

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Formula Enteral

Asupan nutrisi yang tidak memadai merupakan kondisi dimana kebutuhan energi dan zat gizi pasien tidak dapat terpenuhi sesuai dengan kebutuhan tubuh. Pada pasien yang tidak dapat menerima makanan melalui oral, hal ini menjadi masalah serius karena tubuh tetap memerlukan energi dan nutrisi untuk mempertahankan fungsi fisiologis, mendukung proses penyembuhan, serta mencegah komplikasi lebih lanjut (12). Banyak faktor yang dapat menyebabkan pasien tidak dapat makan melalui oral. Beberapa kondisi medis seperti gangguan menelan (*disfagia*), gangguan neurologis, penurunan kesadaran, trauma kepala dan leher, serta efek samping dari tindakan medis atau terapi tertentu dapat memengaruhi kemampuan pasien untuk mengonsumsi makanan. Pada kondisi tersebut, sistem pencernaan masih berfungsi namun jalur oral tidak mampu digunakan secara efektif untuk menerima makanan (13). Oleh sebab itu, pemberian makan secara enteral diperlukan untuk menunjang terpenuhinya asupan bagi pasien dengan kondisi tidak mampu makan melalui oral.

Formula enteral adalah produk makanan cair atau semi-cair yang dirancang secara khusus untuk diberikan kepada pasien melalui saluran cerna (baik secara oral maupun NGT), dengan tujuan memenuhi kebutuhan energi dan zat gizi secara lengkap. Formula ini sangat berguna bagi pasien yang mengalami kesulitan mengonsumsi makanan dalam bentuk padat.

Selain itu, formula enteral juga dapat digunakan bagi pasien yang memiliki kebutuhan gizi khusus karena kondisi medis tertentu, seperti pasien kanker, pasien pasca operasi, pasien dengan penurunan kesadaran, atau pasien dengan gangguan makan. Pemberian nutrisi enteral pada pasien dapat meningkatkan berat badan, menstabilkan fungsi hati/liver, mengurangi kejadian komplikasi infeksi, jumlah/frekuensi masuk rumah sakit dan lama hari rawat inap (14).

Jenis formula enteral dibagi berdasarkan bentuk dan komposisi zat gizi makronya, yaitu meliputi polimerik, oligomerik, dan monomerik.

a. Formula Polimerik

Formula enteral polimerik dikenal juga sebagai formula lengkap utuh karena seluruh kandungan nutrisi masih berada dalam bentuk kompleks, bukan hasil dari pemecahan. Jenis formula ini dirancang untuk menyediakan zat gizi makro dan mikro secara seimbang bagi pasien dengan fungsi saluran cerna normal, sehingga dapat diberikan baik di fasilitas pelayanan kesehatan maupun di rumah atau *homecare*. Sumber nitrogen formula polimerik berasal dari protein utuh, sedangkan karbohidratnya umumnya menggunakan oligosakarida, maltodekstrin, atau pati. Lemak yang digunakan biasanya berasal dari minyak nabati, serta dilengkapi dengan vitamin dan mineral esensial (15).

Formula dengan densitas rendah (0,5–1 kkal/ml) umumnya diberikan pada tahap awal pemberian nutrisi enteral, sedangkan formula dengan densitas lebih tinggi (1,5–2 kkal/ml) digunakan bagi pasien yang

memiliki kebutuhan energi tinggi atau harus membatasi asupan cairan. Secara umum, formula polimerik terbagi menjadi dua tipe, yaitu formula enteral standar dan formula blenderized. Formula standar memiliki nilai energi sekitar 1–1,2 kkal/ml, kandungan protein antara 14–16%, rendah residu, serta tidak mengandung laktosa (15).

b. Formula Elemental (Oligomerik dan Monomerik)

Formula elemental merupakan jenis formula enteral yang komponen makronutrientnya telah dipecah melalui proses hidrolisis enzimatis, sehingga menghasilkan bentuk zat gizi yang lebih sederhana dan mudah diserap oleh saluran pencernaan. Jenis formula ini umumnya digunakan pada pasien dengan gangguan fungsi usus atau penyerapan nutrisi, seperti pada kasus malabsorpsi, penyakit Crohn, maupun sindrom usus pendek (*Short Bowel Syndrome*). Kandungan utama formula ini terdiri atas asam amino bebas sebagai protein, serta memiliki kadar lemak dan residu yang rendah. Formula tidak mengandung serat dan memiliki sifat hiperosmotik karena banyaknya partikel kecil di dalamnya, yang menyebabkan tekanan osmotik tinggi. Meskipun efektif untuk pasien dengan gangguan pencernaan berat, kekurangan dari formula ini adalah biaya yang relatif mahal, serta rasa dan aroma kurang disukai pasien (15).

