

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tuberkulosis Paru

1. Pengertian

Tuberkulosis adalah suatu penyakit kronik menular yang disebabkan oleh bakteri *mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini berbentuk batang dan bersifat tahan asam sehingga sering dikenal dengan Basil Tahan Asam (BTA). Sebagian besar kuman TB sering ditemukan menginfeksi parenkim paru dan menyebabkan TB paru, namun bakteri ini juga memiliki kemampuan menginfeksi organ tubuh lainnya (TB ekstra paru) seperti pleura, kelenjar limfe, tulang, dan organ ekstra paru lainnya (Priyatno et al., 2023)

Tuberkulosis paru merupakan infeksi akut atau kronis pada parenkim paru yang disebabkan oleh *mycobacterium tuberculosis* yang ditularkan melalui udara (*airborne*) melalui tetesan kecil (*droplet*) yang dilepaskan ke udara ketika batuk atau bersin. Bakteri penyebab TBC yang paling sering dijumpai adalah *M. tuberculosis* dan *M. bovis*. Berbagai organ dapat terkena, walaupun pada manusia, paru adalah tempat utama penyakit ini dan biasanya merupakan pintu gerbang masuknya infeksi untuk mencapai organ lainnya (Ns. Harmilah et al., 2025).

Ardiansya (2012) dalam Dr. Indah Anggraini & Basaria Hutabarat (2024) mengklasifikasikan tuberkulosis dalam 2 bentuk, yaitu:

- a. *Tuberculosis Primer*. Tuberkulosis Primer adalah infeksi bakteri yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* yang pertama kali mengenai penderita dan belum mempunyai reaksi spesifik sebelumnya terhadap bakteri TB. TB primer merupakan infeksi yang bersifat sistematis
- b. *Tuberculosis Sekunder*. Sebagian kecil bakteri TB masih hidup dalam keadaan dorman dalam jaringan paru. 90% diantaranya tidak mengalami kekambuhan. Reaktivitas penyakit TB terjadi bila daya tahan tubuh menurun, pecandu alkohol, *silicosis*, dan pada penderita

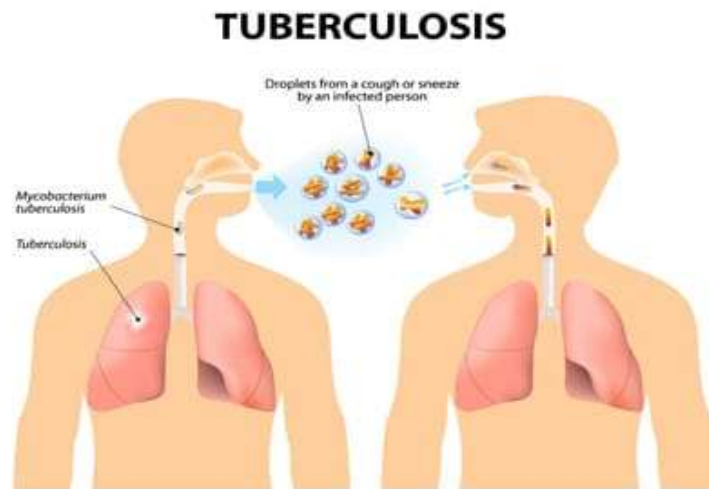
diabetes mellitus serta *AIDS*. TB paru pascaprimar dapat disebabkan oleh infeksi lanjutan dari sumber eksogen, terutama pada masa tua dengan riwayat masa muda pernah mengalami TB.

2. Etiologi

Penyebab penyakit tuberkulosis adalah bakteri *mycobacterium tuberculosis*. Terdapat beberapa spesies *mycobacterium*, antara lain: *Mycobacterium Tuberculosis*, *mycobacterium Africanum*, *Mycobacterium Bovis*, *Mycobacterium Leprae*. Yang juga dikenal sebagai Bakteri Tahan Asam (BTA). Mikroorganisme ini memiliki sifat aerobik yang membutuhkan oksigen dalam melakukan metabolisme. Sifat ini menunjukkan bahwa bakteri ini lebih menyukai jaringan kaya oksigen, tekanan bagian apical paru-paru lebih tinggi daripada jaringan lainnya sehingga bagian tersebut menjadi tempat yang baik untuk mendukung pertumbuhan bakteri *mycobacterium tuberculosis* (Latif Insani A & Hapsan, 2023).

Setelah terinhalasi dan mencapai paru-paru, bakteri dapat bertahan hidup serta menyebar ke nodus limfatikus lokal. Penyebaran melalui aliran darah memungkinkan terjadinya tuberkulosis pada organ lain, dengan infeksi laten yang dapat menetap selama bertahun-tahun. Tuberkulosis paru merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* tipe *humanus*, berbentuk batang dengan panjang sekitar 1–4 μm dan lebar 0,3–0,6 μm . Kandungan lipid yang tinggi pada dinding sel bakteri menyebabkan kuman lebih tahan terhadap asam serta terhadap gangguan kimia dan fisik. Penularan terjadi melalui *droplet* yang masuk ke alveoli dan menimbulkan infeksi primer, yang bersama keterlibatan kelenjar getah bening membentuk kompleks primer. Pada sebagian besar kasus, lesi primer dapat mengalami penyembuhan. Peradangan pada fase ini terjadi sebelum terbentuknya imunitas spesifik terhadap *mycobacterium tuberculosis*, umumnya pada usia 1–3 tahun. Sementara itu, tuberkulosis *post-primer (reinfection)* merupakan proses inflamasi paru akibat infeksi ulang (Supriatun et al., 2020).

