HbA_{1c}.

Terdapat juga penelitian tentang ketepatan perhitungan karbohidrat atau *carbohydrate counting* dan variabilitas gula darah pada orang dewasa dengan diabetes tipe 1 yang dilakukan oleh A.S Brazeau et all pada tahun 2012. Yang menghasilkan kesimpulan bahwa ternyata perhitungan karbohidrat atau *carbining* yang tidak tepat berhubungan dengan tingginya variabilitas pada glukosa darah harian pada orang dewasa dengan diabetes mellitus tipe 1.

Keuntungan dari menggunakan *carbohydrate counting* adalah dapat membantu sebaran intake karbohidrat dalam satu hari, membantu mengelola berat badan, dan membantu mengontrol glukosa darah (Ingrid, 2011). Selain itu, pada orang yang mendapatkan terapi insulin, perhitungan karbohidrat dapat membantu mengatur kebutuhan insulin orang tersebut sesuai dengan makanan yang dimakan (SNDRi, 2010). Namun salah satu kelemahan dari *carbohydrate counting* adalah lebih fokus pada karbohidrat sehingga kurang memperhatikan komposisi zat gizi lain secara keseluruhan (Daesang Magazines, 2012).

Indeks glikemik adalah angka yang mencerminkan respons glukosa darah di dalam tubuh terhadap makanan yang dimakan dibandingkan dengan respon glukosa darah tubuh terhadap glukosa murni dan merupakan ukuran efek dari konsumsi karbohidrat terhadap kadar gula darah. Karbohidrat yang cepat terurai dalam proses pencernaan dan melepas glukosa ke dalam aliran darah secara cepat pula, memiliki indeks glikemik yang tinggi. Sedangkan karbohidrat yang terurai dengan lambat

akan melepas glukosa ke darah secara bertahap memiliki indeks glikemik yang rendah (Sandjaja, A., 2010).

Menurut *Canadian Diabetes Association* (CDA), memakan makanan dengan indeks glikemik yang rendah dapat membantu untuk mengontrol gula darah, mengontrol kadar kolesterol, mengontrol nafsu makan, menurunkan risiko terjadinya penyakit jantung, dan juga menurunkan risiko terjadinya diabetes mellitus tipe 2 (CDA, 2008)

Bila menggunakan perhitungan karbohidrat (*carbohydrate counting*) atau yang biasa disebut dengan *carb*ing dalam perencanaan makanan maka yang perlu diperhatikan dalam pemilihan karbohidrat adalah jumlahnya bukan jenisnya. Sedangkan untuk indeks glikemik, yang harus diperhatikan adalah jenis makanannya apakah makanan tersebut mengandung indeks glikemik yang rendah atau mengandung indeks glikemik yang tinggi (Craig, J., 2013).

2.2.1 Langkah – langkah Perhitungan Basic Carbohydrate Counting

- a. Langkah pertama : Memilih makanan yang sehat.
 - Pilih makanan yang bervariasi mulai dari sayur, buah, hingga daging.
 - Bila mengkonsumsi lemak tambahan, konsumsi dalam jumlah yang sedikit. Hal ini akan membantu dalam mengontrol berat badan dan kolesterol darah.
 - Pilih *portion size* untuk membantu mencapai atau mempertahankan berat badan yang optimal.
- b. Langkah kedua : Fokus pada karbohidrat
- c. Langkah ketiga : Menentukan target karbohidrat .

- d. Langkah keempat : Menentukan jumlah karbohidrat.
- Karbohidrat ditemukan pada berbagai macam makanan termasuk di dalamnya adalah *grains* (beras, jagung, gandum, dll), *starchy vegetables* (kentang, jagung, dll), buah, roti, sereal, makanan ringan (chips), *sugary foods and drinks* (permen, soda, selai, dll).
 - Harus mengetahui jumlah dari tiap makanan yang mengandung 15 gram karbohidrat. Karena 1 serving size sama dengan 15 gram karbohidrat (BD,2007 dan Ingrid Adams, 2011)
- e. Langkah kelima : Memonitor efeknya terhadap kadar glukosa darah. (Adams, I., 2011 dan CDA, 2008)

2.3 Karbohidrat

Karbohidrat adalah zat gizi berupa senyawa organik yang terdiri dari atom arbon, hidrogen, dan oksigen yang digunakan sebagai bahan pembentuk energi (Kamus Gizi, 2010). Karbohidrat atau hidrat arang yang ada dalam makanan adalah pati (kentang, nasi, pasta, mie, roti, sereal, dan produk – produk yang terbuat dari gandum), sukrosa (gula, sirup), laktosa (susu, yoghurt), dan fruktosa (buah) (Beck, M. E., 2011).