Sementara itu, formula monomerik mengandung zat gizi makro dan mikro penting seperti vitamin, mineral, *trace elements*, dan asam lemak esensial. Adapun formula oligomerik mengandung sumber nitrogen dalam bentuk dipeptida dan tripeptida, dengan variasi kandungan asam

amino yang disesuaikan dengan kebutuhan tubuh. Formula ini dirancang untuk menyediakan mikronutrien dan zat gizi lengkap dalam jumlah sesuai rekomendasi untuk mendukung status gizi pasien (15).

Salah satu jenis formula yang sering digunakan di rumah sakit adalah formula polimerik dan dibagi ke dalam dua jenis, yaitu formula enteral buatan rumah sakit (FERS) dan formula komersial (FEK). Formula enteral komersial (FEK) memiliki keunggulan yaitu kemudahan persiapan, higienitas dan pemberiannya. Namun jika dibandingkan dengan formula enteral rumah sakit (FERS), maka harga FERS relatif lebih murah dan terjangkau dari formula enteral komersial (FEK). Dalam proses pembuatan formula enteral rumah sakit (FERS) dilakukan melalui beberapa tahapan yang rentan terhadap bahaya cemaran mikroorganisme. Hal ini dikarenakan makanan cair sangat ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme yang berasal dari komposisi bahan, persiapan selama produksi, atau berasal dari rumah sakit itu sendiri. Selain itu, kelemahan dari formula enteral rumah sakit (FERS) yaitu memiliki umur simpan yang relatif pendek karena berbentuk cair (16).

Prinsip dan syarat formula enteral yaitu mengandung energi sebesar 1,0-1,2 kkal/ml, protein sebesar 12-20%, lemak sebesar 30-40%, dan karbohidrat sebesar 40-60%. Pemberian formula enteral akan disesuaikan kembali berdasarkan kegunaannya. Menurut ASPEN (*American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*), formula standar biasanya memiliki energi sebesar 1,0–1,2 kkal/mL, kandungan protein berkisar 15–25 % atau setara dengan 0,8–2,0 g/kgBB/hari, kandungan lemak sekitar 20–40 %, dan

kandungan karbohidrat sekitar 40–60 % dari total energi (17). Osmolalitas yang direkomendasikan berkisar 250-400 mOsmol/L. Osmolalitas merupakan istilah kimia yang menggambarkan banyaknya molekul yang larut dalam cairan (18). Berdasarkan *American Dietetic Association*, nilai viskositas yang direkomendasikan berkisar antara 1-50 cP. Nilai viskositas yang terlalu tinggi menyebabkan formula sulit dialirkan, dan nilai viskositas yang terlalu rendah menyebabkan diare atau muntah (19).

2. Penyakit Kanker

Kanker adalah penyakit yang ditandai dengan adanya pertumbuhan sel secara abnormal dan tidak terkendali, dimana dapat menyerang jaringan tubuh yang sehat dan menyebar ke bagian tubuh lain (metastasis). Kanker dapat menyerang berbagai organ dalam tubuh, dan memiliki dampak luas terhadap fungsi fisiologis, metabolisme, dan psikologis. Kanker merupakan penyebab kematian kedua terbanyak di Indonesia setelah penyakit jantung, dengan beban penyakit yang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Penyebab kanker bersifat multifaktorial, seperti faktor genetik, lingkungan, pola makan, gaya hidup, dan paparan zat karsinogenik (20).

Gejala yang timbul dari kanker sangat bergantung pada jenis dan lokasi kanker, namun secara umum gejala yang ditimbulkan antara lain penurunan berat badan drastis tanpa sebab yang jelas, kelelahan kronis, nyeri yang terus-menerus, luka yang tidak sembuh, perubahan pola buang air besar/kecil, dan terdapat benjolan atau pembengkakkan. Gejala sistemik seperti kelelahan dan penurunan berat badan seringkali muncul pada

stadium lanjut akibat proses metabolisme abnormal dan respons inflamasi sistemik (21). Salah satu masalah gizi utama pada pasien kanker yaitu penurunan nafsu makan (anoreksia), yang berkontribusi terhadap malnutrisi dan penurunan kualitas hidup. Anoreksia dapat disebabkan oleh efek langsung tumor, efek samping terapi (seperti kemoterapi atau radiasi), perubahan hormonal, dan stres psikologis. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menyebutkan bahwa 40-80% pasien kanker mengalami penurunan asupan makanan akibat kehilangan nafsu makan, rasa mual, perubahan sensasi rasa, serta kelelahan (22).