3. Patofisiologi



Gambar 1. Penyebaran tuberkulosis melalui *Droplet* yang mengandung Basil Tuberkulosis

Paparan bakteri *mycobacterium tuberculosis* melalui inhalasi menyebabkan bakteri masuk ke dalam saluran pernapasan hingga mencapai *alveoli*. *Alveoli* merupakan lokasi utama tempat bakteri menetap dan berkembang biak. Selanjutnya *mycobacterium tuberculosis* dapat menyebar ke bagian tubuh lain, seperti ginjal, tulang, korteks serebri, serta area paru lainnya, khususnya lobus atas, melalui sistem limfatik dan sirkulasi cairan. Sistem imun tubuh akan merespons infeksi tersebut melalui aktivasi mekanisme pertahanan seluler yang ditandai dengan terjadinya reaksi inflamasi. Sel fagosit berperan dalam menekan pertumbuhan bakteri, sementara *limfosit T* yang spesifik terhadap tuberkulosis berperan dalam proses penghancuran bakteri, yang pada saat bersamaan juga dapat menyebabkan kerusakan jaringan normal. Respons inflamasi ini mengakibatkan penumpukan eksudat di dalam *alveoli* yang berpotensi menimbulkan *bronkopneumonia*. Infeksi primer umumnya terjadi dalam rentang waktu 2–10 minggu setelah paparan awal terhadap bakteri (Mar'iyah dan Zulkarnain, 2021).

Basil *Mycobacterium tuberculosis* yang mencapai *alveoli* umumnya terhirup dalam partikel kecil berisi satu hingga tiga basil, karena partikel berukuran besar biasanya tertahan di rongga hidung dan tidak menyebabkan

infeksi. Setelah mencapai *alveolus*, terutama di bagian bawah lobus atas atau atas lobus bawah, basil memicu respons inflamasi awal. Pada fase awal, *leukosit polimorfonuklear* bermigrasi dan melakukan *fagositosis*, namun tidak efektif menghancurkan bakteri. Selanjutnya, *makrofag* menggantikan peran tersebut dan menyebabkan konsolidasi *alveolar*. *Makrofag* yang berinfiltrasi berdiferensiasi menjadi sel epiteloid dan membentuk tuberkel, disertai *nekrosis kaseosa*. Jaringan granulasi kemudian mengalami fibrosis dan membentuk jaringan parut kolagen. Respons inflamasi juga dapat menyebabkan pelepasan materi tuberkel ke saluran *trakeobronkial* sehingga terjadi penumpukan sekret. Tuberkulosis sekunder terjadi akibat reaktivasi kuman dorman ketika terjadi penurunan imunitas tubuh (Harmilah et al., 2023).

4. Manifestasi Klinik

Gejala klinis tuberkulosis paru umumnya berkembang secara perlahan dan bersifat tidak spesifik. Manifestasi klinis yang dapat ditemukan antara lain batuk kronis disertai sputum, nyeri dada pleuritik, hemoptisis, dispnea, mengi, serta penurunan kondisi umum berupa kelemahan atau kelelahan progresif. Selain itu, penderita sering mengalami *kakeksia* atau penurunan berat badan, *anoreksia* akibat berkurangnya nafsu makan, demam atau menggigil, keringat malam, serta *malaise*. Di samping gejala klinis utama tersebut, tuberkulosis juga berhubungan dengan berbagai komplikasi sistemik sekunder, seperti peningkatan stres oksidatif, gangguan elektrolit berupa hiponatremia, penurunan kadar kolesterol (*hipokolesterolemia*), *intoleransi glukosa*, kelainan *hematologis*, *defisiensi* vitamin D, serta perubahan komposisi mikrobiota inang (Laneke & Ilse, 2020).

Menurut Kemenkes RI (2014) dalam (Enny Virda Yuniarti et al., 2025), Manifestasi klinis menunjukkan gejala penyakit TB tergantung lokalisasi, sehingga menunjukkan batuk lebih dari dua minggu, batuk berdarah, batuk berdarah bercampur darah, nyeri dada, sesak napas. Dengan gejala lain meliputi: Malaise, Penurunan berat badan, menurunnya nafsu makan, menggigil, demam, berkeringat di malam hari

Sejumlah penderita mengalami gejala yang tidak jelas, sehingga mereka sering diabaikan, tanpa gejala. Dua kategori klinik TB paru adalah gejala respiratorik dan sistemika.

