

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Remaja

a. Definisi remaja

Remaja adalah fase kehidupan antara masa kanak-kanak dan dewasa, dari usia 10 hingga 19 tahun. Fase ini mencakup dua kelompok usia: 10-14 tahun (remaja awal) dan 15-19 tahun (remaja akhir). Masa remaja merupakan tahap perkembangan yang khas dalam kehidupan manusia dan merupakan waktu yang krusial untuk membangun dasar kesehatan yang optimal. Remaja mengalami pertumbuhan fisik, kognitif, dan psikososial yang cepat. Hal ini memengaruhi bagaimana mereka merasakan, berpikir, membuat keputusan, dan berinteraksi dengan dunia di sekitar mereka (WHO, 2020).

b. Karakteristik remaja

Remaja memiliki sejumlah karakteristik fisik, psikologis, dan sosial yang membedakan mereka dari anak-anak maupun orang dewasa. Secara fisik, remaja mengalami pubertas yang ditandai dengan pertumbuhan tubuh yang cepat, perkembangan organ reproduksi, dan perubahan hormonal yang signifikan. Selain itu, mereka juga cenderung memiliki peningkatan aktivitas fisik dan energi, yang dapat memengaruhi kondisi kesehatan remaja secara

keseluruhan. Karakteristik-karakteristik ini membuat remaja sangat rentan terhadap berbagai faktor yang dapat mempengaruhi kesehatan mereka, termasuk pola makan dan gaya hidup (Radhiyani Fitri and Vidya Ananta, 2024).

c. Perkembangan remaja

Masa remaja merupakan fase perkembangan yang sangat penting, yang mencakup berbagai perubahan fisik, emosional, dan perilaku (Mualif, 2024). Secara fisik perubahan hormonal yang terjadi selama pubertas berperan dalam pembentukan tubuh yang lebih matang dan kemampuan reproduksi yang mulai berkembang. Proses ini dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, serta dapat memengaruhi status gizi dan kesehatan secara keseluruhan.

Pertumbuhan pada masa remaja menuntut kebutuhan nutrisi yang tinggi agar tercapai potensi pertumbuhan secara maksimal ngg karena nutrisi dan pertumbuhan merupakan hubungan integral (Radhiyani Fitri and Vidya Ananta, 2024).

Tidak terpenuhinya kebutuhan nutrisi pada masa remaja dapat berakibat terlambatnya pematangan seksual dan hambatan pertumbuhan linear. Pada masa ini tubuh membutuhkan asupan nutrisi yang optimal, termasuk protein untuk mendukung proses pemulihan, pertumbuhan sel, serta untuk memperkuat sistem imun tubuh untuk mencegah terjadinya penyakit kronik yang terkait nutrisi pada masa dewasa kelak, seperti penyakit kardiovaskular,

diabetes, kanker dan osteoporosis (Meilan Nessi, Maryanah and Follona Willa, 2019). Konsumsi makanan atau minuman yang mengandung protein berkualitas tinggi, bisa berperan dalam memperbaiki dan meningkatkan fungsi kekebalan tubuh remaja (Maulidia and Isti Angraini, 2023).

2.1.2 Protein

a. Definisi Protein

Protein adalah makronutrien yang terdiri dari rantai panjang asam amino yang terhubung melalui ikatan peptida. Protein memainkan peran yang sangat penting dalam hampir semua fungsi biologis tubuh manusia.(James Gilad, 2023) Asam amino adalah unit dasar penyusun protein, dan ada 20 jenis asam amino yang membentuk berbagai protein, di antaranya ada asam amino esensial yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh dan harus didapatkan melalui makanan, serta asam amino non-esensial yang dapat disintesis oleh tubuh (Apriyanto Mulono, 2021).

