

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah pustaka

1. Diabetes Mellitus (DM)

Diabetes Mellitus (DM) merupakan suatu kelompok penyakit metabolik menahun dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi akibat ketidakmampuan pankreas memproduksi insulin dengan cukup atau tubuh yang tidak dapat menggunakan insulin yang diproduksi secara efektif (Juwita & Febrina, 2018). Kegagalan sekresi insulin dan atau kerja insulin dapat menyebabkan terjadinya hiperglikemia yang selanjutnya menyebabkan penyakit diabetes. Hiperglikemia sendiri adalah suatu kondisi medis berupa peningkatan kadar glukosa darah sewaktu hingga melebihi 200 mg/dl dan kadar gula darah puasa diatas atau sama dengan 126 mg/dl (Perkeni, 2021).

Klasifikasi Diabetes Melitus menurut World Health Organization (WHO) dan American Diabetes Association dikategorikan menjadi DM tipe 1, DM tipe 2 dan DM tipe lain (IDF, 2021). Tipe utama dari Diabetes Melitus adalah tipe 1 dan tipe 2, sementara bentuk kasus tersering adalah DM tipe 2 (Putri, 2015). DM Tipe 2 merupakan jenis penyakit diabetes yang terjadi akibat sebab abnormalitas kerja insulin. yang bervariasi, mulai dari dominan resistensi insulin disertai defisiensi insulin reaktif hingga dominan defek sekresi insulin disertai resistensi insulin (Perkeni, 2021). Karena insulin tetap dihasilkan oleh sel-sel beta pankreas, maka DM Tipe 2 dianggap sebagai non-insulin dependent diabetes mellitus (Fatimah, 2015).

Etiologi DM Tipe 2 berkaitan dengan faktor genetik, faktor lingkungan, serta faktor metabolisme yang berkaitan satu sama lain. DM Tipe 2 dibagi menjadi faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi dan faktor risiko yang dapat dimodifikasi (Garcia et al., 2020). Berdasarkan pengkajian faktor risiko DM Tipe 2 yang dilakukan oleh Utomo et al.,

(2020), diketahui bahwa faktor risiko DM Tipe 2 yang tidak dapat diubah meliputi usia dan riwayat keluarga dengan Diabetes Mellitus. Sementara, faktor risiko DM Tipe 2 yang dapat diubah antara lain obesitas, kurangnya aktivitas fisik, hipertensi, dislipidemia, serta kebiasaan merokok. Resistensi insulin pada sel otot dan hati, serta kegagalan sel beta pankreas diketahui merupakan patofisiologi kerusakan sentral pada kasus DM Tipe 2 (Perkeni, 2021). Dm Tipe 2 bukan disebabkan oleh kurangnya sekresi insulin, namun disebabkan oleh sel-sel sasaran insulin yang gagal atau tidak mampu merespon insulin secara normal. Keadaan ini disebut sebagai resistensi insulin (Fatimah, 2015).

Pada awal perkembangan DM Tipe 2, sel beta pankreas menunjukkan gangguan pada sekresi insulin fase pertama, artinya sekresi insulin gagal mengkompensasi resistensi insulin. Apabila tidak ditangani dengan baik, pada perkembangan selanjutnya akan terjadi kerusakan sel-sel beta pankreas. Kerusakan sel-sel beta pankreas akan terjadi secara progresif dan seringkali akan menyebabkan defisiensi insulin, sehingga akhirnya penderita memerlukan insulin eksogen (Fatimah, 2015). Organ tubuh lainnya yang juga terlibat pada DM Tipe 2 adalah jaringan lemak (meningkatnya lipolysis), gastrointestinal (defisiensi incretin), sel alfa pankreas (hiperglukagonemia), ginjal (peningkatan absorpsi glukosa), serta otak (resistensi insulin), turut berperan menyebabkan gangguan toleransi glukosa.

Prognosis DM bergantung pada tipe DM, keparahan penyakit, serta komplikasi yang menyertai. Komplikasi dapat muncul 10-20 tahun sejak onset penyakit atau sering kali sekitar 4-7 tahun sebelum diagnosis ditegakkan. Prognosis menjadi lebih buruk jika penderita merokok, menderita hipertensi, dan hiperkolesterolemia. Penderita DM yang terkontrol gula darah dan tekanan darahnya diketahui berhubungan dengan menurunnya risiko kematian akibat DM sebesar 32%, menurunkan risiko terjadinya stroke sebesar 44%, menurunkan risiko penyakit jantung sebesar 56%, dan risiko mikrovaskuler sekitar 37% (Perkeni, 2021).

Perubahan metabolisme terkait gizi pada DM Tipe 2 berkaitan dengan peran insulin. Insulin merupakan hasil dari sel-sel pankreas berupa peptidoglikan yang terdiri dari 21 residu asam amino pada rantai A dan 30 residu asam amino pada rantai B. Peran insulin dibutuhkan untuk peningkatan penyerapan glukosa, meningkatkan penggunaan dan penyimpanan glukosa, meningkatkan sintesis protein dan meningkatkan penyimpanan lemak. Pada metabolisme karbohidrat, insulin berperan untuk mengurangi laju pelepasan glukosa dari hati dengan cara menghambat glikogenolisis, merangsang sintesis glikogen, merangsang serapan glukosa, merangsang glikolisis, dan menghambat glukoneogenesis. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan laju serapan glukosa ke dalam semua jaringan yang sensitif terhadap insulin, terutama jaringan otot dan adiposa sehingga kadar glukosa dalam darah menjadi terkontrol (normoglikemia). Pada metabolisme protein, insulin berperan merangsang transportasi asam amino bebas melintasi membran plasma di hati dan otot sehingga merangsang sintesis protein dan mengurangi pelepasan asam amino dari otot (Perkeni, 2021).

