

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Komposisi Tubuh**

Komposisi tubuh terdiri atas massa lemak tubuh atau *Fat Mass* (FM), massa non-lemak tubuh atau *Free-Fat Mass* (FFM), air, dan mineral tulang dalam tubuh yang merupakan salah satu indikator dari profil kesehatan serta status gizi manusia. Penilaian komposisi tubuh digunakan secara rutin untuk memberikan gambaran yang lebih rinci mengenai kesehatan dan kebugaran seseorang dibandingkan dengan pengukuran BMI (Holmes & Racette, 2021).

Evaluasi ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi, mendeteksi, mendiagnosis, dan mengelola beberapa kondisi medis terkait gizi di kalangan remaja dan orang dewasa, termasuk kelebihan berat badan, obesitas, kekurangan gizi, osteoporosis, sarkopenia, dan obesitas sarkopenik (Holmes & Racette, 2021). Perubahan pola dan laju usia terkait komposisi tubuh dapat bervariasi berdasarkan gender, etnis, tingkat aktivitas fisik, dan asupan kalori (Al-Sofiani et al., 2019). Seiring bertambahnya usia, terjadi peningkatan alami dalam massa lemak dan penurunan massa non-lemak yang berdampak pada komposisi tubuh (Zemel, 2022).

##### **2.1.2 Massa Lemak**

Massa lemak atau FM merupakan komponen penting dalam komposisi tubuh yang terdiri dari jaringan adiposa yang menyimpan energi dalam bentuk trigliserida. Fungsi FM ialah untuk penyimpanan energi dimana merupakan sumber energi utama bagi tubuh saat kalori tidak tersedia, sebagai isolasi termal yang membantu suhu tubuh tetap terjaga, perlindungan organ, dan memproduksi hormon

yang penting untuk berbagai fungsi fisiologis pada tubuh. Jenis-jenis massa lemak tubuh terbagi menjadi empat, yaitu lemak subkutan yang terletak di bawah kulit, lemak visceral yang terletak di sekitar organ dalam perut, lemak intramedular yang terletak di dalam sumsum tulang, dan lemak esensial yang hanya diperoleh dari makanan (Cichosz et al., 2023).

### **2.1.3 Massa Non-Lemak**

Massa non-lemak atau FFM merupakan komponen tubuh yang terdiri dari semua jaringan selain jaringan lemak. Komponen FFM terdiri atas otot sebagai jaringan yang paling melimpah, tulang sebagai pemberi struktur dan penyokong tubuh serta tempat penyimpanan mineral, organ yang melakukan fungsi vital, darah sebagai pengangkut oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh, dan cairan tubuh yang menjaga hidrasi serta memfasilitasi berbagai proses fisiologis. FFM yang tinggi dapat meningkatkan metabolisme tubuh, kekuatan dan daya tahan, kesehatan tulang, fungsi organ, serta kualitas hidup (Mansour et al., 2021).

Pengukuran antropometri, seperti BMI, lingkaran pinggang-perut, dan lipatan kulit biasa dilakukan karena relatif cepat dan murah tetapi terdapat keterbatasan terkait kurangnya konsistensi dan besarnya kesalahan pengukuran. Kemudian, mengukur BMI tidak dapat memberikan hasil FM atau antara lemak subkutan dan visceral sehingga memerlukan teknik pengukuran lain untuk menilai komposisi tubuh (Fritz et al., 2023).

### **2.1.4 Persentase Lemak Tubuh**

Lemak tubuh memiliki peran yang sangat penting dalam fungsi fisiologis dan kesehatan secara keseluruhan. Salah satu fungsi utama lemak tubuh adalah sebagai sumber energi cadangan. Lemak disimpan dalam jaringan adiposa dan dapat diuraikan menjadi asam lemak dan gliserol, yang kemudian digunakan oleh

tubuh untuk menghasilkan ATP, terutama saat asupan kalori dari makanan tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan energi. Proses ini sangat penting untuk mempertahankan fungsi tubuh selama periode kelaparan atau aktivitas fisik yang intens (Rai et al., 2023).