3. Manajemen Diet pada Pasien Kanker

Pasien kanker umumnya mengalami peningkatan kebutuhan energi akibat hipermetabolisme dan inflamasi sistemik. Oleh sebab itu, pemenuhan kebutuhan energi penting dalam asupan gizi. Mayoritas pasien kanker mengalami hipermetabolisme dan perlu asupan energi yang besar, sehingga diet yang tepat diberikan yaitu Diet Tinggi Energi Tinggi Protein (TETP). Tujuan diet ini yaitu untuk memenuhi kebutuhan energi, mempertahankan status gizi, mencegah kehilangan massa otot dan berat badan, meminimalkan efek negatif dari malnutrisi seperti infeksi, penyembuhan luka yang lambat, serta durasi rawat inap yang lebih panjang (7).

Menurut ESPEN Guidelines, tatalaksana diet pada pasien kanker yang direkomendasikan yaitu (23) :

- a. Kebutuhan energi umumnya berkisar 25-30 kkal/kgBB/hari, tergantung pada status metabolik, stadium kanker, dan tingkat aktivitas fisik.

- b. Kebutuhan protein tinggi sekitar 1-1,5 g/kgBB/hari.
- c. Kebutuhan lemak cukup sekitar 20-30% dari kebutuhan energi total.
- d. Kebutuhan karbohidrat cukup yaitu sisa dari kebutuhan energi total.
- e. Serat, vitamin, dan mineral cukup, terutama vitamin A, vitamin, C, thiamine, asam folat, zat besi, dan zinc.

4. Sifat Fisik Formula Enteral

a. Daya Alir

Daya alir pada formula enteral yaitu kemampuan suatu cairan untuk mengalir secara lancar melalui selang (NGT). Parameter ini sangat dipengaruhi oleh viskositas, yaitu tingkat kekentalan atau resistensi cairan terhadap aliran. Daya alir perlu untuk diukur bersama dengan viskositas guna memastikan formula enteral dapat mengalir dengan baik dan aman, terutama pada formula enteral modifikasi dan menggunakan bahan bertepung yang cenderung meningkatkan kekentalan cairan. Semakin tinggi viskositas, semakin lambat aliran formula dan meningkatkan risiko terjadinya penyumbatan selang (19).

b. Viskositas

Uji viskositas penting dilakukan saat pembuatan formula enteral karena memiliki tujuan untuk menunjukkan kualitas fisik dari formula enteral tersebut. Viskositas merupakan sifat suatu zat cair yang diakibatkan oleh adanya gesekan antara molekul zat cair dengan gaya kohesi pada zat cair tersebut. Gesekan ini yang akan menghambat aliran dari zat cair (9). Viskositas pada formula enteral penting karena

mempengaruhi kelancaran masuknya formula ke dalam selang, metode *feeding* dan ukuran *tube feeding* yang akan digunakan (24). Secara umum, syarat viskositas menurut ADA, CDA, dan ASPEN untuk formula enteral berkisar antara 1-50 cP (19). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi viskositas pada formula enteral yaitu suhu, konsentrasi larutan, berat molekul, dan tekanan (25).

c. Osmolaritas

Osmolaritas merupakan salah satu parameter penting yang dinilai dalam pembuatan formula enteral. Nilai osmolaritas menyatakan jumlah partikel zat terlarut per liter larutan. Osmolaritas formula enteral sebaiknya setara dengan osmolaritas cairan dalam tubuh, yaitu berkisar antara 300-450 mOsm/L. Menurut DAA (2018), standar osmolaritas yang baik untuk formula enteral TETP yaitu 300-500 mOsm/L (26). Formula enteral hiperosmolar menyebabkan hambatan pengosongan usus dan makanan yang terkirim ke usus halus. Hal ini akan memicu pengeluaran cairan tambahan oleh kolon sehingga terjadi diare (27).