Namun, pada DM Tipe 2 terjadi kerusakan mekanisme kerja insulin sehingga berdampak pada gangguan metabolisme terkait gizi. Konsekuensi dari terganggunya metabolisme karbohidrat menyebabkan poliuria, polidipsia, dan polifagia yang merupakan manifestasi klinis pada penderita DM karena peran insulin dalam meningkatkan laju serapan glukosa menurun sehingga terjadi peningkatan kadar glukosa darah (hiperglikemia). Ambang batas ginjal untuk glukosa adalah 180 mg%. Jika nilai glukosa plasma meningkat diatas 180 mg%, glukosa akan masuk ke dalam urine (glikosuria). Adanya glukosa dalam urin yang dibutuhkan bersamaan dengan air (diuresis osmotik) menyebabkan peningkatan buang air kecil (poliuria). Banyaknya air yang hilang dalam urin, akan berdampak pada dehidrasi dan menyebabkan peningkatan rasa haus (polidipsia).

Di samping itu, elektrolit juga akan hilang dalam urin. Jumlah glukosa yang hilang dalam urin sangat besar, oleh sebab itu untuk menjaga keseimbangan energi, maka penderita DM membutuhkan makanan dalam jumlah yang lebih banyak (Perkeni, 2021).

Insulin berperan menghambat hormon sensitif lipase dalam jaringan adiposa. Lipase dibutuhkan untuk mengubah trigliserida menjadi asam lemak bebas (FFA) dan gliserol. Dengan terganggunya mekanisme kerja insulin akan mengakibatkan hambatan sehingga tingkat FFA plasma akan meningkat di hati dan jaringan lainnya. FFA akan diubah menjadi asetil Co A dan kelebihan asetil Co A juga akan diubah menjadi badan keton. Selain itu, protein akan terdegradasi menjadi asam amino dan akan diubah menjadi glukosa. Degradasi protein otot akan menyebabkan terjadinya penurunan massa dan kelemahan otot rangka. Uptake asam amino oleh sel tubuh yang menurun disertai dengan adanya peningkatan degradasi protein menjadi menyebabkan terjadinya peningkatan kadar asam amino dalam darah. Asam amino dalam sirkulasi darah akan digunakan sebagai prekursor glukoneogenesis yang dapat memperparah hiperglikemia (Perkeni, 2021).

Konsekuensi hiperglikemia pada metabolisme lipid antara lain terjadi kelainan utama berupa percepatan katabolisme lipid dengan peningkatan pembentukan badan keton dan penurunan sintesis asam lemak dan trigliserida, terjadi asidosis dan ketosis yang disebabkan oleh produksi berlebih dari keton (asetoasetat, aseton, dan beta hidroksibutirat). Sebagian besar ion hidrogen dibebaskan dari asetoasetat dan beta hidroksibutirat yang menyebabkan asidosis metabolik. Peningkatan badan keton juga menyebabkan pH darah rendah sehingga merangsang pusat pernapasan dan menghasilkan pernapasan yang cepat, dalam, dan teratur. Asidosis dan dehidrasi dapat menyebabkan koma dan bahkan kematian (Perkeni, 2021).

Secara umum, tujuan penatalaksanaan DM adalah meningkatkan kualitas hidup penderita. Sementara tujuan khususnya meliputi tujuan jangka pendek, yaitu untuk menghilangkan keluhan-keluhan yang menyertai penyakit DM yang dialami penderita, serta mengurangi komplikasi akut yang terjadi sehingga dapat memperbaiki kualitas hidup. Adapun tujuan jangka panjang dari penatalaksanaan ini adalah untuk mencegah dan menghambat progresivitas mikroangiopati maupun makroangiopati. Sedangkan tujuan akhir dari penatalaksanaan DM adalah untuk menurunkan angka mortalitas dan morbiditas DM (Perkeni, 2021).

Penatalaksanaan diet atau terapi gizi merupakan bagian penting dalam pengelolaan DM Tipe 2. Berdasarkan penelitian Tjokropawiro, (2011) di RSUD Dr. Soetomo Surabaya, pemberian diet pada DM Tipe 2 sebaiknya didasarkan pada komplikasi yang menyertai. Maka dari itu, terdapat beberapa macam diet DM yang diterapkan di RSUD Dr. Soetomo Surabaya yang masing-masing mempunyai indikasi tertentu untuk penggunaannya. Adapun macam diet DM yang diterapkan diantaranya yaitu:

1. Diet B
2. Diet B Puasa Bulan Ramadhan
3. Diet B1
4. Diet B1 Puasa Bulan Ramadhan
5. Diet B2
6. Diet B3
7. Diet Be
8. Diet M
9. Diet M Puasa Bulan Ramadhan
10. Diet G
11. Diet KV
12. Diet GL
13. Diet H
14. Diet B1 (Gestasional) Trimester 1

15. Diet B1 (Gestasional) Trimester 2
16. Diet B1 (Gestasional) Trimester 3
17. Diet B1 (Gestasional) Laktasi
18. Diet KV (Pregestasional) Trimester 1
19. Diet KV (Pregestasional) Trimester 2
20. Diet KV (Pregestasional) Trimester 3
21. Diet KV (Pregestasional) Laktasi

Perbedaan dari masing-masing diet tersebut terletak pada komposisi zat gizi yang diberikan dan indikasi pemberian yang disesuaikan dengan kondisi pasien. Secara umum, Diet B merupakan diet yang diberikan kepada penderita diabetes yang tidak tahan lapar dengan dietnya, memiliki kadar kolesterol tinggi, mempunyai komplikasi penyempitan pembuluh darah, maupun pasien yang telah menderita DM lebih dari 15 tahun. Masing-masing jenis Diet B juga memiliki sifat yang berbeda. Sedangkan Diet M diberikan untuk penderita diabetes yang terkait dengan malnutrisi, Diet G untuk penderita diabetes dengan komplikasi kaki gangren, Diet-KV untuk penderita diabetes dengan gangguan penyakit kardiovaskuler seperti jantung koroner, stroke, atau penyakit pembuluh darah oklusif, Diet-GL diberikan kepada pasien diabetes dengan gagal ginjal berat dan perdarahan lambung, dan Diet H untuk penderita diabetes dengan kelainan fungsi hati (Tjokroprawiro, 2011).