a. Gejala pernapasan, termasuk

- 1) Batuk merupakan gejala awal dan paling umum pada tuberkulosis paru.
- 2) Batuk darah: darah yang dikeluarkan dari dahak dapat berupa bercak atau garis darah, gumpalan darah, atau banyak darah segar. Batuk darah terjadi ketika pembuluh darah pecah.
- 3) Sesak napas : gejala ini muncul pada penyakit yang lebih parah, di mana infiltrasi mencakup setengah paru-paru. Ini terjadi karena kerusakan parenkim paru yang luas atau karena tambahan seperti efusi pleura, pneumothoraks, dan anemia.
- 4) Nyeri dada, nyeri pleuritik yang ringan adalah salah satu gejala TB paru. Ini terjadi ketika sistem persarafan pleura terkena

b. Gejala sistemik, termasuk:

Demam merupakan gejala klinis yang sering ditemukan pada tuberkulosis, umumnya bersifat *subfebril* menyerupai infeksi *influenza*, meskipun pada kasus tertentu dapat mencapai 40-41°C. Intensitas demam dipengaruhi oleh daya tahan tubuh dan tingkat keparahan infeksi. Demam biasanya muncul pada sore hingga malam hari dan cenderung mereda seiring perkembangan penyakit (Enny Virda Yuniarti et al., 2025).

5. Klasifikasi TB Paru

Tuberkulosis (TB) tidak hanya menyerang paru, tetapi juga dapat mengenai organ lain yang disebut TB *ekstrapulmonal*. Setelah *M. tuberculosis* masuk ke *bronkus*, bakteri dapat menyebar melalui aliran darah dan limfe ke berbagai organ. Kuman tersebut dapat menimbulkan TB ekstrapulmonal aktif atau tetap dorman dan mengalami reaktivasi di kemudian hari. Beberapa bentuk TB ekstrapulmonal antara lain:

- a. *Genitourinari tuberculosis*: TB *ekstrapulmonal* sering mengenai ginjal dan saluran kemih melalui penyebaran hematogen dan menimbulkan inflamasi. Reaktivasi dapat meluas ke *ureter* serta kandung kemih.

- b. *Meningitis tuberculosis*: meningitis tuberculosis dapat terjadi ketika *M. tuberculosis* menyebar dan masuk ke ruang *subarakhnoid*. Komplikasi ini paling sering dialami oleh lansia.
- c. *Skeletal tuberculosis*: Organisme *M. tuberculosis* menyebar secara *hematogen* ke *vertebra*, ujung tulang panjang, dan sendi, kemudian memicu inflamasi yang mengisolasi bakteri (Novi Malisa et al., 2022).

Klasifikasi tuberkulosis dibagi menjadi lima kelas berdasarkan hasil anamnesis, pemeriksaan fisik, radiologis, dan mikrobiologis. (Dr. Sukriyadi et al., 2025):

- a. Kelas 0: Tidak ada paparan atau tidak ada infeksi
 - b. Kelas 1: ada paparan tetapi tidak ada bukti infeksi
 - c. Kelas 2: ada infeksi laten tetapi tidak ada penyakit
 - d. Kelas 3: ada penyakit dan aktif secara klinis
 - e. Kelas 4: ada penyakit tetapi tidak secara klinis
 - f. Kelas 5: ada penyakit yang diduga tetapi diagnosis masih tertunda
6. Faktor risiko Tuberkulosis Paru

Banyak faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya penyakit TB paru. Adapun faktor tersebut dapat berupa faktor individu, faktor kuman, dan faktor lingkungan. Dalam (Kemenkes, 2020) ada beberapa golongan individu yang memiliki resiko lebih tinggi untuk mengalami penyakit TB, golongan itu adalah:

- a. Orang yang menderita HIV-positif atau penyakit imunokompromais lainnya.
- b. Malnutrisi
- c. Diabetes Melitus (DM)
- d. Orang yang mengonsumsi obat imunosupresif jangka panjang.
- e. Seorang perokok.
- f. Individu yang mengonsumsi alkohol dalam jumlah banyak dan konsentrasi tinggi.
- g. Anak di bawah 5 tahun dan lansia.
- h. Orang yang kontak dekat dengan penderita TBC positif.
- i. Tinggal di tempat yang berisiko tinggi terkena tuberkulosis.
- j. Petugas Kesehatan (Ulva & Nurul, 2024)

Brunner dan Suddart dalam (Dr. Indah Anggraini & Basaria Hutabarat, 2024) individu yang berisiko tinggi untuk tertular penyakit tuberkulosis adalah:

- a. Mereka yang kontak dekat dengan seseorang yang mempunyai TB aktif
 - b. Individu immunosupresif (termasuk lansia, pasien dengan kanker, mereka yang terapi kortikosteroid, atau mereka yang terinfeksi HIV)
 - c. Penggunaan obat-obat IV dan alkoholik
 - d. Setiap individu yang tanpa perawatan kesehatan yang adekuat
 - e. Setiap individu yang sudah ada gangguan medis sebelumnya
 - f. Setiap individu yang tinggal di institusi misalnya fasilitas perawatan jangka Panjang
 - g. Individu yang tinggal di perumahan kumuh
 - h. Petugas Kesehatan
7. Penatalaksanaan TB Paru
- a. Terapi Farmakologis

Tujuan Pengobatan TB adalah:

- 1) Menyembuhkan, mempertahankan kualitas hidup dan produktivitas pasien
- 2) Mencegah kematian akibat TB aktif atau efek lanjutan
- 3) Mencegah kekambuhan TB
- 4) Mengurangi penularan TB kepada orang lain
- 5) Mencegah perkembangan dan penularan resistensi obat

Prinsip pengobatan TB yang adekuat meliputi:

- 1) Pengobatan diberikan dalam bentuk Paduan obat yang meliputi minimal empat macam obat untuk mencegah terjadinya resistensi terhadap OAT
- 2) OAT diberikan dalam dosis yang tepat
- 3) OAT ditelan secara teratur hingga masa pengobatan selesai
- 4) OAT harus diberikan dalam jangka waktu yang cukup, meliputi tahap awal/fase intensif dan tahap lanjutan untuk mencegah kekambuhan
- 5) Pengobatan tuberkulosis standar untuk TB SO (Sensitif Obat) dibagi menjadi:

- a) Pasien baru: Paduan obat yang dianjurkan 2RHZE/4RH dengan pemberian dosis setiap hari
- b) Pada pasien dengan riwayat terapi TB lini pertama, pengobatan sebaiknya mengacu pada hasil uji kepekaan obat. Sambil menunggu hasil, dapat diberikan OAT kategori 1 dan selanjutnya disesuaikan dengan hasil uji tersebut.

Tabel 1. Jenis Obat Tuberkulosis (OAT)

Jenis	Sifat	Efek Samping
Rifampisin (R)	Bakterisidal	Flu syndrome, gangguan gastrointestinal, urin berwarna merah, gangguan fungsi hati, demam, trombositopenia, sesak nafas, anemia hemolitik
Isoniazid (H)	Bakterisidal	Neuropati perifer, gangguan fungsi hati, kejang, psikosis toksik
Pirazinamid (Z)	Bakterisidal	Gangguan gastrointestinal, gangguan fungsi hati, gout arthritis
Etambutol (E)	Bakteriostatik	Gangguan penglihatan, buta warna, neuritis perifer
Streptomisin (S)	Bakterisidal	Gangguan keseimbangan dan pendengaran, anemia, nyeri area injeksi, trombositopenia, anafilatik syok, agranulositosis

- c) Fase Awal/Fase Intensif (2–3 bulan)

Fase intensif adalah tahap awal terapi tuberkulosis yang diberikan setiap hari selama 2–3 bulan dengan kombinasi beberapa OAT. Tujuannya menurunkan jumlah *Mycobacterium tuberculosis* secara cepat dan mencegah resistensi. Pada kasus baru, fase ini dijalani minimal dua bulan, dan dengan terapi adekuat, penularan biasanya menurun signifikan dalam dua minggu pertama.

- d) Fase Lanjutan (4–7 bulan)

Fase lanjutan adalah tahap terapi yang bertujuan membasmi sisa kuman tuberkulosis, terutama yang persisten, guna mencapai kesembuhan optimal dan mencegah kekambuhan.

Fase ini berlangsung sekitar 4–7 bulan dengan pemberian OAT secara teratur sesuai regimen yang ditetapkan.

b. Terapi Non Farmakologis

1) *Makronutrien*:

Infeksi tuberkulosis (TB) meningkatkan kebutuhan energi tubuh yang ditandai dengan kenaikan *Resting Energy Expenditure* (REE) sekitar 10–30% dibandingkan individu sehat. Kondisi ini berkaitan dengan respons inflamasi kronik yang meningkatkan produksi leptin, sehingga memicu *anoreksia*, menurunkan asupan makanan, dan mengganggu absorpsi zat gizi. Selain itu, pada TB terjadi peningkatan *proteolisis* dan *lipolisis* yang menghambat sintesis protein dan lemak endogen. Kombinasi antara asupan yang menurun dan perubahan metabolik tersebut menimbulkan kondisi *anabolic block*, yaitu terhambatnya pembentukan jaringan serta cadangan energi tubuh, yang berujung pada *wasting* dan *malnutrisi*. Kebutuhan energi pada penderita tuberkulosis (TB) ditentukan berdasarkan kondisi *hiperkatabolik* dan *malnutrisi*, yaitu sekitar 35–40 kkal/kg berat badan ideal per hari. Pada koinfeksi TB-HIV tanpa gejala klinis, kebutuhan energi meningkat $\pm 10\%$, sedangkan pada pasien dengan gejala klinis dapat meningkat hingga 30%. Asupan protein yang adekuat diperlukan untuk mencegah *wasting*, dengan rekomendasi sebesar 1,2–1,5 g/kg berat badan per hari atau sekitar 15% dari total energi, setara dengan ± 75 –100 g protein per hari (Yuniarti et al., 2025).