5. Karakteristik Bahan Formula Enteral

a. Tempe Kedelai

Tempe merupakan produk fermentasi kedelai yang kaya akan protein dan memiliki nilai gizi tinggi. Salah satu komponen utama dalam protein tempe adalah *Branched-Chain Amino Acids* (BCAA), yaitu leusin, isoleusin, dan valin, yang tergolong sebagai asam amino esensial. BCAA memiliki peran penting dalam metabolisme energi, pemeliharaan jaringan otot, dan fungsi sistem imun tubuh. Tempe kedelai mengandung

konsentrasi BCAA yang tinggi, terutama leusin. Kandungan tersebut menjadikan tempe sebagai sumber protein fungsional yang berpotensi mendukung status gizi pasien dengan kebutuhan khusus, termasuk pasien kanker. BCAA, khususnya leusin, diketahui dapat menstimulasi pusat pengatur nafsu makan di hipotalamus dan meningkatkan sintesis neurotransmitter yang berkaitan dengan regulasi rasa lapar. Pada pasien kanker yang mengalami cachexia, BCAA dapat membantu meningkatkan asupan makanan melalui mekanisme ini (28).

Studi yang dilakukan oleh Nugraheni et al. (2019) menunjukkan bahwa suplementasi BCAA dapat meningkatkan nafsu makan dan asupan energi pada pasien dengan kondisi malnutrisi kronik, termasuk pasien kanker. BCAA juga membantu mempertahankan massa otot, menurunkan risiko kelelahan kronik, dan memperbaiki mood yang mempengaruhi asupan makan pasien, serta berdampak pada perbaikan status gizi secara keseluruhan. Tempe kedelai sebagai bahan dasar pembuatan formula enteral kanker merupakan salah satu intervensi gizi inovatif. Selain tinggi BCAA, tempe juga mudah dicerna dan mengandung senyawa bioaktif seperti isoflavon dan antioksidan (29).

b. Labu kuning

Labu kuning (*Cucurbita moschata*) merupakan tanaman pangan yang kaya akan senyawa bioaktif, terutama beta-karoten, vitamin C, vitamin E, dan polifenol. Senyawa-senyawa ini berperan sebagai antioksidan alami yang mampu menangkal efek negatif radikal bebas di

dalam tubuh. Beta-karoten adalah prekursor vitamin A yang juga berfungsi menjaga kesehatan mukosa saluran cerna dan memperkuat sistem imun. Menurut Wahyuni dan Puspitasari (2021), labu kuning mengandung beta-karoten dalam jumlah tinggi yang berperan penting dalam perlindungan sel terhadap stres oksidatif, terutama pada pasien kanker yang mengalami peningkatan produksi radikal bebas akibat proses penyakit maupun efek terapi seperti kemoterapi atau radioterapi.

Stres oksidatif yang timbul pada pasien kanker tidak hanya merusak jaringan tubuh, tetapi juga berdampak pada penurunan nafsu makan. Hal ini disebabkan oleh gangguan metabolik dan inflamasi sistemik yang mengubah regulasi pusat lapar di otak. Antioksidan dari pangan seperti labu kuning dapat membantu menurunkan peradangan, mengembalikan keseimbangan oksidatif, dan memperbaiki fungsi neuroendokrin yang mengatur nafsu makan. Penelitian yang dilakukan oleh Sulistyawati *et al.* (2022) menunjukkan bahwa konsumsi makanan yang tinggi antioksidan, termasuk labu kuning, berkontribusi pada peningkatan asupan makanan dan perbaikan status gizi pada pasien kanker dengan gangguan nafsu makan. Labu kuning dapat digunakan sebagai bahan pangan fungsional dalam pembuatan formula enteral untuk pasien kanker karena kandungan nutrisinya yang tinggi dan teksturnya mudah diolah. Kombinasi antioksidan dan karbohidrat kompleks di labu kuning cocok sebagai makanan cair terapi nutrisi (30).

c. Tepung Maizena

Tepung maizena diperoleh dari pati jagung murni, dimana setiap 100 gram maizena terkandung sekitar 341 kalori, 85 gram karbohidrat, dan 7 gram serat. Penambahan tepung ini pada formula enteral dapat memengaruhi tingkat kekentalan, sehingga produk akhir memiliki konsistensi lebih padat dan tidak terlalu cair. Secara alami, pati jagung tidak memiliki rasa manis dan tidak larut dalam air dingin, namun saat dipanaskan dalam air panas, pati ini membentuk gel kental yang berguna untuk mengatur tekstur dan konsistensi kekentalan dalam produk (31).