Selain sebagai cadangan energi, lemak tubuh juga berfungsi sebagai pelindung dan penyangga organ vital. Lemak visceral, yang terletak di sekitar organ-organ dalam, seperti hati, pankreas, dan usus, bertindak sebagai bantalan yang melindungi organ-organ ini dari guncangan fisik. Fungsi ini sangat penting dalam melindungi organ dari cedera yang bisa terjadi akibat benturan atau tekanan eksternal. Selain itu, lemak subkutan yang berada tepat di bawah kulit membantu mengisolasi tubuh, menjaga suhu tubuh tetap stabil dengan mengurangi kehilangan panas (Kobayashi et al., 2019).

Lemak tubuh juga berperan dalam fungsi endokrin dengan menghasilkan dan melepaskan hormon yang mengatur berbagai proses dalam tubuh. Jaringan adiposa menghasilkan hormon seperti leptin, yang mengatur nafsu makan dan metabolisme energi, serta adiponektin, yang memiliki efek anti-inflamasi dan meningkatkan sensitivitas insulin. Hormon-hormon ini berperan penting dalam menjaga keseimbangan energi, metabolisme glukosa, dan kesehatan kardiovaskular. Dengan demikian, lemak tubuh tidak hanya berfungsi sebagai penyimpan energi dan pelindung fisik, tetapi juga sebagai regulator penting dalam sistem endokrin dan metabolisme tubuh (Chen et al., 2021).

Perubahan dalam persentase lemak tubuh dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk usia, jenis kelamin, genetika, aktivitas fisik, dan pola makan. Studi menunjukkan bahwa peningkatan aktivitas fisik dan perubahan pola makan dapat secara signifikan menurunkan persentase lemak tubuh dan meningkatkan kesehatan keseluruhan. Penelitian oleh *American College of Sports Medicine*

(ACSM) menunjukkan bahwa latihan kekuatan dan aerobik secara teratur dapat mengurangi lemak tubuh lebih efektif dibandingkan hanya mengandalkan diet. Oleh karena itu, pemantauan persentase lemak tubuh tidak hanya penting untuk menilai status kesehatan individu tetapi juga untuk merancang intervensi kesehatan yang efektif (Campa et al., 2021).

### **2.1.5 Faktor Yang Memengaruhi Persentase Lemak Tubuh**

Persentase lemak tubuh dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik internal maupun eksternal. Faktor internal seperti genetika, usia, dan jenis kelamin memainkan peran penting dalam bagaimana tubuh menyimpan dan mendistribusikan lemak. Misalnya, variasi genetik dapat menentukan kecenderungan seseorang untuk menyimpan lemak di daerah perut atau paha. Faktor hormonal juga sangat penting, hormon seperti insulin dan kortisol dapat mempengaruhi bagaimana tubuh menyimpan lemak, sementara hormon seks seperti estrogen dan testosteron mempengaruhi distribusi lemak tubuh pada pria dan wanita (Rai et al., 2023).

Faktor eksternal seperti asupan kalori dan tingkat aktivitas fisik juga berkontribusi signifikan. Pola makan yang kaya akan kalori, terutama dari lemak jenuh dan gula, dapat menyebabkan peningkatan persentase lemak tubuh. Sebaliknya, diet yang seimbang dengan banyak protein dan serat dapat membantu mengontrol berat badan dan mengurangi lemak tubuh. Aktivitas fisik, terutama latihan aerobik dan kekuatan, membantu meningkatkan pengeluaran energi dan membakar lemak yang tersimpan. Studi menunjukkan bahwa intervensi yang mengkombinasikan perubahan pola makan dengan peningkatan aktivitas fisik lebih efektif dalam mengurangi persentase lemak tubuh dibandingkan perubahan pola makan saja (Ronitawati et al., 2022).