8. Penatalaksanaan Diet

Diet Energi Tinggi Protein Tinggi (ETPT) dianjurkan bagi pasien tuberkulosis paru untuk memenuhi peningkatan kebutuhan zat gizi selama proses infeksi. Asupan energi dan protein harus mencukupi karena pada penderita TB paru terjadi peningkatan kebutuhan metabolik yang berperan dalam mendukung proses penyembuhan dan pemulihan jaringan. Selain itu, kebutuhan cairan juga meningkat, terutama pada pasien yang mengalami demam sebagai respons terhadap infeksi, sehingga asupan cairan yang

adekuat perlu diperhatikan untuk mencegah dehidrasi (Maula & Indah Fadlilatul, 2021).

a. Tujuan Diet

- 1) Memenuhi kebutuhan energi dan protein yang meningkat untuk mencegah dan mengurangi kerusakan jaringan tubuh
- 2) Meningkatkan berat badan hingga mencapai berat badan normal

b. Syarat Diet

- 1) Energi tinggi, yaitu 30-40 kkal/kgBB atau 20-30% dari kebutuhan
- 2) Protein tinggi, yaitu 1,2-1,5 g/kgBB (15-20% dari total energi
- 3) Lemak cukup, yaitu 20-25% dari kebutuhan energi total
- 4) Karbohidrat 60-70% dari total energi atau 40-50% kondisi sesak
- 5) Vitamin dan mineral cukup, sesuai kebutuhan normal
- 6) Makanan yang diberikan dalam bentuk mudah cerna
- 7) Kebutuhan cairan 30-35 ml/kgBB ditambah dengan perkiraan hilangnya cairan karena diare, muntah, keringat malam berlebih

B. Asupan Energi

1. Pengertian Energi

Energi merupakan komponen esensial bagi manusia untuk menjalankan aktivitas fisik sehari-hari sekaligus mempertahankan kelangsungan hidup. Energi mendukung berbagai proses biologis tubuh, seperti sirkulasi darah, pernapasan, denyut jantung, pencernaan, dan fungsi fisiologis lainnya. Sumber utama energi adalah karbohidrat, lemak, dan protein, yang harus dikonsumsi sesuai kebutuhan agar seimbang dengan pengeluaran energi individu. Sekitar 60–70% dari total kebutuhan energi digunakan untuk menjaga fungsi dasar tubuh (*metabolisme basal*), sedangkan sisanya dipakai untuk pencernaan, metabolisme, penyerapan zat gizi, dan aktivitas fisik sehari-hari. Tingkat kecukupan energi yang terpenuhi berperan penting dalam menentukan status gizi seseorang (Putri & Ade Sintia, 2022).

Asupan energi seseorang diperoleh dari konsumsi makanannya sehari-hari, untuk menyeimbangkan pengeluaran energi, baik pada individu sehat maupun individu dengan kondisi sakit. Kebutuhan individu cenderung

mengalami penurunan seiring bertambahnya usia, yaitu 5% setiap 10 tahun (Suryani, 2022).

Berikut adalah tabel kategori asupan Energi:

$$\text{Tingkat asupan zat gizi} = \frac{\text{Asupan}}{\text{Kebutuhan}} \times 100$$

Tabel 2. Tingkat Asupan Zat Gizi

Kategori	Keterangan
<80%	Kurang
80-120%	Baik
≥120%	Kelebihan

Sumber : WNPG 2012

2. Sumber Energi

Makanan pokok sumber energi utama bagi tubuh:

a) Karbohidrat

Karbohidrat merupakan zat gizi yang terdiri atas gula, pati, dan serat. Gula dan pati berfungsi sebagai sumber energi karena dimetabolisme menjadi glukosa, yang menjadi sumber energi utama bagi eritrosit, otak, sistem saraf pusat, plasenta, dan janin. Serat berperan dalam fungsi fisiologis, seperti meningkatkan rasa kenyang, memperlancar defekasi, serta menurunkan risiko penyakit jantung koroner. Secara alami, gula terdapat pada buah, susu, dan produk olahannya. Pati banyak ditemukan pada bahan pangan pokok seperti beras dan olahannya, jagung, gandum dan produk turunannya, pasta, sagu, umbi-umbian, sayuran, serta kacang-kacangan. Serat umumnya terkandung dalam sereal, umbi, kacang-kacangan, sayuran, dan buah-buahan. Berdasarkan struktur kimianya, karbohidrat diklasifikasikan menjadi karbohidrat sederhana (*monosakarida*, *disakarida*, dan *oligosakarida*) serta karbohidrat kompleks (*polisakarida*) (Mandarana et al., 2022).

b) Protein

Protein dibagi menjadi protein nabati dan hewani berdasarkan sumbernya. Protein nabati berasal dari biji-bijian, kacang-kacangan, kedelai, serta olahannya seperti tempe dan tahu, sedangkan protein hewani berasal dari daging, ikan, telur, unggas, dan susu beserta produknya. Protein hewani memiliki nilai biologis lebih tinggi karena

mengandung hampir seluruh asam amino esensial dalam proporsi yang sesuai kebutuhan tubuh, contohnya daging sapi, ayam, ikan, udang, hati, dan telur. Protein nabati umumnya hanya mengandung sebagian asam amino esensial, sehingga kualitasnya lebih rendah. Untuk memenuhi kebutuhan asam amino secara optimal, disarankan mengombinasikan sumber protein nabati dan hewani dalam pola makan sehari-hari (Mandarana et al., 2022).