Protein dapat ditemukan dalam berbagai jenis makanan, seperti daging, ikan, telur, sumber nabati seperti kacang-kacangan, biji-bijian, serta kedelai. Konsumsi protein yang cukup sangat penting untuk mendukung berbagai proses tubuh, termasuk pertumbuhan dan fungsi kekebalan tubuh (Imamah et al., 2024).

b. Fungsi Protein

Protein memiliki berbagai fungsi penting dalam tubuh manusia, antara lain:

1) Pertumbuhan dan Perbaikan Jaringan

Protein berfungsi untuk membangun dan memperbaiki jaringan tubuh, termasuk sel, otot, kulit, rambut, dan organ tubuh lainnya. Proses perbaikan ini sangat penting dalam menjaga kesehatan tubuh dan memungkinkan tubuh untuk sembuh dari cedera atau luka.

2) Pembentukan Enzim dan Hormon

Beberapa jenis protein berfungsi sebagai enzim, yang mempercepat reaksi kimia dalam tubuh. Misalnya, enzim pencernaan yang membantu memecah makanan menjadi nutrisi yang dapat diserap tubuh. Selain itu, protein juga berperan dalam pembentukan hormon, yang mengatur berbagai proses tubuh, termasuk metabolisme dan pertumbuhan. Contohnya adalah hormon insulin yang berperan dalam pengaturan gula darah.

3) Sistem Kekebalan Tubuh

Protein berperan dalam membentuk antibodi yang membantu tubuh melawan infeksi dan penyakit. Sel darah putih yang termasuk dalam sistem imun tubuh juga sebagian besar terdiri dari protein.

4) Transportasi dan Penyimpanan Zat

Beberapa protein berfungsi dalam transportasi zat-zat penting dalam tubuh. Misalnya, hemoglobin, yang membawa oksigen dalam darah, dan albumin, yang mengangkut berbagai molekul dalam darah.

5) Sumber Energi

Meskipun karbohidrat dan lemak merupakan sumber utama energi tubuh, protein juga dapat berfungsi sebagai sumber energi cadangan ketika tubuh kekurangan energi dari sumber lainnya (Hartono Andry, 2006).

c. Jenis-jenis Protein

Berdasarkan fungsinya protein dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu :

1) Protein lengkap (*complete protein*)

Protein yang berfungsi untuk pertumbuhan, penggantian jaringan yang rusak, dan keperluan lain seperti pembentukan enzim, hormon, antibodi serta energi yang diperlukan. Telur dan susu merupakan contoh protein lengkap.

2) Protein setengah lengkap (*half-complete protein*)

Protein yang memiliki semua fungsi seperti protein lengkap kecuali fungsi untuk pertumbuhan karena asam-asam amino yang dikandungnya tidak cukup bagi pembentukan jaringan tubuh baru. Contohnya adalah makanan sumber protein hewani lainnya selain telur dan susu, seperti daging, ikan, serta ayam.

3) Protein tidak lengkap (*incomplete protein*)

Protein tidak lengkap merupakan jenis-jenis makanan sumber protein nabati seperti kacang-kacangan dan biji-bijian atau sereal. Jenis protein ini tidak dapat digunakan untuk pertumbuhan dan penggantian jaringan rusak (Hartono Andry, 2006).

d. Asupan Protein

Kebutuhan protein bervariasi tergantung pada usia, jenis kelamin, tingkat aktivitas fisik, serta kondisi kesehatan individu. Kebutuhan adalah sekitar 0,8 gram protein per kilogram berat badan per hari untuk orang dewasa yang sehat, namun kebutuhan protein dapat lebih tinggi pada individu yang melakukan aktivitas fisik yang intens, seperti atlet, atau pada individu yang sedang dalam masa pertumbuhan, seperti anak-anak dan remaja (Tim Medis Siloam Hospitals, 2024).