d. Telur Ayam

Telur ayam merupakan produk pangan yang dihasilkan oleh unggas (ayam) yang biasanya dikonsumsi sebagai sumber makanan hewani. Dalam 100 g telur ayam utuh, mengandung nilai gizi sekitar 12-13 g protein, sekitar 10–11 g lemak, kurang dari 1 g karbohidrat, dan sisanya sebagian besar air serta zat lainnya seperti mineral dan vitamin. Penggunaan telur ayam dalam formula enteral memberikan beberapa keuntungan seperti sumber protein hewani berkualitas tinggi, potensi untuk meningkatkan nilai gizi, dan kemudahan formulasi ke dalam bentuk cair yang cocok untuk pemberian enteral (32).

e. Susu Skim

Susu skim merupakan bagian dari susu yang tersisa setelah krim atau lemaknya dipisahkan. Karena kandungan lemaknya sangat rendah, biasanya tidak lebih dari 1%, susu ini sering disebut juga sebagai susu

rendah lemak atau bebas lemak. Meski demikian, susu skim tetap kaya akan protein dan laktosa, dengan proporsi masing-masing sekitar 37,4% dan 49,2%, serta memiliki kandungan kalori yang relatif rendah. Selain itu, rasa susu skim yang sedikit manis dan gurih diyakini dapat meningkatkan daya terima oleh pasien (33). Susu skim diketahui mengandung asam amino sistein dan metionin yang tinggi berkisar antara 7,13-8,14 g/100 g protein dan 33,3-34,6 g/100 g protein (34).

f. Jeruk Manis

Jeruk manis adalah jenis buah citrus yang secara umum dikonsumsi dalam bentuk segar ataupun olahan dan memiliki rasa yang relatif manis. Jeruk manis merupakan salah satu sumber vitamin C dan berbagai senyawa bioaktif, serta memiliki potensi gizi dan fungsional yang baik untuk kesehatan. Penggunaan jeruk manis dalam pembuatan formula enteral bertujuan untuk membantu meningkatkan penerimaan rasa (daya terima) serta menambah mikronutrien dalam formula enteral. Selain itu, jeruk manis juga dapat berfungsi sebagai sumber energi dalam formula enteral, meskipun perlu disesuaikan dengan kebutuhan pasien (35).

g. Madu

Madu adalah cairan kental alami yang diproduksi oleh lebah dari nektar bunga melalui proses enzimatik dan penyimpanan dalam sarang lebah. Madu mengandung senyawa seperti karbohidrat, protein, lemak, enzim, vitamin, mineral, polifenol, dan flavonoid. Senyawa polifenol yang berasal dari nektar bunga berperan memberikan sifat antioksidan

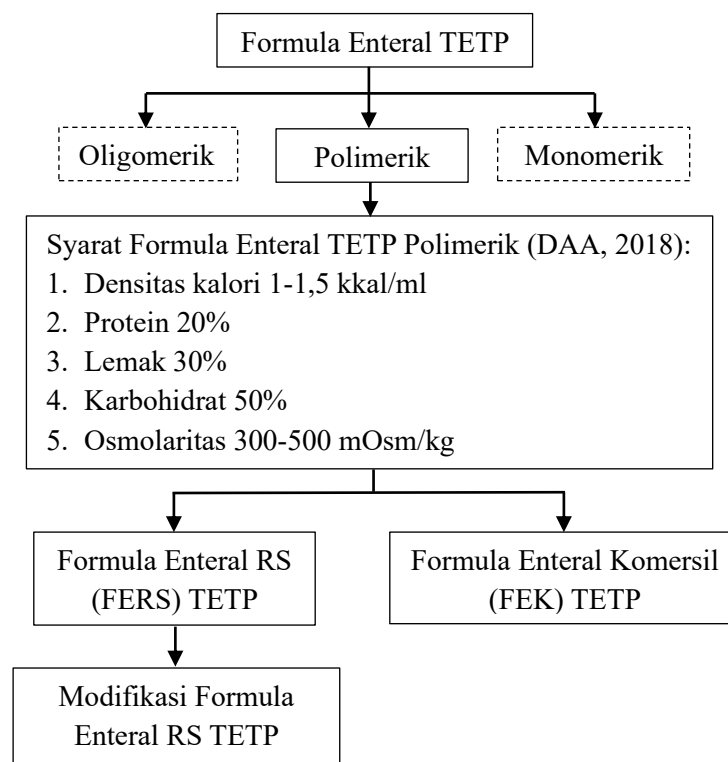
dan anti-inflamasi pada madu. Madu mampu menghambat masuknya leukosit ke jaringan, menurunkan aktivitas enzim pro-inflamasi, mengurangi edema, serta menetralkan radikal bebas dan memperkuat sistem antioksidan tubuh. Antioksidan dalam madu (glukosa oksidase, katalase, vitamin C, flavonoid, fenol, melanoidin, karotenoid, dan asam amino) mampu membantu melindungi sel dari stress oksidatif (36).