Karbohidrat dapat berbentuk sederhana maupun kompleks. Karbohidrat sederhana hanya terdiri dari satu molekul (monosakarida), misalnya seperti glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Di dalam tubuh, gula jenis tersebut tidak mengalami pemecahan lagi dan langsung dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Sebaliknya karbohidrat kompleks (polisakarida) merupakan rangkaian beberapa gula sederhana, dan di dalam tubuh masih harus dipecah menjadi karbohidrat sederhana (Sandjaja, A. dkk., 2010).

Berdasarkan struktur kimia dan poliferasinya karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi 4 yaitu:

1. Monosakarida, merupakan bentuk paling sederhana dari karbohidrat dan tidak dapat dihidrolisa lagi ke dalam bentuk yang lebih sederhana. Yang termasuk dalam monosakarida adalah glukosa, fruktosa, dan galaktosa.
2. Disakarida, terdiri dari dua monosakarida yang dihubungkan dengan ikatan glikosida. Yang termasuk dalam disakarida adalah sukrosa, laktosa, dan maltosa. Sukrosa terdiri dari gabungan antara glukosa dan fruktosa, laktosa merupakan gabungan dari glukosa dan galaktosa, sedangkan maltosa terdiri dari dua glukosa.
3. Oligosakarida, adalah rantai antara tiga dan sembilan unit monosakarida yang dihubungkan secara kovalen untuk membentuk unit yang besar yang dinamakan triosa, tetrosa, dll yang tergantung dari jumlah atom karbon dalam molekulnya.
4. Polisakarida, terdiri dari rantai panjang monosakarida (lebih dari sembilan) yang dihubungkan dengan ikatan glikosida. Senyawa ini terdiri dari ratusan atau bahkan ribuan unit monosakarida. Yang termasuk dalam polisakarida antara lain adalah pati, glikogen, dan selulosa.

(Caballero,B., Allen, L., Prentice A. 2005)

2.4 Mekanisme Jumlah Karbohidrat Terhadap Peningkatan Gula Darah

Di dalam tubuh terjadi konversi atau perubahan pati dan karbohidrat yang berasal dari makanan (*dietary carbohydrates*) menjadi gula

sederhana yang dapat diserap dan digunakan oleh tubuh. Pencernaan pati dimulai dari mulut dimana terdapat air liur yang mengandung enzim amilase. Di dalam usus, enzim amilase yang disekresi oleh pankreas mengubah pati menjadi maltosa dan disakarida yang lain (Ronzio, R., 2003).

Kemudian, oleh enzim pencernaan yang dikeluarkan oleh usus halus, yaitu maltase, sukrase, dan laktase, disakarida tadi dirubah menjadi monosakarida (glukosa, fruktosa, dan galaktosa) (Beck, M.E., 2011). Glukosa, fruktosa, dan galaktosa tersebut kemudian diserap melalui sel epitel usus halus dan diangkut oleh sirkulasi darah menuju ke hati. Di hati, fruktosa dan galaktosa secara cepat dirubah menjadi glukosa. Pada akhirnya semua disakarida tersebut dirubah menjadi glukosa (Almatsier, S., 2009).

Sekitar 90 – 100 persen karbohidrat yang dimakan, akan muncul di dalam peredaran darah sebagai gula darah sekitar 1 sampai 1 ½ jam setelah karbohidrat dikonsumsi (Ingrid Adams 2011). Hal ini yang menyebabkan terjadinya peningkatan glukosa darah dalam tubuh.