Pada masa remaja kebutuhan protein cenderung meningkat karena tubuh sedang dalam fase pertumbuhan dan perkembangan yang pesat. Selain itu, remaja juga membutuhkan protein untuk memperbaiki jaringan tubuh yang rusak akibat aktivitas fisik yang tinggi (Radhiyani Fitri and Vidya Ananta, 2024).

e. Dampak kekurangan Protein

Kekurangan protein dapat menyebabkan sejumlah masalah kesehatan yang serius, termasuk:

1) Keterlambatan pertumbuhan:

Kekurangan protein pada anak-anak dan remaja dapat menghambat pertumbuhan fisik dan perkembangan otak.

2) Penurunan fungsi kekebalan tubuh:

Kekurangan protein dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh, meningkatkan risiko infeksi, dan memperlambat pemulihan dari penyakit atau cedera.

3) Penyakit Kwashiorkor dan Marasmus

Kekurangan protein parah dapat menyebabkan gangguan malnutrisi seperti kwashiorkor (kekurangan protein dengan kelebihan karbohidrat) dan marasmus (kekurangan kalori dan protein secara keseluruhan). Kedua kondisi ini dapat menyebabkan pembengkakan tubuh, penurunan massa otot, dan gangguan fungsi tubuh secara serius (Wijayanti Novita, 2017).

2.1.3 Leukosit

a. Definisi leukosit

Leukosit atau sel darah putih memiliki ciri khas sel yang berbeda-beda, secara umum leukosit memiliki ukuran lebih besar dari eritrosit, tidak berwarna dan dapat melakukan pergerakan dengan adanya kaki semu dengan masa hidup 13-20 hari. Jumlah leukosit paling sedikit di antara ketiga jenis sel darah di dalam tubuh, sekitar 4.000 - 11.000/mm³.

Sel darah putih (leukosit) terbagi atas dua kelompok yaitu granulosit dan agranulosit. Granulosit merupakan sel yang mempunyai lobus atau segmen pada inti sel dan granula pada sitoplasma, yang terdiri atas neutrofil, eosinofil, serta basofil. Sedangkan agranulosit merupakan sel yang tidak memiliki segmen ataupun lobus pada inti serta tidak terdapat granula pada sitoplasma, terdiri atas monosit dan limfosit (Kiswari Rukman, 2014).

Sel darah putih mempunyai peran dalam sistem pertahanan tubuh dalam melawan masuknya benda asing atau bisa dikatakan sebagai sistem imun. Mikroorganisme saat masuk kedalam tubuh maka leukosit akan melawan atau memakan mikroorganisme tersebut, hal ini menunjukkan jika leukosit mempunyai sifat fagositosis. Leukosit juga mempunyai sifat amoboid yang dapat bergerak secara bebas didalam serta diluar pembuluh darah yang bisa memudahkan dalam perlawanan terhadap suatu mikroorganisme yang masuk kedalam tubuh (Gusty Prima Reni and Sariani Eviranita Rhiana, 2024).

b. Pembentukan leukosit

Leukosit dibentuk dari sel-sel bakal yang ada pada sumsum tulang. Proses pembentukan leukosit disebut dengan leukopoiesis yang dirangsang oleh faktor perangsang koloni, faktor perangsang ini dihasilkan oleh leukosit dewasa.

c. Struktur leukosit

Bentuk lekosit bisa berubah-ubah serta bisa bergerak menggunakan kaki palsu sebagai perantara atau bisa disebut pseudopodia, memiliki beberapa macam inti sel, sehingga dapat dibedakan menurut inti selnya dan berwarna bening (Untari Sri et al., 2023).

d. Jenis-jenis leukosit

Neutrophils	12–15	6–10 h	$1.8\text{--}7.5 \times 10^9/\text{L}$	Protection from bacteria, fungi
Monocytes	12–20	20–40 h	$0.2\text{--}0.8 \times 10^9/\text{L}$	Protection from bacteria, fungi
Eosinophils	12–15	Days	$0.04\text{--}0.44 \times 10^9/\text{L}$	Protection against parasites
Basophils	12–15	Days	$0.01\text{--}0.1 \times 10^9/\text{L}$	
Lymphocytes	7–9 (resting) 12–20 (active)	Weeks or years	$1.5\text{--}3.5 \times 10^9/\text{L}$	B cells: immunoglobulin synthesis T cells: protection against viruses; immune functions
	B			
	T			