c) Lemak

Sumber energi dari lemak meliputi lemak hewani, minyak, buah berlemak (misal alpukat), biji-bijian berminyak (wijen, bunga matahari, kemiri), santan, cokelat, dan kacang-kacangan rendah air seperti kacang tanah dan kedelai. Lemak padat energi, lebih tinggi dibanding karbohidrat dan protein. Lemak dibagi menjadi lemak tampak (*visible fat*) seperti gajih, mentega, minyak, dan santan, serta lemak tidak tampak (*invisible fat*) yang secara alami terdapat dalam daging, susu, telur, dan kacang-kacangan. Lemak padat pada suhu ruang biasanya kaya asam lemak jenuh. Asam lemak esensial terdiri dari omega-6 dan omega-3. Omega-6 banyak terdapat pada minyak nabati (kedelai, jagung, bunga matahari, kapas, safflower), sedangkan omega-3 terdapat pada minyak ikan, ikan laut dalam (lemuru, tuna, salmon, cod), serta beberapa minyak nabati seperti kanola, kedelai, dan zaitun (Suryani, 2020).

3. Dampak Kekurangan Energi

Saat tubuh kekurangan energi maka sel-sel imun berkurang, yang mengakibatkan penurunan kemampuan tubuh dalam melawan infeksi. Sel-sel imun membutuhkan energi yang tinggi untuk berfungsi dengan efektif, sel-sel yang terlibat dalam sistem imun, seperti sel T, sel B, dan sel-sel fagosit (*makrofag*), memerlukan energi yang cukup untuk menjalankan fungsinya. Sel-sel ini sangat aktif dalam melawan *pathogen*, memperbanyak diri (*proliferasi*), dan *meifagositosis* (menelan dan menghancurkan mikroorganisme yang masuk ke dalam tubuh). Sel-sel *fagosit* memerlukan banyak energi untuk menuju lokasi infeksi, menangkap, dan mencerna *pathogen* (Nurfaidah et al., 2025).

C. Asupan Protein

1. Pengertian Protein

Protein merupakan zat gizi makro yang memiliki peran utama dalam pembentukan, pemeliharaan, dan perbaikan jaringan serta sel tubuh, meskipun juga dapat berkontribusi sebagai sumber energi. Kekurangan asupan protein dalam jangka waktu yang panjang dapat menimbulkan berbagai dampak, antara lain gangguan pertumbuhan, penurunan daya tahan tubuh, meningkatnya kerentanan terhadap penyakit, penurunan kapasitas kerja dan produktivitas, serta gangguan fungsi mental. Tingkat kecukupan asupan protein berpengaruh terhadap status gizi seseorang (Putri & Ade Sintia, 2022)

Pada tubuh manusia, seperlima komponennya adalah protein yang terbesar di dalam otot, tulang, dan tulang rawan, kulit serta di dalam jaringan lain dan cairan tubuh. Seluruh *enzim*, berbagai hormon, pengangkut zat-zat gizi dan darah, *matriks intraseluler* dan sebagainya adalah *protein*. *Protein* terdiri dari rantai panjang asam amino yang terikat satu sama lain dalam ikatan *peptida* Almatsier, (2016) dalam (Sipa & Salvia Salsabila, 2023)

Berikut adalah tabel kategori Asupan Protein:

$$\text{Tingkat asupan zat gizi} = \frac{\text{Asupan}}{\text{Kebutuhan}} \times 100$$

Tabel 3. Tingkat Asupan Zat Gizi

Kategori	Keterangan
<80%	Kurang
80-120%	Baik
≥120%	Kelebihan

Sumber: WNPG 2012

2. Fungsi Protein

Protein merupakan zat gizi esensial yang mendukung fungsi sistem imun, karena sebagian besar sel imun, antibodi, sitokin, dan mediator inflamasi tersusun dari protein. Kekurangan protein dapat menghambat sintesis komponen imun dan menurunkan kemampuan tubuh melawan infeksi. Protein berperan pada kedua jalur imun: bawaan (*innate*) dan adaptif (*adaptive*). Pada imun bawaan, protein terlibat dalam pengenalan patogen dan aktivasi sel pertahanan, sedangkan pada imun adaptif, protein

mendukung pembentukan antibodi dan sel memori. Protein juga penting untuk sintesis antibodi oleh *limfosit B*, serta pembentukan, diferensiasi, dan fungsi *limfosit T*, *makrofag*, dan *neutrofil*. *Sitokin* sebagai mediator imun juga membutuhkan protein untuk sintesisnya. Dalam pengobatan tuberkulosis paru, protein tidak hanya memenuhi kebutuhan gizi dan memperbaiki jaringan rusak, tetapi juga mempercepat sterilisasi kuman TB dengan meningkatkan produksi *Interferon γ (IFN- γ)*, *Tumor Necrosis Factor α (TNF- α)*, dan *Inducible Nitric Oxide Synthase* (Putri & Ade Sintia, 2022).

3. Dampak Kekurangan Protein

Kekurangan asupan protein yang berlangsung dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan dampak fisiologis, seperti gangguan pertumbuhan, penurunan fungsi sistem imun, meningkatnya risiko infeksi, penurunan kapasitas kerja dan produktivitas, serta gangguan fungsi kognitif, dengan demikian, tingkat kecukupan asupan protein memiliki peranan penting dalam menentukan status gizi individu. Asupan protein yang tidak memenuhi kebutuhan tubuh dapat berkontribusi terhadap terjadinya masalah gizi (Putri & Ade Sintia, 2022).