Faktor-faktor yang mempengaruhi persentase lemak tubuh dijelaskan juga sebagai berikut (Silveira et al., 2021).

1. Asupan Kalori dan Pola Makan

Asupan kalori yang melebihi kebutuhan tubuh secara konsisten akan disimpan sebagai lemak, meningkatkan persentase lemak tubuh. Pola makan yang tinggi lemak jenuh dan gula cenderung menyebabkan peningkatan penyimpanan lemak dibandingkan dengan pola makan yang kaya protein dan serat yang membantu meningkatkan metabolisme dan rasa kenyang.

2. Aktivitas Fisik

Tingkat aktivitas fisik berperan besar dalam menentukan persentase lemak tubuh. Olahraga teratur, terutama kombinasi latihan aerobik dan kekuatan, meningkatkan pengeluaran energi dan membantu membakar lemak. Aktivitas fisik juga meningkatkan massa otot, yang dapat meningkatkan laju metabolisme basal, sehingga membantu dalam pengelolaan berat badan.

3. Genetik

Faktor genetik berperan signifikan dalam menentukan lokasi dan jumlah penyimpanan lemak dalam tubuh. Beberapa individu secara genetik cenderung menyimpan lebih banyak lemak di daerah tertentu seperti perut atau pinggul, yang dapat mempengaruhi persentase lemak tubuh secara keseluruhan. Studi menunjukkan bahwa variasi genetik tertentu dapat mempengaruhi metabolisme lemak dan risiko obesitas.

4. Usia dan Gender

Usia mempengaruhi persentase lemak tubuh karena metabolisme cenderung melambat seiring bertambahnya usia, yang dapat menyebabkan peningkatan penyimpanan lemak.

Selain itu, wanita umumnya memiliki persentase lemak tubuh yang lebih tinggi dibandingkan pria karena perbedaan hormonal dan fungsi reproduksi yang memerlukan lemak tubuh yang lebih tinggi untuk mendukung kehamilan dan menyusui.

#### 5. Hormon

Hormon seperti insulin, leptin, dan kortisol mempengaruhi penyimpanan dan distribusi lemak tubuh. Resistensi insulin, misalnya, dapat meningkatkan penyimpanan lemak, sementara ketidakseimbangan hormon tiroid dapat mempengaruhi laju metabolisme. Stres yang kronis juga dapat meningkatkan kadar kortisol, yang terkait dengan peningkatan penyimpanan lemak di daerah perut.

### 2.1.6 Pengukuran Persentase Lemak Tubuh

Persentase lemak tubuh adalah pengukuran penting dari total kandungan lemak tubuh yang terdiri dari lemak esensial dan lemak penyimpanan, yang penting untuk fungsi fisiologis dan kesehatan secara keseluruhan (Vasilij et al., 2023). Metode pengukuran persentase lemak tubuh bervariasi dari teknik yang sederhana hingga yang kompleks. Teknik yang umum digunakan antara lain adalah pengukuran lipatan kulit menggunakan kaliper atau *Skinfold Calliper*, BIA, *Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA)*, dan *Air Displacement Plethysmography (ADP)*. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Misalnya, kaliper dapat memberikan estimasi yang cepat dan murah namun kurang akurat dibandingkan metode lain seperti DEXA, yang dianggap sebagai salah satu standar emas karena akurasinya yang tinggi dalam mengukur komposisi tubuh (Priyatmoko et al., 2023).

#### 1. *Skinfold Calipers*

*Skinfold calipers* adalah alat yang digunakan untuk mengukur

ketebalan lipatan kulit di beberapa lokasi tubuh. Pengukuran lipatan kulit umumnya digunakan karena kelayakan dan efektivitas biayanya (Draper et al., 2023). Namun, keakuratannya dapat bervariasi berdasarkan kemahiran pengguna dan jenis atau merk *skinfold calipers* yang digunakan.