Gambar 2.1 Jenis dan fungsi leukosit (Hoffbrand and Steensma, 2020)

Leukosit terdiri dari beberapa jenis dan setiap jenis mempunyai fungsi yang berbeda, yaitu :

1) Neutrofil

Leukosit bergranula yang intinya mempunyai banyak lobus sehingga disebut polimorfonuklear. Merupakan 60-70% dari jumlah seluruh leukosit. Leukosit ini cukup besar, yaitu 2x besarnya eritrosit, dan mampu bergerak aktif dalam pembuluh darah maupun di luar pembuluh darah. Neutrofil paling cepat bereaksi terhadap radang dan perlukaan dibanding leukosit lain dan merupakan garis depan pertahanan selama fase infeksi akut.

Segmen adalah neutrofil tak matang yang memperbanyak diri dengan cepat selama infeksi akut.

2) Eosinofil

Leukosit bergranula, mempunyai 2 lobus dalam intinya, merupakan 1-2 % dari seluruh jumlah leukosit. Leukosit ini akan meningkat jumlahnya dalam darah pada peristiwa alergi dan infeksi (terutama cacing) dalam tubuh. Dengan pemberian steroid jumlah eosinophil akan menurun.

3) Basofil

Leukosit yang intinya terdapat granula yang besar mempunyai huruf S, merupakan 0,5-1% dari jumlah seluruh leukosit. Basofil terdapat pada proses inflamasi, leukemia, dan fase penyembuhan infeksi.

4) Monosit

Leukosit dengan sitoplasma tak bergranula, berinti besar dengan ukuran dua kali lebih besar dari eritrosit, terbesar dalam sirkulasi darah, dan dibuat pada jaringan limpatik.

5) Limfosit

Leukosit yang tak bergranula dengan inti besar, ukurannya lebih besar sedikit dari eritrosit, dihasilkan oleh jaringan limpatik, berperan penting dalam proses kekebalan dan pembentukan antibodi (Tim Medis Siloam Hospital, 2024).

e. Fungsi sel leukosit

Fungsi sel leukosit secara umum, yaitu :

- 1) Sebagai sistem pertahanan pada tubuh, bakteri maupun bahan penyakit yang masuk kedalam tubuh jaringan sistem retikulo endotel maka akan dimakan oleh leukosit.
- 2) Sebagai pengangkut, seperti mengangkut zat lemak yang berasal dari dinding usus melalui limpa kemudian ke pembuluh darah (Kiswari Rukman, 2014).

d. Pemeriksaan leukosit

Pemeriksaan leukosit dapat mencakup berbagai macam tes, yaitu :

- 1) Hitung jumlah leukosit

Hitung jumlah leukosit atau white blood count (WBC) adalah pemeriksaan untuk menentukan jumlah leukosit yang terdapat dalam 1 μL darah untuk membantu dalam menentukan adanya peningkatan jumlah leukosit (leukositosis) atau penurunan jumlah leukosit (leukopenia) yang menjadi suatu tanda adanya infeksi atau melihat proses perjalanan penyakit serta pengaruh pengobatan. Satuan hitung jumlah leukosit dapat dinyatakan dalam sel/mm³, sel/ μl , x 10³ sel/ml, x 10⁶ sel/L. Satuan yang lebih sering digunakan dalam hitung jumlah leukosit adalah sel/mm³ atau sel/ μl (Kiswari Rukman, 2014).

2) Differensial leukosit (leukosit diferensial)

Pemeriksaan leukosit diferensial untuk mengidentifikasi dan menghitung proporsi berbagai jenis leukosit yang ada dalam darah yaitu neutrofil, limfosit, monosit, eosinofil, basofil.