Pada penelitian ini, formula enteral yang dikembangkan adalah untuk diet DM B1, yaitu diet DM dengan komposisi zat gizi makro yaitu 60% karbohidrat, 20% lemak, dan 20% protein. Diet DM B1 merupakan diet yang ditujukan untuk pasien DM memerlukan protein tinggi, yaitu penderita dengan kriteria mempunyai kebiasaan makan tinggi protein, tetapi kadar lemak darahnya normal, kurus atau BBR <90%, masih muda (perlu pertumbuhan), mengalami patah tulang, menderita TBC paru-paru, dalam keadaan pasca bedah, menderita penyakit Graves atau Morbus Basedowi, yaitu penyakit gondok dengan kadar hormon gondok yang tinggi, dan, menderita tumor ganas, antara lain: kanker payudara, kanker

rahim, atau kanker lainnya (Tjokroprawiro, 2011).

Hasil analisis kandungan zat gizi meliputi energi, protein, lemak, dan karbohidrat serta serat pada formula enteral DM B1 milik RSUD Dr. Soetomo disajikan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Kandungan Gizi Formula Enteral DM B1
RSUD Dr. Soetomo Surabaya**

Kandungan Gizi	Satuan	Formula Enteral DM B1 RSUD Dr. Soetomo Surabaya	Komposisi
Energi	kkal	293,2	
Protein	gram	18,2	25%
Lemak	gram	7,6	25%
Karbohidrat	gram	35,4	50%
Serat	gram	0	0

Berdasarkan hasil analisis mengenai kandungan zat gizi, diketahui bahwa komposisi zat gizi yang terjadi dalam formula enteral rumah sakit belum sesuai dengan prinsip dan syarat diet DM B1 yang seharusnya mengandung 60% karbohidrat, 20% lemak, dan 20% protein. Kadar karbohidrat pada formula enteral rumah sakit adalah sekitar 48% sehingga masih belum sesuai. Selain itu, formula enteral rumah sakit juga tidak mengandung serat. Serat diketahui memiliki efek hipoglikemik dalam tubuh. Serat larut air dapat membentuk gel yang dapat memperlambat pengosongan lambung, memperlambat transit di usus kecil, dan menurunkan difusi glukosa sehingga dapat menurunkan glukosa darah postprandial. Serat tak larut air dapat mempercepat pelepasan hormon incretin yang menstimulasi produksi insulin dan pembentukan asam lemak rantai pendek melalui fermentasi sehingga terjadi penurunan glukosa darah (Widyastuti et al., 2020). Maka dari itu perlu dilakukan modifikasi berupa substitusi bahan untuk meningkatkan kandungan karbohidrat serta serat pada formula enteral DM B1 di Instalasi Gizi RSUD Dr. Soetomo Surabaya.

2. Formula Enteral

Formula enteral didefinisikan sebagai terapi pemberian zat gizi kepada pasien yang tidak dapat memenuhi kebutuhan gizinya melalui oral, sehingga memerlukan pemberian zat gizi melalui selang makan khusus (feeding tube). Pasien yang mengalami gangguan makan atau tidak mampu mengonsumsi zat gizi melalui oral secara total atau sebagian berisiko mengalami penurunan status gizi. Intervensi yang dianjurkan dalam mengatasi keadaan tersebut adalah dengan pemberian diet khusus berupa formula enteral. Pemberian formula enteral dapat dilakukan melalui jalur hidung-lambung (nasogastric tube) atau hidung-usus (nasoduodenal atau nasojejunal route) (Dwipajati et al., 2024).

Kondisi pasien yang memerlukan dukungan nutrisi berupa pemberian formula enteral diantaranya adalah pasien HIV/AIDS yang disertai malnutrisi, kaheksia pada penyakit jantung dan kanker, penurunan kesadaran/koma, disfagia/obstruksi esophagus, anoreksia pada infeksi yang berat, pembedahan/kanker pada kepala atau leher, gangguan psikologis seperti depresi berat atau anoreksia nervosa, hipermetabolisme, inflamasi usus/penyakit crohn, intubasi/ventilasi, serta pankreatitis. Formula enteral juga dipertimbangkan untuk pasien yang belum mendapat asupan makanan per oral selama lima hingga tujuh hari dengan kondisi usus yang berfungsi baik (Widyaningsih, 2014).

Terdapat beberapa hal yang menentukan keberhasilan pemberian formula enteral, diantaranya yaitu perlindungan jalan napas untuk meminimalkan risiko aspirasi, kemampuan gastrointestinal yang baik untuk menghindari lambatnya proses pencernaan makanan yang dapat menyebabkan muntah, panjang usus halus minimum 100 cm untuk menyerap nutrisi enteral yang baik, katup ileocecal yang utuh untuk meningkatkan penyerapan zat gizi melalui penundaan waktu singgah usus, serta usus lancar tidak tersumbat dengan kapasitas absorptive yang memadai (Widyaningsih, 2014). Formula enteral tidak boleh diberikan

apabila GRV (Gastric Residual Volume) mencapai > 500 ml dan atau adanya perdarahan saluran cerna, distensi abdomen, hemodinamik belum stabil, muntah yang tidak terkontrol atau terus menerus, aspirasi, diare kronik, shock hipovolemik, dan kejang (Harti, 2023).