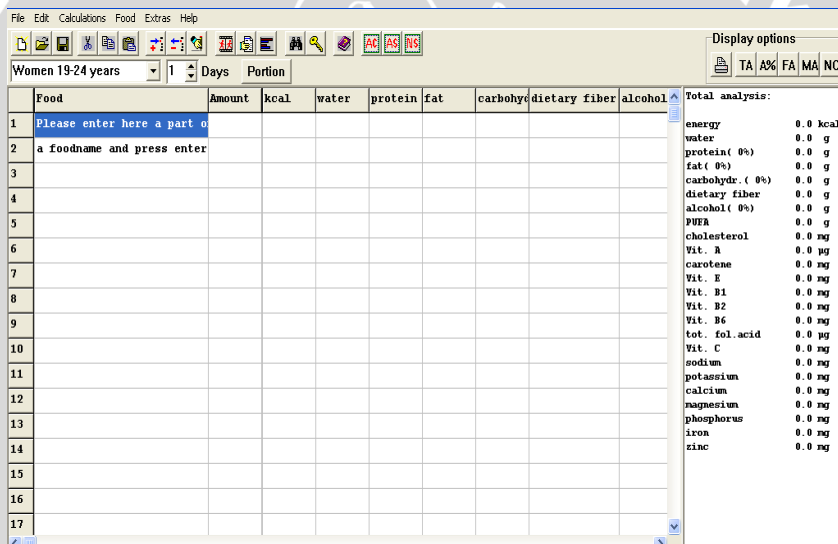
2.5 Nutrisurvey

Nutrisurvey merupakan sebuah program komputer yang diciptakan oleh Dr. Erhardt dari Universitas Hohenheim untuk menyiapkan kuisisioner yang sesuai, memasukkan data, dan mengevaluasi hasilnya (Golder, A., 2001). Selain itu, nutrisurvey juga merupakan program yang memiliki fungsi untuk menganalisa kandungan zat gizi bahan makanan dan juga resep makanan, dapat menentukan kebutuhan zat gizi berdasarkan umur,

jenis kelamin, dan aktivitas fisik, serta berfungsi untuk menentukan status gizi berdasarkan umur dan jenis kelamin (Bardosono, S., 2010).

Langkah – langkah dalam mengoperasikan nutrisurvey adalah.

1. Klik *icon* nutrisurvey, kemudian akan muncul tampilan lembar kerja dengan pilihan berupa menu (*file, edit, calculations, food, extra, dan help*), jendela pilihan (jenis kelamin dan usia serta hari), *display options* (TA atau *total analysis, A%* atau persen rekomendasi, FA atau *food analysis, MA* atau *meal analysis, dan NA* atau *Nutrient Analysis*).

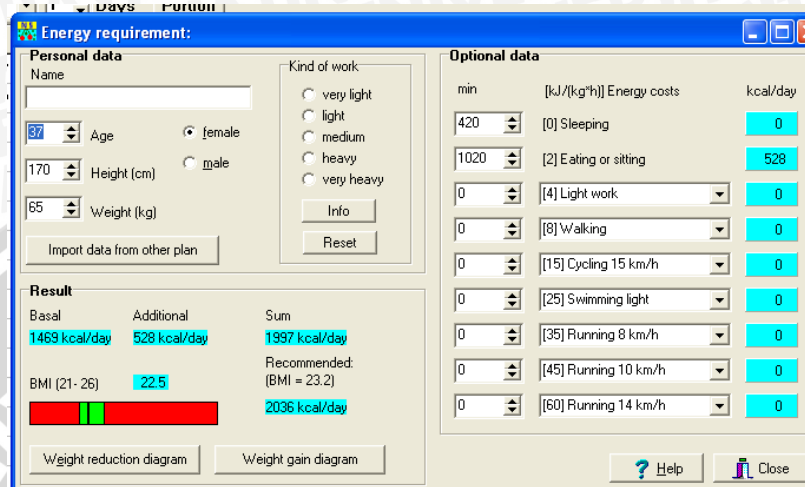


Gambar 2.1 Gambar Tabel Nutrisurvey

2. Bila ingin menghitung kebutuhan energi dapat dilakukan dengan cara klik *calculations* → *energy requirements, anthropometry*.

Kemudian akan keluar kolom seperti di gambar 2.2. Kolom tersebut

diisi dengan data yang dimiliki. Nantinya akan didapatkan kebutuhan energi baik dari energi basal maupun keseluruhan.



Gambar 2.2 Gambar Kolom *Energy Requirement* pada *Nutrisurvey*

3. Bila ingin mengetahui kandungan zat gizi dari bahan makanan, cukup dengan cara memasukkan nama bahan makanan pada tampilan seperti di gambar 2.1. Zat gizi dalam makanan tersebut dapat dilihat di bagian sebelah kanan. Zat gizi yang dapat diketahui antara lain adalah energi, protein, lemak, karbohidrat, air, serat, alkohol, PUFA, kolesterol, Vit. A, karoten, Vit E, C, B1, B2, B6, asam folat, sodium, potassium, kalsium, magnesium, fosfor, Fe, dan Zn. (Bardosono, S., 2010).

Nutrisurvey telah banyak digunakan dalam mengolah dan menganalisa data. Tidak hanya penelitian yang dilakukan di Indonesia namun juga di luar negeri. Beberapa contoh penelitian yang menggunakan nutrisurvey sebagai alat pengolahan data antara lain adalah penelitian yang dilakukan oleh Cheboswony, R.J. dkk dengan

judul “*Red Palm Oil Consumption and Its Contribution to Vitamin A*”. Pada penelitian tersebut, nutrisurvey digunakan untuk menghitung asupan vitamin A pada subjek penelitian. Untuk contoh penelitian di Indonesia adalah penelitian yang dilakukan oleh Ayu Rahadiyanti mengenai “Pengaruh Tempe Kedelai pada Kadar Glukosa Darah pada Pradiabetes”. Nutrisurvey digunakan untuk mengolah data *food record* dan *food recall* yang telah dikumpulkan.