Metode yang digunakan menghitung jumlah setiap jenis leukosit di bawah mikroskop atau menggunakan analisis otomatis (Nugraha and Anita Ningsih, 2021).

3) Morfologi leukosit

Pemeriksaan morfologi leukosit umumnya menggunakan pewarnaan darah (misalnya pewarnaan Wright-Giemsa) dan dilakukan dengan menggunakan mikroskop untuk mengamati bentuk sel leukosit, jumlahnya, serta ada tidaknya kelainan morfologi pada sel tersebut. Pemeriksaan ini juga termasuk dalam analisis darah tepi (*peripheral blood smear*).(Ridwani, 2024)

e. Tujuan pemeriksaan leukosit

- 1) Mendiagnosis infeksi dengan menilai jumlah dan jenis leukosit, serta untuk mendeteksi peradangan yang dapat terjadi akibat berbagai kondisi medis.
- 2) Mengevaluasi fungsi sistem imun tubuh, mendeteksi leukemia, dan memantau respons terhadap pengobatan atau terapi.
- 3) Menilai status kekebalan tubuh, baik dalam kondisi infeksi akut maupun pada gangguan autoimun, sehingga dapat memberikan

gambaran yang komprehensif tentang keadaan kesehatan (Kiswari Rukman, 2014).

f. Metode pemeriksaan leukosit

Metode pemeriksaan leukosit dibagi menjadi 2, antara lain :

1) Metode manual Improved Neubauer (hemasitometer)

Pemeriksaan leukosit menggunakan metode Manual yaitu menghitung leukosit dalam darah dengan melibatkan pengenceran, pengisian bilik hitung dan menghitung jumlah leukosit dalam bilik hitung menggunakan mikroskop.

Pemeriksaan Leukosit metode Manual ada 2 cara yaitu :

a) Pengenceran dengan menggunakan tabung (Makro)

Pengenceran makro merupakan pengenceran dengan menggunakan tabung. Pemeriksaan jumlah Leukosit dengan pengenceran dalam tabung yaitu darah di encerkan dengan larutan Turk, kemudian jumlah sel dalam volume pengenceran tersebut di hitung dengan menggunakan kamar hitung. Pengenceran metode ini mempengaruhi jumlah leukosit karna metode ini memiliki angka kesalahan lebih kecil bila dibandingkan dengan metode mikro. Peralatan yang digunakan adalah pipet mikro, pipet pasteur, tabung reaksi counter sel, kamar hitung Improved.

b) Pengenceran dengan menggunakan Pipet Thoma (Mikro)

Prinsip pemeriksaan jumlah leukosit dengan pengenceran menggunakan pipet thoma adalah darah diencerkan didalam pipet menggunakan larutan turk, dan jumlah sel dalam volume pengenceran tersebut di hitung dengan memakai

kamar hitung. Cara ini hampir sama dengan pengenceran yang menggunakan tabung, namun cara ini kemungkinan mempunyai angka kesalahan yang lebih besar, karena pipet mikro penggunaannya harus tepat. Jika tidak tepat, maka akan berpengaruh pada hasil perhitungan jumlah leukosit. Peralatan yang digunakan adalah pipet Thoma leukosit, counter sel, kamar hitung Improved Neubauer dan Mikroskop (Kiswari Rukman, 2014).