D. Status Gizi

1. Pengertian Status Gizi

Status gizi secara umum menggambarkan kondisi ada atau tidaknya malnutrisi pada individu. Malnutrisi dapat berupa kekurangan gizi (*undernutrition*) maupun kelebihan gizi (*overnutrition*) tertentu, yang terjadi akibat ketidakseimbangan antara asupan zat gizi dan kebutuhan gizi tubuh. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mengelompokkan *malnutrisi* ke dalam tiga kategori, yaitu *undernutrition*, *overnutrition*, serta ketidakseimbangan zat gizi mikro yang mencakup kelebihan atau kekurangan vitamin dan mineral. Menurut Gibson, penilaian status gizi merupakan suatu proses untuk menginterpretasikan data antropometri, biokimia, klinis, dan pemeriksaan fisik guna menentukan apakah individu atau kelompok populasi berada dalam kondisi gizi normal atau mengalami malnutrisi (Sholihah et al., 2024).

2. Indikator Status Gizi

Pada anak usia di bawah 5 tahun, penilaian status gizi dilakukan menggunakan tiga indikator, yaitu berat badan menurut umur (BB/U), tinggi badan menurut umur (TB/U), dan berat badan menurut tinggi badan (BB/TB). Indikator tersebut digunakan untuk menentukan kondisi gizi, seperti underweight, stunting, wasting, maupun obesitas. Pada kelompok usia 5–18 tahun yang mengalami pertumbuhan pesat, status gizi dinilai berdasarkan tinggi badan menurut umur (TB/U) dan indeks massa tubuh menurut umur (IMT/U). Sementara itu, pada usia dewasa (>18 tahun), penilaian status gizi umumnya menggunakan indeks massa tubuh (IMT), yang mencerminkan komposisi tubuh, terutama lemak tubuh, serta komponen lain seperti tulang dan cairan tubuh (Sohorah, 2024).

Perhitungan IMT menggunakan rumus:
$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)}^2}$$

3. Jenis Penentuan Status Gizi

Penentuan status gizi terdiri dari dua penilaian yaitu penilaian status gizi secara langsung dan penilaian status gizi secara tidak langsung

a. Penilaian status gizi secara langsung

1) Antropometri

Penilaian status gizi dengan antropometri dilakukan melalui pengukuran dimensi dan komposisi tubuh sesuai umur, seperti berat badan, tinggi badan, lingkar lengan atas, dan lingkar perut, untuk menilai ketidakseimbangan asupan energi dan protein yang tercermin pada pertumbuhan dan komposisi tubuh.

2) Pemeriksaan Klinis

Pemeriksaan klinis menilai status gizi dengan mengamati perubahan fisik akibat kekurangan atau kelebihan zat gizi. Pemeriksaan meliputi kepala hingga kaki, termasuk konjungtiva, mukosa mulut, dada, abdomen, dan adanya edema, serta mempertimbangkan tanda klinis, gejala, dan riwayat penyakit.

3) Pemeriksaan Laboratorium (Biokimia)

Pemeriksaan laboratorium menilai status gizi melalui parameter biokimia, seperti pemeriksaan darah, kadar albumin, urin, feses, serta vitamin dan mineral tertentu.

4) Pemeriksaan Fisik

Pemeriksaan Fisik menilai status gizi berdasarkan fungsi dan perubahan struktur jaringan tubuh.

b. Penilaian status gizi secara tidak langsung

1) Survei Konsumsi Makanan

Survei konsumsi makanan dilakukan dengan menilai jumlah dan jenis makanan yang dikonsumsi oleh individu atau keluarga untuk menggambarkan pola dan kecukupan asupan zat gizi.

2) Data Statistik Vital

Data statistik terkait gizi, seperti angka kematian, kesakitan, pelayanan kesehatan, dan prevalensi penyakit infeksi, digunakan sebagai indikator tidak langsung status gizi masyarakat.

3) Faktor Ekologi

Penilaian faktor ekologi melihat interaksi faktor biologis, lingkungan, dan sosial budaya yang memengaruhi masalah gizi, untuk menentukan upaya penanggulangan yang tepat (Sholihah et al., 2024).

4. Klasifikasi IMT

Klasifikasi IMT Pada populasi Asia (WHO, 2000) dalam (Sholihah et al., 2024a)