## 2. BIA

BIA adalah salah satu metode untuk menilai komposisi tubuh. Modalitas ini memiliki keuntungan karena penggunaannya aman, non-invasif, dan mesinnya yang portabel cocok untuk pengaturan rawat jalan. BIA menggunakan perlawanan tubuh sebagai penghantar arus listrik untuk memperkirakan FM, FFM, dan total air dalam tubuh, yang mana FFM disini dianggap sebagai konduktor muatan dan FM sebagai non- konduktor (Campa et al., 2021).

## 3. DXA

DXA adalah metode yang secara teknis cukup sederhana dan dapat digunakan untuk menilai komposisi tubuh, seperti FM, *Lean Mass*, dan *Bone Mineral Content*. DXA baru-baru ini didapati telah tersedia untuk mengukur lemak subkutan dan viseral juga, namun DXA ini kurang valid pada orang dewasa yang sangat kurus atau sangat gemuk (Fritz et al., 2023).

## 4. ADP

ADP adalah metode pengukuran lemak tubuh yang akurat, non-invasif, dan cepat. Akan tetapi, biayanya cukup mahal, memerlukan peralatan khusus, dan tidak tersedia secara luas. Metode ini menggunakan prinsip penyerapan air untuk menentukan persentase lemak tubuh, yang mana PBF dihitung berdasarkan berat badan dan volume air yang dipindahkan oleh tubuh ke luar tangki saat pasien mengeluarkan udara di dalam

paru-paru saat berada di dalam tangki berisi penuh air (Yeşil et al., 2020).

### **2.1.7 Asupan Kalori**

Asupan kalori merupakan faktor utama dalam pengelolaan berat badan dan kesehatan metabolik. Kalori, yang merupakan satuan energi yang diperoleh dari makanan dan minuman, digunakan oleh tubuh untuk mendukung berbagai fungsi fisiologis seperti metabolisme, pertumbuhan, dan aktivitas fisik. Kelebihan kalori akan disimpan sebagai lemak dalam jaringan adiposa, sedangkan defisit kalori akan menyebabkan tubuh memecah cadangan lemak untuk memenuhi kebutuhan energi. (Hall et al., 2022).

Kualitas kalori yang dikonsumsi juga memainkan peran penting dalam kesehatan secara keseluruhan. Studi terbaru menunjukkan bahwa sumber kalori dari makanan tinggi gula dan lemak jenuh dapat meningkatkan risiko penyakit metabolik seperti diabetes tipe 2 dan penyakit jantung. Sebaliknya, kalori yang berasal dari makanan kaya serat, protein, dan lemak sehat dapat membantu mengontrol nafsu makan, meningkatkan metabolisme, dan mengurangi risiko penyakit kronis. Hal ini menekankan pentingnya memilih sumber makanan yang berkualitas tinggi untuk menjaga kesehatan metabolik (Ludwig et al., 2022).

Asupan kalori juga berhubungan erat dengan regulasi hormon. Hormon seperti insulin, leptin, dan ghrelin memainkan peran penting dalam mengatur nafsu makan dan metabolisme energi. Kelebihan asupan kalori dapat menyebabkan resistensi insulin dan gangguan pada sinyal hormon leptin, yang dapat mengganggu regulasi nafsu makan dan meningkatkan penyimpanan lemak. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan asupan kalori tidak hanya penting untuk menjaga berat badan, tetapi juga untuk memastikan fungsi

hormonal yang optimal (Morton et al., 2021).

Penelitian lain menunjukkan bahwa asupan kalori yang lebih besar pada sarapan dibandingkan dengan makan malam dapat meningkatkan kontrol glukosa darah dan mengurangi risiko obesitas. Sarapan yang tinggi kalori dikaitkan dengan peningkatan termogenesis dan pengeluaran energi, sementara asupan kalori yang besar pada malam hari dikaitkan dengan peningkatan penyimpanan lemak. Oleh karena itu, distribusi waktu makan dapat memainkan peran penting dalam pengelolaan berat badan dan kesehatan metabolik (Jakubowicz et al., 2018).