g. Nilai rujukan pemeriksaan jumlah leukosit

Bayi Baru Lahir : 13.000 – 38.000 sel/mm³

Anak-anak : 5.000 – 20.000 sel/mm³

Orang Dewasa : 4.500 – 11.000 sel/mm³ (Tim Medis Siloam Hospital, 2024)

h. Kesalahan-kesalahan pada pemeriksaan jumlah sel leukosit

- 1) Jumlah darah / larutan Turk yang dihisap ke dalam pipet tidak tepat.
- 2) Tidak menghomogenkan tabung sebelum mengisi kamar hitung.
- 3) Kamar hitung atau kaca penutup dalam keadaan kotor dan berminyak.
- 4) Gelembung udara masuk bersama dengan cairan.
- 5) Letaknya kaca penutup salah.
- 6) Pencampuran darah tidak sempurna.
- 7) Terjadi bekuan darah
- 8) Alat bekerja tidak stabil atau alat tidak berfungsi dengan normal dan alat tidak bekerja dengan baik karena keadaan alat yang kotor.
- 9) Alat bekerja tidak teliti, tidak tepat dan tidak peka karena alat belum dikalibrasi.
- 10) Tidak mengikuti petunjuk operasional alat (Maulidiyanti Sari Tunjung Ellies, Widiyastuti Rahma and Saputro Ade Tri, 2024)

i. Faktor yang mempengaruhi jumlah sel leukosit

1) Faktor genetik

Insiden penderita leukemia memiliki suatu resiko yang lebih tinggi dari saudara kandung yang terserang, dengan insiden yang meningkat sampai 20% pada kembar monozigot.

Perubahan jumlah leukosit disebabkan karena adanya kelainan pada kromosom

2) Jenis kelamin

Pada jenis kelamin laki-laki lebih banyak menderita penyakit leukemia dibandingkan dengan perempuan. Laki laki berisiko 3 kali terjadi peningkatan jumlah leukosit daripada Perempuan.

3) Usia

Konsentrasi leukosit yang normal pada bayi adalah (6 bulan-1 tahun) 10.000-20.000/uL dan terus menurun seiring bertambahnya usia. Pada anak-anak berusia 2-5 tahun lebih sering terjadi peningkatan jumlah leukosit. Pada usia yang semakin dewasa maka akan terjadi penurunan jumlah leukosit.

4) Zat kimia

Zat kimia seperti kloramfenikol, arsen, agen anti neoplastic, benzene dan fenilbutazone bisa masuk ke dalam tubuh manusia. Paparan zat kimia bisa mengakibatkan dysplasia sumsum tulang belakang, perubahan kromosom serta anemia yang pada akhirnya dapat menurunkan jumlah leukosit.

5) Radiasi

Peningkatan jumlah leukosit dapat terjadi pada penderita kanker yang sedang melakukan pengobatan dengan menggunakan radiasi atau kemoterapi. Kemoterapi bisa mengenai sumsum tulang belakang, dimana sumsum tulang merupakan organ

pembentukan sel darah. Sehingga radiasi dari kemoterapi dapat menurunkan jumlah leukosit.

6) Riwayat Penyakit Konsumsi Obat

Pada penderita riwayat penyakit leukemia, anemia aplastik, multiple myeloma memiliki potensi lebih besar mengalami penurunan jumlah leukosit, namun apabila mengalami luka seperti luka luar atau sesudah menjalani operasi, pendarahan, trauma, nekrosis maka dapat menyebabkan peningkatan jumlah Leukosit (Faisal Sangadji, Felicia Risca and Febriana, 2024).