Tabel 4. Klasifikasi IMT menurut WHO 2000

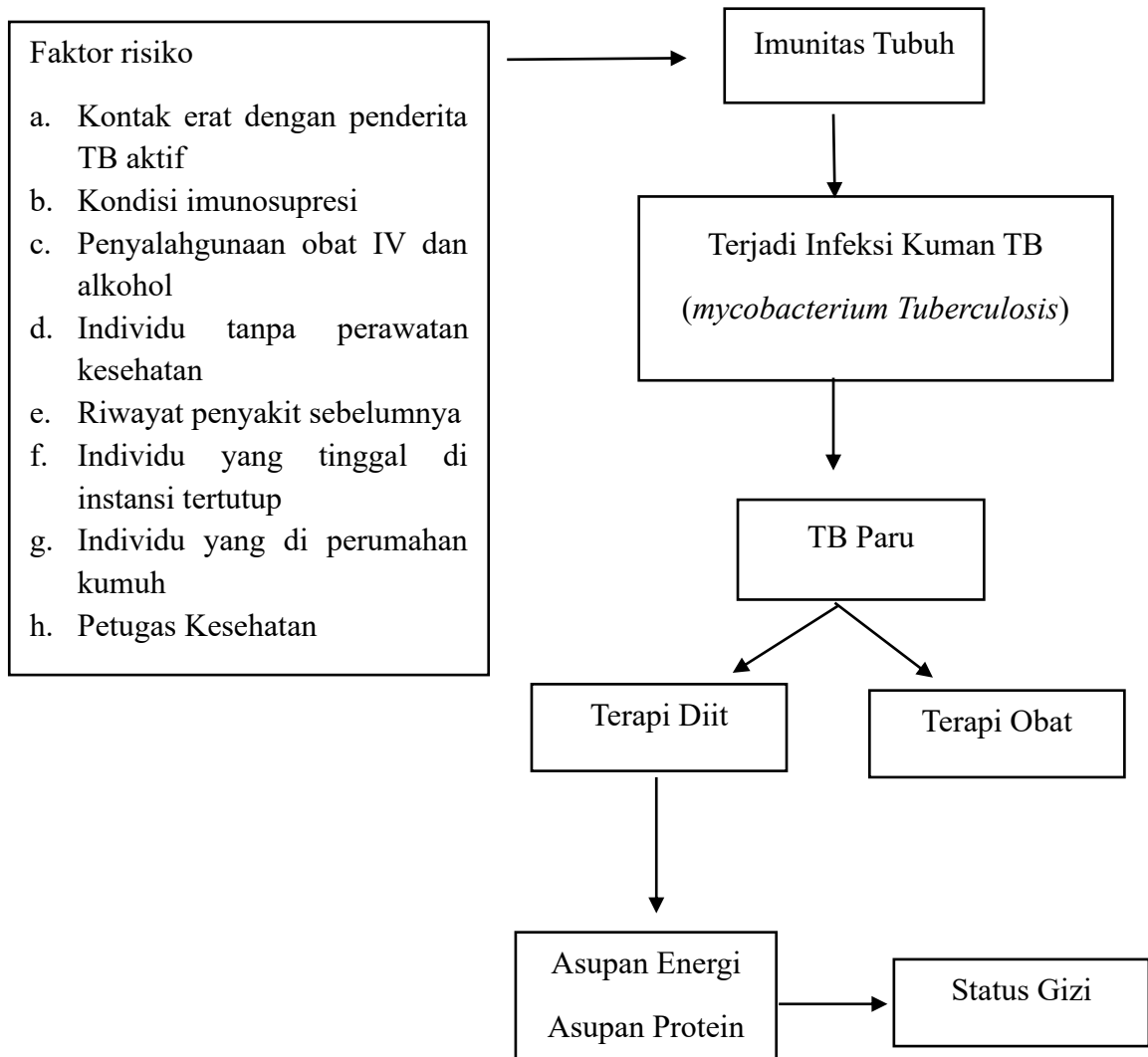
Klasifikasi	IMT (kg/m²)
Kurus	< 18,5
Normal	18,5 – 22,9
Kegemukan	≥ 23
Berisiko	23 – 24,9
Obes I	25 – 29,9
Obes II	≥ 30

Klasifikasi Ambang Batas IMT untuk Indonesia menurut Kemenkes RI

Tabel 5. Klasifikasi IMT menurut Kemenkes, 2019

Kategori		IMT
Kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	$< 17,0$
	Kekurangan berat badan tingkat ringan	$17,0 - < 18,4$
Normal Gemuk		$18,5 - 25,0$
	Kelebihan berat badan tingkat ringan	$25,1 - 27,0$
	Kelebihan berat badan tingkat berat	$> 27,0$

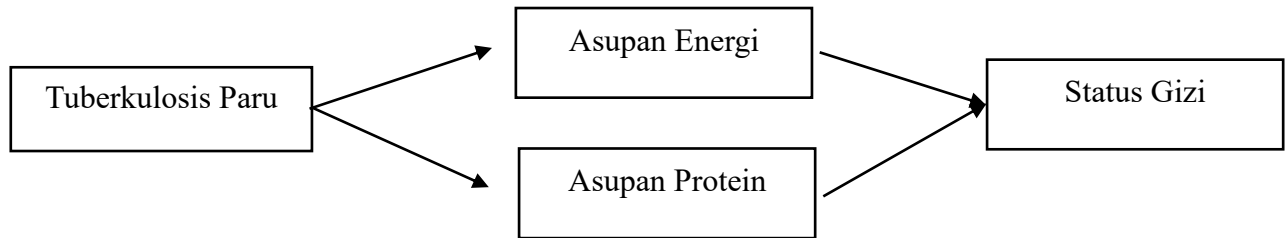
E. Kerangka Teori



Gambar 2. Kerangka Teori

Sumber: Modifikasi dari Ulva & Nurul, (2024)

F. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 3. Kerangka Konsep