Berdasarkan Permenkes No.28 Tahun 2019, AKG (Angka Kecukupan Gizi) diklasifikasikan berdasarkan gender, usia, dan rentang berat badan serta tinggi badan.

Perempuan	Berat Badan	Tinggi Badan	Energi	Protein	Lemak Total	Lemak Omega 6	Lemak Omega 3	Karbohidrat	Serat	Air
<a href="#">10 - 12 tahun</a>	38	147	1900	55	65	10	1,0	280	27	1850
<a href="#">13 - 15 tahun</a>	48	156	2050	65	70	11	1,1	300	29	2100
<a href="#">16 - 18 tahun</a>	52	159	2100	65	70	11	1,1	300	29	2150
<a href="#">19 - 29 tahun</a>	55	159	2250	60	65	12	1,1	360	32	2350
<a href="#">30 - 49 tahun</a>	56	158	2150	60	60	12	1,1	340	30	2350
<a href="#">50 - 64 tahun</a>	56	158	1800	60	50	11	1,1	280	25	2350
<a href="#">65 - 80 tahun</a>	53	157	1550	58	45	11	1,1	230	22	1550
<a href="#">80+ tahun</a>	53	157	1400	58	40	11	1,1	200	20	1400

**Gambar 2.1 AKG Perempuan**

### 2.1.8 Pengukuran Asupan Kalori

Untuk mengukur asupan kalori menggunakan metode *food recall* 2 x 24 jam dengan *NutriSurvey*, penting untuk mempertimbangkan validitas relatif dan keakuratan pendekatan ini. Penelitian menunjukkan bahwa pengulangan 24 jam dapat secara efektif menilai asupan berbagai nutrisi, termasuk protein, karbohidrat, pati, gula, air, kalium, dan kalsium. Selain itu, penggunaan hari-hari yang tidak berturut-turut untuk penarikan makanan telah terbukti menyeimbangkan biaya survei dan akurasi

dalam survei nutrisi skala besar, dengan skenario yang melibatkan akhir pekan berpotensi menghasilkan akurasi yang lebih tinggi.

Lebih lanjut, Otoritas Keamanan Pangan Eropa merekomendasikan penerapan metode *recall* diet 2 x 24 jam untuk survei diet nasional, dengan menekankan pentingnya mencatat asupan energi secara akurat melalui metode penilaian diet. Dengan mengikuti protokol standar dan mempertimbangkan perbedaan metode penilaian pola makan, seperti penarikan makanan 2 x 24 jam, *NutriSurvey* dapat memberikan wawasan berharga mengenai asupan kalori dan penilaian nutrisi secara keseluruhan (Jensen et al., 2023).

Selain dengan *food recall*, pengukuran konsumsi pangan individu dapat dilakukan dengan beberapa cara lain, yaitu

1. Metode *estimate food record*

Metode ini disebut juga *food record* atau *diary record* yaitu dengan memperkirakan jumlah makanan yang dikonsumsi sesuai dengan catatan konsumsi makanan. Prinsip dari metode ini sama seperti *recall*, yang membedakan adalah responden diminta untuk mencatat sendiri semua jenis makanan serta berat atau URT yang dimakan individu selama 24 jam (Kim et al., 2021).

2. Metode penimbangan makanan (*food weighing*)

Metode ini dilakukan dengan cara menimbang makanan yang dikonsumsi selama 24 jam, termasuk menimbang makanan sisa agar dapat mengetahui secara tepat berat makanan yang sebenarnya dikonsumsi individu. Pengumpulan data memiliki kesamaan dengan formulir metode *recall* (Bradley et al., 2021).

3. Metode frekuensi makanan (*food frequency*)

Disebut juga dengan *Food frequency Quotionnaire* (FFQ) yang merupakan metode untuk mengetahui data tentang pola dan

kebiasaan makan individu pada periode waktu tertentu, biasanya dihitung selama satu bulan, enam bulan, atau satu tahun (Syauqy et al., 2021).