Pemberian formula enteral yang tepat pada pasien dapat membantu mencegah terjadinya malnutrisi rumah sakit (hospital malnutrition), mencegah atrofi mukosa usus, mempertahankan fungsi barier usus, mencegah translokasi bakteri, mempertahankan dan memperbaiki imunitas usus, meningkatkan berat badan, menstabilkan fungsi hati/liver, mencegah terjadinya katabolisme, memperbaiki *nitrogen balance negative*, mempertahankan fungsi gastrointestinal, serta mengurangi frekuensi masuk rumah sakit dan lama rawat inap di rumah sakit (Klek et al., 2014). Selain itu, pemberian makanan secara enteral memiliki dampak komplikasi infeksi yang lebih rendah daripada parenteral (Hawa & Murbawani, 2015). Jenis-jenis formula enteral berdasarkan bentuk dan komposisi zat gizi makronya, antara lain:

- a) Formula Enteral Polimerik, yaitu formula enteral dengan komposisi zat gizi makro (protein, lemak, dan karbohidrat) dalam bentuk utuh. Kandungan energi sebesar 1-2 kkal/ml dan pada umumnya bebas laktosa. Formula enteral dengan densitas energi yang tinggi diperlukan bagi pasien yang membutuhkan pembatasan cairan seperti pasien gangguan jantung, gangguan paru, gangguan hati/liver, gangguan ginjal, serta pasien yang tidak mampu menerima makanan dalam volume tertentu. Formula enteral polimerik dapat dikelompokkan lagi menjadi formula standar dewasa, formula standar anak, dan formula khusus untuk penyakit tertentu seperti formula enteral DM, formula enteral rendah protein, dan lain-lain.
- b) Formula Enteral Elemental (monomeric) / Semi Elemental (oligomeric), yaitu formula enteral dengan komposisi zat gizi dalam bentuk sederhana mudah serap yang terdiri dari asam amino tunggal, glucose polymers, rendah lemak atau 2-3% dari kalori terdiri dari LCT

(long chain triglycerides). Formula semi elemental terdiri dari peptida, gula sederhana, dan MCT (medium chain triglycerides).

- c) Formula Enteral Blenderize, yaitu formula enteral yang dibuat dengan menghaluskan makanan menjadi bentuk cair sehingga bisa masuk dan melewati pipa naso gastric tube (NGT), mengandung zat gizi lengkap seperti diet via oral, dan memiliki harga yang lebih murah karena terbuat dari bahan makanan konvensional yang biasa digunakan di rumah. Kelebihan lainnya dari formula enteral blenderize adalah lebih mudah diterima, lebih nyaman, dan dapat meningkatkan kualitas hidup pasien. Selain itu, formula enteral blenderize juga dapat membantu meningkatkan toleransi dalam pemberian makan dan mengurangi komplikasi gastrointestinal. Namun, formula enteral blenderize tidak dapat diberikan kepada pasien dengan immunocompromised, pasien yang menggunakan jejunostomy, pasien dengan multialergi makanan, serta tidak dapat masuk pada pipa NGT ukuran < 10 French. Formula enteral blenderize juga dikenal dengan Domiciliary Enteral Nutrition Therapy (DENT). Formula enteral blenderize.
- d) Thickened Enteral Formula (TEF) yaitu formula enteral yang dikembangkan di Jepang oleh Ichimaru & Amagai (2014), dimana TEF merupakan formula enteral yang viskositasnya sengaja ditingkatkan dengan menambahkan bahan pengental. Tujuannya adalah untuk mencegah komplikasi terkait pemberian formula enteral seperti diare, mual, muntah, dan gastroesophageal reflux (GER). TEF cocok digunakan oleh pasien yang sudah lama menjalani terapi enteral baik di rumah maupun di rumah sakit. Viskositas TEF berkisar antara 9-20 cP. Beberapa penelitian melaporkan adanya mekanisme pengosongan lambung dimana formula enteral dengan viskositas > 16 cP dapat memperlambat pengosongan lambung (Ichimaru & Amagai, 2014).

Formula enteral pada standarnya memiliki kandungan energi $\pm 1,0-2$ kkal/ml, kandungan protein 12-20%, kandungan lemak 30-40%, dan kandungan karbohidrat 40-60 % (Nurhidayah, 2021). Adapun syarat formula enteral secara umum yaitu menurut Elvizahro et al., (2021), yaitu kandungan energi 1 kkal dalam 1 cc cairan; kandungan zat gizi seimbang yaitu kebutuhan kalori sebagian besar diambil dari karbohidrat dengan komposisi umum untuk Indonesia karbohidrat 60-70%, protein 15-20% dan lemak 20-25%; osmolaritas sama dengan cairan tubuh yaitu osmolalitas yang ideal 350-400 ml; osmolaritas sesuai dengan osmolaritas cairan ekstraseluler; mudah diabsorpsi yaitu bahan baku makanan enteral sebaiknya siap diabsorpsi atau paling tidak hanya sedikit memerlukan kegiatan pencernaan; makanan enteral bebas dari bahan yang mengandung purine dan kolesterol; serta harus dapat mengalir dalam pipa makanan ukuran 8 –14 French.

3. Skor Asam Amino (SAA)

Skor Asam Amino (SAA) adalah cara menetapkan mutu protein dengan membandingkan kandungan asam amino esensial dalam bahan makanan (Purwanti et al., 2020). Skor asam amino diperoleh dengan memberikan bobot numerik pada masing-masing asam amino yang membentuk protein. Bobot ini mencerminkan berbagai properti fisik dan kimia dari masing-masing asam amino, seperti ukuran, polaritas, hidrofobisitas, dan kemampuan membentuk ikatan hidrogen atau ikatan disulfida. Metode yang umum digunakan dalam penghitungan skor asam amino adalah skala Kluge dan Blombäck, yang memberikan bobot yang berbeda untuk setiap asam amino berdasarkan sifat-sifatnya (Wolfe et al., 2016). Besar skor asam amino dalam formula enteral yang bermanfaat bagi tubuh adalah sebesar 100% dimana artinya kandungan asam amino esensial dalam formula enteral yang diserap seluruhnya dimanfaatkan oleh tubuh (Bailey & Stein, 2019). Cara perhitungan skor asam amino adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung kandungan total asam amino esensial yaitu lisin, treonin, triptofan, metionin, dan sistin dari setiap bahan makanan yang digunakan.
- b. Menghitung persentase dari tiap asam amino esensial (AAE) dalam protein yaitu dengan membagi kandungan tiap asam amino esensial dengan total kandungan protein kemudian dikali 100.
- c. Membandingkan persentase dari tiap asam amino esensial dengan Pola Kecukupan Asam Amino Esensial (PKAE) untuk kelompok usia dewasa yaitu lisin 22 mg; treonin 13 mg; triptofan 6,5 mg; serta metionin dan sistin 24 mg.
- d. Menghitung Tingkat Konsumsi Asam Amino Esensial (TAKE) dengan cara membagi persentase AAE dengan PKAE.
- e. Menentukan skor asam amino dengan asam amino pembatas yaitu asam amino esensial dengan nilai terendah.