h. Minyak Kelapa (VCO)

Minyak kelapa murni atau VCO adalah minyak yang diperoleh dari daging buah kelapa (kelapa / *Cocos nucifera L.*) segar, dan diproses dengan metode yang minimal atau tanpa pemanasan tinggi maupun bahan kimia tambahan sehingga zat-gizinya tetap terkandung di dalamnya. VCO mengandung asam lemak rantai menengah (MCFA = *medium chain fatty acids*) yang memudahkan metabolisme secara cepat. Penggunaan VCO dalam pembuatan formula enteral yaitu sebagai sumber lemak nabati yang mudah diserap oleh tubuh. VCO juga mengandung senyawa antioksidan dan bioaktif yang mungkin memberi manfaat tambahan bagi pasien yang mengalami stres metabolik atau inflamasi (misalnya pada kondisi kronis atau kanker) (37).

B. Kerangka Teori

Berdasarkan penjelasan pada telaah pustaka, diperoleh informasi bahwa formula enteral dapat dibagi berdasarkan bentuk dan komposisi zat gizi makronya yaitu formula enteral polimerik, oligomerik, dan monomerik. Formula enteral yang sering digunakan bagi pasien kanker adalah formula enteral TETP polimerik yang terdiri atas formula enteral komersil (FEK) dan formula enteral rumah sakit (FERS). Formula yang dikembangkan pada penelitian ini merupakan formula enteral rumah sakit TETP dengan penggunaan bahan dasar pangan lokal dan komposisi zat gizi sesuai kebutuhan pasien kanker.

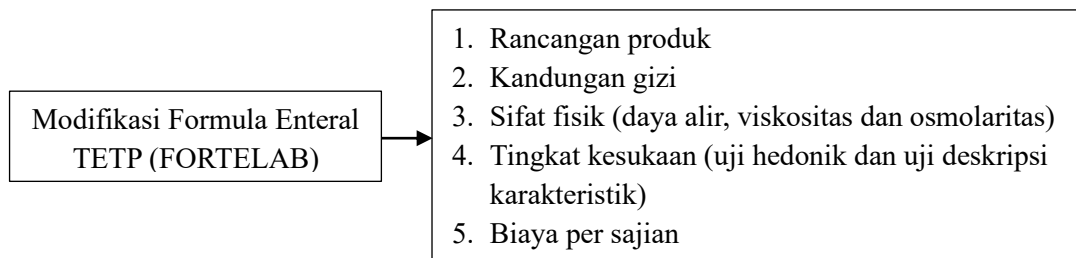


Gambar 1. Kerangka Teori Modifikasi Formula Enteral RS TETP

Sumber : DAA, 2018. *Enteral Nutrition Manual for Adult in Health Care Facilities*. Australia : Dietitian Association of Australia

C. Kerangka Konsep

Kerangka konsep penelitian adalah kerangka yang menghubungkan tiap aspek yang diamati pada penelitian yang dilakukan. Kerangka konsep dalam penelitian ini disajikan pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Kerangka Konsep Modifikasi Formula Enteral FORTELAB

D. Pernyataan Penelitian

Berdasarkan teori penelitian yang telah dijelaskan di atas, maka diajukan pernyataan penelitian sebagai berikut :

1. Rancangan produk berupa standar resep FORTELAB.
2. Kandungan gizi FORTELAB setara dibandingkan dengan FEK.
3. Sifat fisik FORTELAB setara dibandingkan dengan FEK.
4. Tingkat kesukaan FORTELAB dapat diterima.
5. Biaya per sajian FORTELAB lebih terjangkau dibandingkan dengan FEK.