## 2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

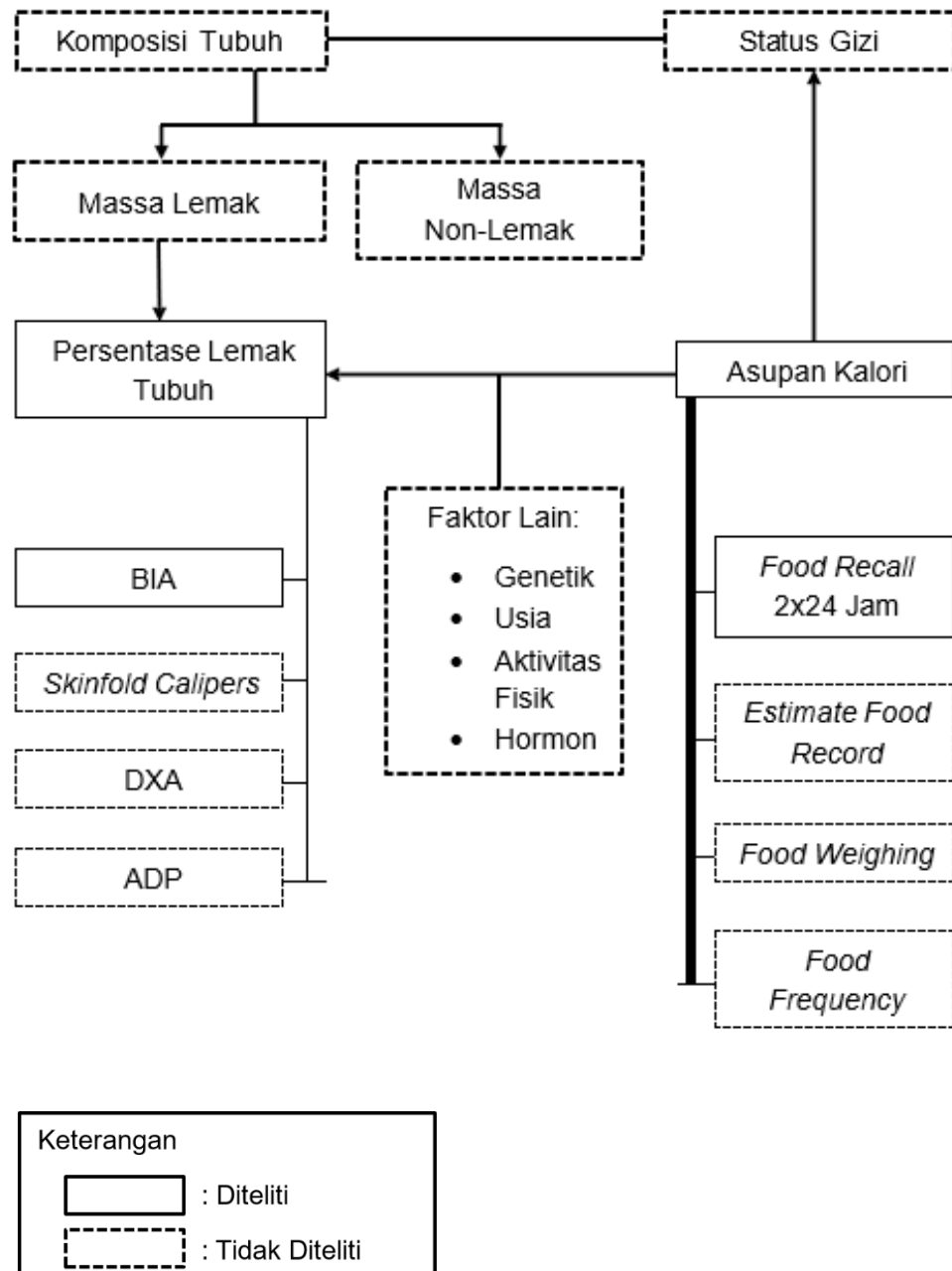
**Tabel 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu**