4. Uji Hedonik

Uji hedonik merupakan metode yang penting dalam evaluasi produk makanan dan minuman dimana memungkinkan penilaian yang holistik terhadap kualitas sensorik serta preferensi konsumen. Penelitian dalam domain ini menyoroti penggunaan metode ini untuk memahami preferensi konsumen, meningkatkan formulasi produk, dan menginformasikan keputusan strategis dalam industri makanan dan minuman. Uji hedonik merupakan evaluasi sifat-sifat sensorik produk makanan dan minuman, termasuk penampilan, aroma, rasa, dan kekentalan, menggunakan indera manusia (Gusnadi et al., 2021).

Uji hedonik merupakan sebuah pengujian dalam analisa sensori organoleptik yang digunakan untuk mengetahui besarnya perbedaan kualitas diantara beberapa produk sejenis dengan memberikan penilaian atau skor terhadap sifat tertentu dari suatu produk dan untuk mengetahui tingkat kesukaan dari suatu produk. Tingkat kesukaan ini disebut skala

hedonik, misalnya sangat suka, suka, agak suka, agak tidak suka, tidak suka, sangat tidak suka dan lain-lain (Qamariah et al., 2022). Dalam analisis datanya, skala hedonik ditransformasikan ke dalam angka dimana dengan data ini dapat dilakukan analisis statistik. Prosedur pelaksanaan uji hedonik adalah sebagai berikut (Ayustaningwarno et al., 2020):

- a. Menyajikan sampel dengan label dan kode yang berbeda. Dalam penyajiannya, sampel diberikan bersama atau formula standar terlebih dahulu kemudian sampel.
- b. Melakukan uji hedonik kepada panelis terhadap kekentalan, warna, aroma, dan rasa dari sampel dan formula standar yang disajikan dengan kuesioner yang telah disediakan. Kuesioner berisi tentang penilaian panelis terkait kekentalan, warna, aroma, dan rasa formula dengan 4 skala yaitu skala 1 (tidak suka), skala 2 (agak suka), skala 3 (suka), dan skala 4 (sangat suka).
- c. Menghitung rata-rata skala hedonik dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata skala hedonik} = \frac{\text{Jumlah total skala dari seluruh panelis}}{\text{Jumlah panelis}}$$

5. Uji Densitas

Salah satu aspek yang perlu diperhatikan pada formula enteral adalah kepadatan energinya atau yang disebut dengan densitas energi. Densitas energi merupakan jumlah energi yang terkandung dalam tiap berat bahan formula dengan satuan kilojoule per gram berat bahan formula (kJ/g) atau kilokalori per volume formula enteral (kkal/ml). Densitas energi formula enteral ditentukan oleh kandungan air dalam formula tersebut (Nutrition Policy and Promotion of USDA, 2012). Untuk formula tinggi energi, densitas energi yaitu 1,5-2 kkal/ml dengan kandungan protein 15- 20% dari total kebutuhan energi, lemak 30-40% dari total kebutuhan energi, karbohidrat 45-50% dari total kebutuhan energi (DAA, 2018).

Cara pengukuran densitas energi dari suatu formula adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung total kandungan energi dari suatu formula dalam 1 sajian.
- b. Menghitung total volume formula dalam 1 sajian.
- c. Menghitung densitas energi formula dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Densitas energi} = \frac{\text{Total kandungan energi formula 1 sajian (kkal)}}{\text{Total volume (mL)}}$$

6. Uji Viskositas

Uji viskositas merupakan uji yang perlu dilakukan ketika melakukan pengembangan formula enteral karena bertujuan untuk menunjukkan kualitas fisik dari formula enteral, karena viskositas merupakan karakteristik penting dari makanan cair dalam pengolahan makanan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui produk enteral yang dibuat sesuai dengan batas normal tidak terlalu encer ataupun terlalu kental (Pratiwi & Noer, 2014). Selain itu, dengan diketahuinya viskositas formula enteral dapat mengurangi penyakit refluks gastroesofageal. Makanan yang kental menggeser bolus makanan ke bagian distal lambung (antrum) dan menjauhi kardial serta sfingter esofagus bagian bawah, sehingga mengurangi pergerakan bolus ke esofagus. Maka dari itu, kekentalan formula enteral perlu diperhatikan agar formula enteral dapat melalui selang sonde, mengurangi kejadian refluks, namun tetap pada zat gizi. Viskositas optimum formula enteral blenderized berkisar antara 3,5-10 cP (Hron & Rosen, 2020). Tahapan dalam menguji viskositas adalah sebagai berikut:

- a. Memasang spuit dan selang NGT.
- b. Mengalirkan 50 ml sampel ke dalam selang NGT dengan ketinggian sekitar 92 cm.
- c. Menekuk selang bagian atas tepat di bawah spuit (sebagai titik start).
- d. Menghitung waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan formula di dalam selang.
- e. Stopwatch dihentikan ketika sampel telah melewati spuit (garis start).

- f. Mencatat hasil ukur dalam ml/detik.
- g. Mengukur daya alir pada air pada selang NGT dengan tahapan yang sama dengan sampel.
- h. Menghitung massa jenis sampel dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho \text{ sampel} = \frac{\text{berat sampel (gram)}}{\text{volume sampel (ml)}}$$

- i. Menghitung viskositas sampel dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Viskositas} = \frac{\rho \text{ sampel} \times t \text{ formula} \times \text{viskositas air}}{\rho \text{ air} \times t \text{ air}}$$

Keterangan:

η air = viskositas air (1 cP)

ρ air = berat jenis air (1 g/ml)

t = waktu (s)

7. Bahan-bahan Formula Enteral Modifikasi

a. Tepung Sorgum

Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) merupakan tanaman jenis sereal dari famili Gramineae. Sorgum berasal dari benua Afrika Timur di wilayah Abessinia hingga di Ethiopia, saat ini sorgum telah banyak menyebar di seluruh dunia terutama di Indonesia. Sorgum memiliki nama umum yang beragam di berbagai negara besar seperti di Amerika Serikat dan Australia yang dikenal dengan nama dorgum, di Afrika dan India yang dikenal dengan nama durra, di Ethiopia dikenal dengan nama bachanta, dan di Indonesia terutama pulau Jawa yang dikenal dengan nama cantel. Pada umum, sorgum merupakan salah satu tanaman pangan yang penting setelah gandum, padi, jagung, dan barley (Winiastri, 2021).

Sorgum memiliki produktivitas tinggi, dapat ditanam di segala jenis tanah, dan beberapa jenis sorgum tahan hama. Produktivitas sorgum di Indonesia tergolong cukup tinggi yaitu mencapai 66.172 ton/hektar (Widyastuti et al., 2020). Di Indonesia, pemanfaatan biji sorgum sebagai bahan pangan masih rendah dan baru diolah secara

tradisional. Pemanfaatan sorgum sebagai bahan campuran pada pembuatan makanan belum banyak dilakukan. Dengan produktivitas yang tinggi tersebut, sorgum seharusnya dapat dimanfaatkan untuk pengembangan produk pangan.

Sorgum adalah tanaman yang sangat ekonomis yang dapat tumbuh dengan sedikit air, cocok ditanam pada lahan yang kering dan panas, salah satu jenis tanaman sereal yang toleran terhadap kekeringan dan genangan air sehingga mempunyai potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia, berguna sebagai bahan pangan (Mustika et al., 2019). Kandungan gizi sorgum diketahui lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman sereal lainnya seperti padi, jagung, dan beras (Tuinstra et al., 2019). Selain itu, kadar protein sorgum setara dengan tepung terigu dan kandungan patinya lebih tinggi dari tepung terigu (Budiarti et al., 2021).

Pemanfaatan sorgum dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi tepung. Berdasarkan penelitian Budiarti et al., (2021), proses pembuatan tepung sorgum diawali dengan merendam beras sorgum dengan air selama 8 jam pada suhu kamar. Setelah direndam, beras sorgum kemudian ditiriskan. Sorgum selanjutnya dikeringkan dengan oven dalam waktu 4 jam dengan suhu 80°C. Setelah kering, beras sorgum dihaluskan dan kemudian diayak dengan mesh untuk mendapatkan tepung sorgum yang halus.

Perendaman pada biji sorgum dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan kadar taninnya. Kandungan zat tanin yang tinggi dalam sorgum jika diaplikasikan pada produk makanan dapat menimbulkan rasa sepat dan pahit, serta menimbulkan warna yang gelap. Penelitian Narsih (2008) dalam Suarni & Subagio (2014) menyebutkan bahwa untuk menurunkan zat tanin dari sorgum perlu dilakukan adanya perendaman pada biji sorgum merah agar tanin dapat berkurang, karena

tanin yang terdapat pada sorgum akan larut dalam air. Perendaman merupakan metode basah dalam pembuatan tepung yang bertujuan untuk menurunkan kandungan tanin.

Pengolahan biji sorgum menjadi tepung sorgum dilakukan karena tepung memiliki umur simpan yang lebih lama, mudah dicampurkan dengan bahan makanan lainnya, dan dapat diolah menjadi berbagai produk seperti mie, bubur, bihun, kue kering, kue basah, dan lain-lain. Tepung sorgum memiliki indeks glikemik sebesar 36 yang termasuk indeks glikemik rendah dan kandungan serat sebesar 8,83% yang terdiri dari serat larut air sebesar 2,39 % dan serat tak larut air sebesar 6,44 (Widyastuti et al., 2020).

Indeks glikemik merupakan parameter yang menunjukkan pengaruh fisiologis bahan makanan terhadap glukosa darah setelah bahan makanan tersebut dikonsumsi (Soviana & Pawestri, 2020). Konsumsi bahan makanan dengan indeks glikemik rendah dapat menyebabkan proses penyerapan karbohidrat dan penyerapan glukosa menjadi lebih lambat sehingga fluktuasi kadar glukosa darah relatif sedikit. Kebiasaan konsumsi bahan makanan dengan indeks glikemik rendah dapat memberikan dampak yang baik yaitu penurunan kadar glukosa darah pada individu dengan diabetes. Kandungan gizi dalam 100 gram tepung sorgum disajikan dalam Tabel 2.2 (Mustika et al., 2019).

Tabel 2.2 Kandungan Gizi dalam 100 gram Tepung Sorgum

Zat Gizi	Kandungan dalam 100 gram
Energi	332 kkal
Protein	11 gram
Lemak	3,3 gram
Karbohidrat	73 gram
Kalsium	28 miligram
Besi	4,4 miligram
Fosfor	287 miligram
Vitamin B1	0,38 miligram

Serat yang terkandung dalam sorgum diketahui 6,8-8,4% lebih besar daripada serat dalam beras, yang terdiri dari serat larut air sebesar 2,39 % dan serat tak larut air sebesar 6,44% (Salimi, 2012 dalam Widyastuti et al., 2020). Kebiasaan konsumsi serat dapat memberikan efek hipoglikemik di dalam tubuh. Serat larut air dapat membentuk gel yang dapat memperlambat pengosongan lambung, memperlambat transit di usus kecil, dan menurunkan difusi glukosa sehingga dapat menurunkan glukosa darah postprandial. Serat tak larut air dapat mempercepat pelepasan hormon incretin yang menstimulasi produksi insulin dan pembentukan asam lemak rantai pendek melalui fermentasi sehingga terjadi penurunan glukosa darah.