Penulis	Tujuan	Metode	Hasil	Persamaan	Perbedaan
Chen Kecun, et al.	Mengeksplorasi hubungan antara BMI dan PBF yang dibandingkan antara populasi Asia, khususnya Singapura dan orang kulit putih	Metode <i>cross-sectional</i>	Populasi Singapura memiliki PBF lebih tinggi pada BMI yang lebih rendah dibandingkan dengan orang kulit putih	Penelitian ini mengukur PBF terkait BMI	Penelitian ini mengukur PBF menggunakan DEXA dengan sampel pria dan wanita
Kobayashi Minatsu, et al.	Mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap obesitas pada mahasiswi	Metode <i>cross-sectional</i>	24% partisipan memiliki obesitas tersembunyi, meskipun BMI	Penelitian ini menggunakan sampel mahasiswi	Penelitian ini menggunakan analisis komposisi tubuh dengan

	Jepang dengan BMI normal tetapi PBF bervariasi		dalam rentang normal		menggunakan BIA InBody 770 untuk melihat PBF
Ronitawati Putri, et al.	Menganalisis hubungan antara PBF, aktivitas fisik, <i>body image</i> , asupan energi, asupan karbohidrat, dan keragaman konsumsi pada remaja perkotaan	<i>Analytic cross-sectional</i> dengan metode <i>purposive sampling</i>	Adanya hubungan antara PBF, aktivitas fisik, <i>body image</i> , asupan energi, asupan karbohidrat, dan keragaman konsumsi	Penelitian ini menghubungkan PBF dan asupan kalori	Penelitian ini menghubungkan beberapa aspek (multivariat) dan dilakukan pada sampel pria dan wanita

## 2.3 Kerangka Berpikir

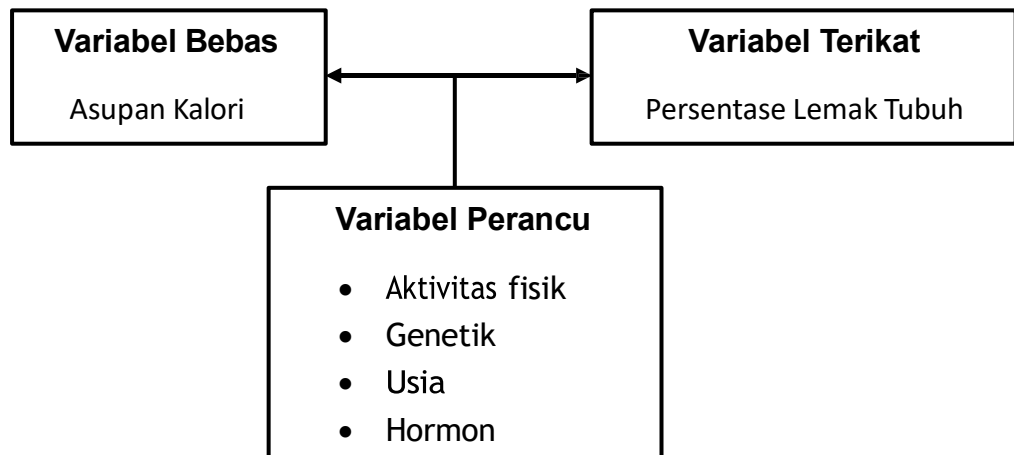
### 2.3.1 Kerangka Teori



**Gambar 2.2 Kerangka Teori**

Sumber: diolah oleh peneliti

### 2.3.2 Kerangka Konsep



**Gambar 2.3 Kerangka Konsep**

Sumber: diolah oleh peneliti

### 2.4 Hipotesis

H0 : Tidak ada hubungan antara asupan kalori terhadap PBF

H1 : Ada hubungan antara asupan kalori terhadap PBF