Konsumsi diet tinggi serat dapat memperbaiki kontrol glikemik pada pasien diabetes (Widyastuti et al., 2020). Sorgum juga memiliki komponen aktivitas antioksidan sebesar 40,46% dan telah menjadi salah satu pangan sumber antioksidan karena keberadaan flavonoid (Winiastri, 2021). Flavonoid merupakan senyawa antioksidan yang memiliki efek menurunkan gula darah. Flavonoid dapat meningkatkan sekresi insulin melalui perbaikan sel langerhans, maka jumlah insulin yang dihasilkan akan mengalami peningkatan sehingga glukosa darah akan masuk ke dalam sel dan glukosa darah di dalam tubuh akan menurun (Anggraini et al., 2023).

b. Susu Skim

Susu skim adalah bagian susu yang tertinggal sesudah krim diambil sebagian atau seluruhnya. Susu skim seringkali disebut sebagai susu bubuk tak berlemak yang banyak mengandung protein dan kadar air sebesar 5% (Handayani et al., 2014).

Adapun kandungan gizi dalam 100 gram tepung sorgum disajikan dalam Tabel 2.3 (Kemeneks RI, 2018).

Tabel 2.3 Kandungan Gizi dalam 100 gram Susu Skim

Zat Gizi	Kandungan dalam 100 gram
Energi	366,6 kkal
Protein	30 gram
Karbohidrat	56,7 gram
Serat	6,7 gram

Susu skim memiliki citarasa yang manis dan gurih serta kandungan protein tinggi dan rendah lemak, sehingga tujuan penambahan susu skim pada formula enteral modifikasi adalah untuk mencukupi kebutuhan protein pasien tanpa meningkatkan asupan lemaknya, serta rasanya yang manis dan gurih diharapkan dapat membantu meningkatkan daya terima formula enteral.

c. Gula Pasir

Penggunaan gula pasir pada formula enteral modifikasi bertujuan untuk meningkatkan rasa manis serta meningkatkan kandungan karbohidrat. Gula pasir merupakan sumber karbohidrat sederhana karena mudah larut dalam air dan dapat langsung diserap tubuh menjadi energi (Soleha & Suryana, 2022).

Adapun kandungan gizi dalam 100 gram gula pasir disajikan pada Tabel 2.4 (Kemenkes RI, 2018).

Tabel 2.4 Kandungan Gizi dalam 100 gram Gula Pasir

Zat Gizi	Kandungan dalam 100 gram
Energi	394 kkal
Protein	0 gram
Lemak	0 gram
Karbohidrat	94 gram

d. Telur Ayam

Telur merupakan salah satu produk hewani yang berasal dari ternak unggas dan telah dikenal sebagai bahan pangan sumber protein yang bermutu tinggi. Telur merupakan sumber protein hewani, yang mempunyai gizi tinggi, diantaranya yaitu sumber vitamin A, vitamin B, niasin, thiamin, riboflavin, vitamin E dan vitamin D (Ramadhani et al., 2019). Penggunaan telur ayam bertujuan sebagai sumber protein pada formula enteral. Adapun kandungan zat gizi dalam 100 gram telur ayam disajikan dalam Tabel 2.5 (Kemenkes RI, 2018).

Tabel 2.5 Kandungan Gizi dalam 100 gram Telur Ayam

Zat Gizi	Kandungan dalam 100 gram
Energi	155,1 kkal
Protein	11,1 gram
Lemak	10,6 gram
Karbohidrat	1,1 gram

e. Minyak *Rice Bran*

Minyak *rice bran* atau minyak dedak merupakan minyak hasil ekstraksi dedak padi. Minyak dedak dapat dikonsumsi dan mengandung vitamin, antioksidan, serta zat gizi yang diperlukan tubuh manusia. Minyak dedak mengandung beberapa jenis lemak yaitu lemak monounsaturated dan saturated serta asam lemak seperti asam oleat, linoleat, linolenat, palmitat, dan stearat. Adapun kandungan gizi dalam 100 gram minyak dedak disajikan pada Tabel 2.6 (Kemenkes RI, 2018).

Tabel 2.6 Kandungan Gizi dalam 100 gram Tepung Sorgum

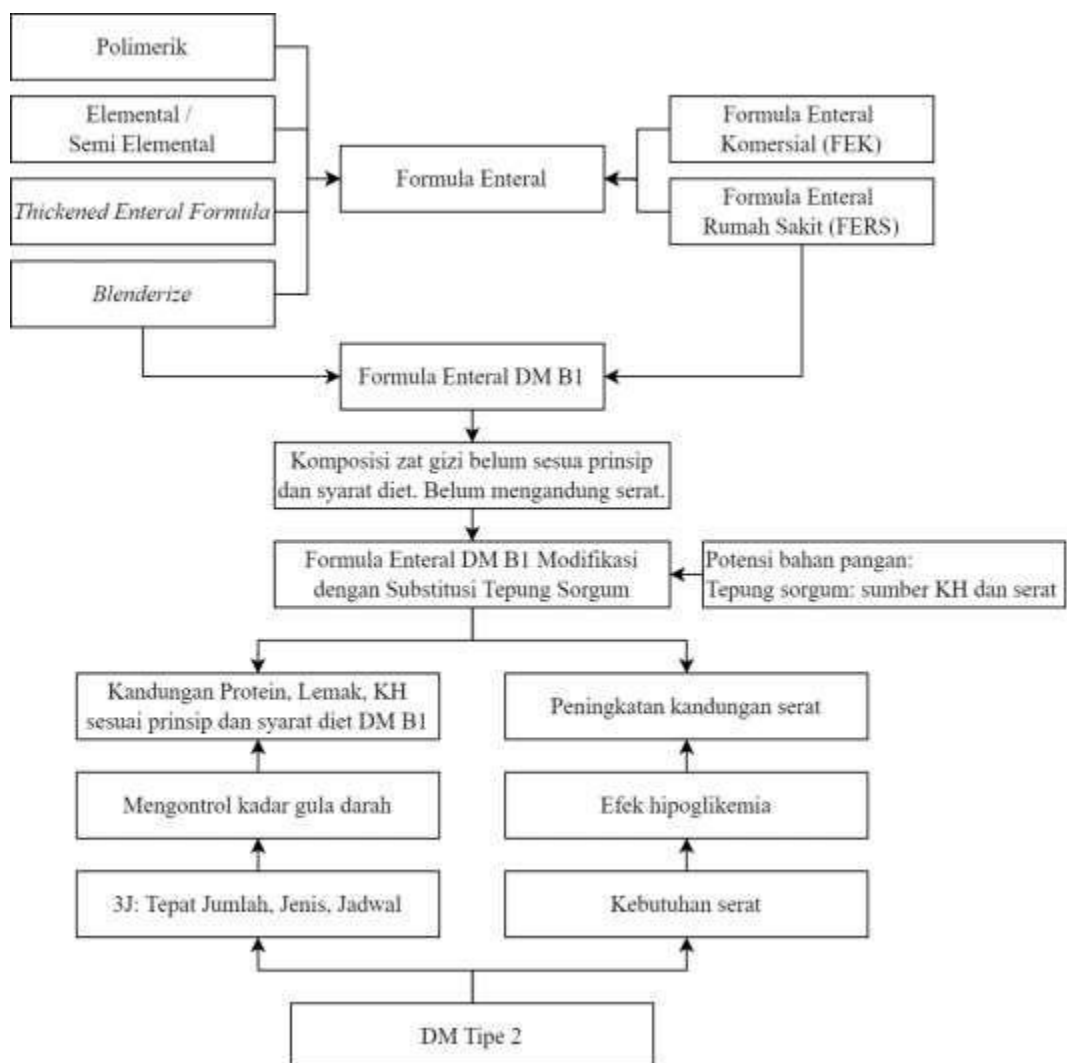
Zat Gizi	Kandungan dalam 100 gram
Energi	802,1 kkal
Lemak	89,2 miligram

B. Kerangka Teori

Berdasarkan pemaparan pada telaah pustaka, didapatkan informasi bahwa formula enteral berdasarkan bentuk dan komposisi zat gizi makronya dibagi menjadi formula enteral polimerik, formula enteral elemental / semi elemental, formula enteral blenderize, dan thickened enteral formula (TEF).

Formula enteral yang digunakan untuk pasien DM B1 di RSUD Dr. Soetomo Surabaya adalah formula enteral home blenderize. Dari hasil pengkajian kandungan gizinya, formula enteral DM B1 milik rumah sakit memiliki komposisi kandungan gizi yang belum sesuai dengan syarat diet DM B1, dimana kandungan karbohidrat belum mendekati 60% serta tidak terdapat kandungan serat yang memiliki efek hipoglikemik untuk membantu penurunan kadar glukosa darah penderita DM.

Kerangka teori pada penelitian ini disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kerangka Teori

Sumber: modifikasi dari Ramadhani (2022)

Berdasarkan kerangka teori di atas, dapat dijabarkan bahwa formula enteral sendiri dibedakan menjadi dua berdasarkan bentuk dan komposisi serta formulanya. Formula enteral berdasarkan bentuk dan komposisinya dibagi menjadi empat jenis yaitu formula enteral polimerik, formula enteral elemental/semi-elemental, TEF, dan formula enteral blenderize. Sementara berdasarkan formulanya dibagi menjadi dua jenis yaitu formula enteral komersial (FEK) dan formula enteral rumah sakit (FERS). Adapun formula yang dikembangkan pada penelitian ini adalah formula enteral DM B1 milik RSUD Dr. Soetomo Surabaya yang merupakan formula enteral rumah sakit (FERS) dengan jenis formula enteral blenderize.

Hasil analisis terhadap kandungan gizi formula enteral DM B1 milik RSUD Dr. Soetomo Surabaya diketahui komposisinya belum sesuai dengan prinsip dan syarat diet DM B1 dimana kandungan karbohidratnya belum mencukupi 60% serta tidak terdapat kandungan serat. Maka dari itu dilakukan modifikasi berupa substitusi tepung sorgum untuk meningkatkan kadar karbohidrat dan seratnya. Kesesuaian komposisi zat gizi protein, lemak, dan karbohidrat diperlukan utamanya untuk menjaga dan mengontrol kadar gula darah penderita DM. Sementara kandungan serat memiliki efek hipoglikemi yang turut membantu menurunkan kadar glukosa darah penderita DM.

C. Kerangka Konsep

Kerangka konsep penelitian merupakan kerangka hubungan antara variabel-variabel yang ingin diamati dan diukur melalui penelitian yang dilakukan (Masturoh & Anggita, 2018). Kerangka konsep dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

Secara konsep, dalam penelitian ini peneliti ingin mengetahui perbandingan komposisi bahan penyusun dan cara pembuatan, perbandingan kandungan zat gizi, perbandingan kandungan asam amino dan skor asam amino, perbandingan densitas dan viskositas, serta perbandingan food cost antara formula enteral DM B1 milik RSUD Dr. Soetomo Surabaya dengan formula enteral DM B1 modifikasi dengan substitusi tepung sorgum.

D. Pertanyaan Penelitian

Pada penelitian ini, pertanyaan penelitian didasarkan pada teori yang telah diuraikan. Berdasarkan hal tersebut maka diajukan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana perbedaan bahan penyusun dan cara pembuatan antara formula enteral DM B1 milik RSUD Dr. Soetomo Surabaya dan formula enteral DM B1 modifikasi dengan substitusi tepung sorgum?
2. Bagaimana perbedaan kandungan zat gizi antara formula enteral DM B1 milik RSUD Dr. Soetomo Surabaya dan formula enteral DM B1 modifikasi dengan substitusi tepung sorgum?
3. Bagaimana perbedaan kandungan asam amino dan skor asam amino antara formula enteral DM B1 milik RSUD Dr. Soetomo Surabaya dan formula enteral DM B1 modifikasi dengan substitusi tepung sorgum?
4. Bagaimana perbedaan mutu hedonik antara formula enteral DM B1 milik RSUD Dr. Soetomo Surabaya dan formula enteral DM B1 modifikasi dengan substitusi tepung sorgum?

5. Bagaimana perbedaan densitas dan viskositas antara formula enteral DM B1 milik RSUD Dr. Soetomo Surabaya dan formula enteral DM B1 modifikasi dengan substitusi tepung sorgum?
6. Bagaimana perbedaan food cost antara formula enteral DM B1 milik RSUD Dr. Soetomo Surabaya dan formula enteral DM B1 modifikasi dengan substitusi tepung sorgum?