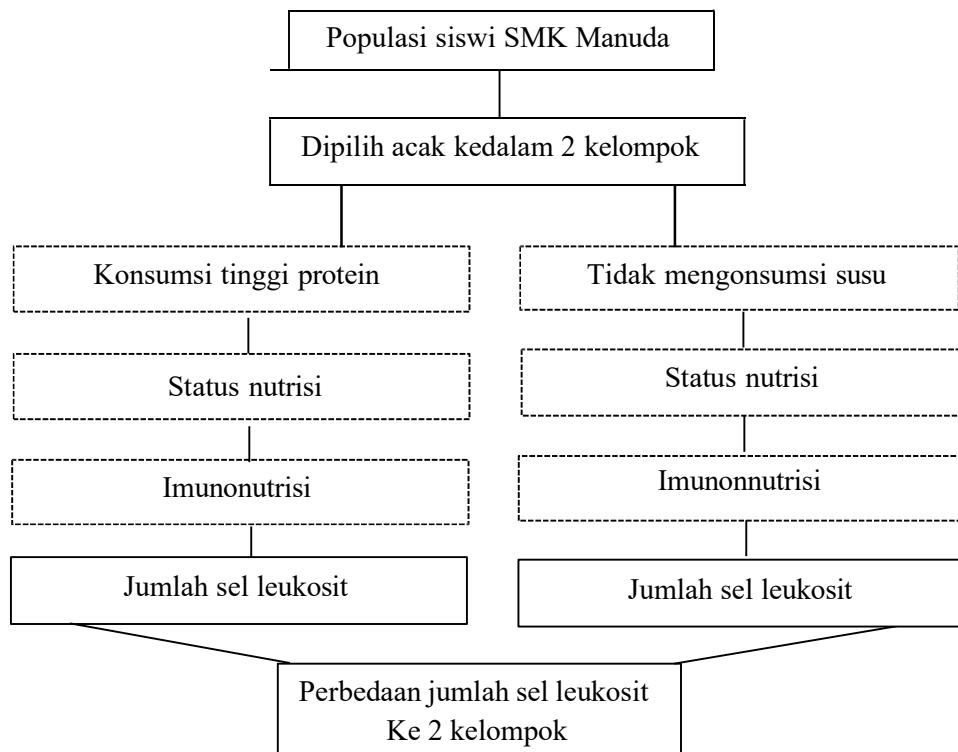
2.1.4 Kaitan konsumsi susu tinggi protein dengan jumlah sel leukosit

Protein merupakan salah satu makronutrien esensial yang sangat penting untuk fungsi tubuh, termasuk dalam proses pertumbuhan, perbaikan jaringan, dan produksi sel-sel tubuh. Sistem imun bergantung pada berbagai jenis sel, termasuk leukosit (sel darah putih). Protein menyediakan asam amino yang dibutuhkan untuk produksi antibodi, sitokin, dan komponen lainnya yang berperan dalam respon imun. Asam amino esensial yang terdapat dalam protein juga berperan dalam aktivasi dan proliferasi sel-sel imun termasuk sel darah putih, sehingga diperlukan konsumsi protein yang cukup untuk mendukung sintesis sel imun, seperti leukosit (Saras Tresno, 2023).

Susu merupakan contoh protein lengkap yang mengandung seluruh asam amino esensial dengan jumlah yang mencukupi kebutuhan bagi pertumbuhan (Hartono Andry, 2006). Susu sebagai sumber protein berkualitas tinggi yang mengandung dua jenis protein utama, yaitu kasein dan whey protein. Kasein merupakan protein utama dalam susu, dikenal karena sifatnya yang lambat dicerna memberikan pasokan asam amino secara perlahan ke tubuh, sedangkan whey protein dicerna lebih cepat dan kaya akan asam amino esensial, terutama leucine yang

penting untuk sintesis protein otot dan fungsi imun. Konsumsi susu tinggi protein dapat meningkatkan asupan protein berkualitas tinggi yang dapat mendukung fungsi sistem imun tubuh, terutama dalam produksi sel darah putih yang dibutuhkan dalam melawan infeksi dan penyakit (Sani Abdullah Ridwan, 2020). Whey protein telah terbukti memiliki efek positif pada respon imun tubuh dengan meningkatkan aktivitas sel T dan produksi sitokin yang penting dalam memoderasi respons imun. Suplementasi whey protein pada susu kambing dapat mengurangi terjadinya reaksi inflamasi melalui respons Th1 dan Th2. Whey protein susu kambing juga dapat sebagai makanan fungsional anti alergi (Nurliyani, 2020).

2.2 Kerangka Pemikiran



Keterangan :

— : Diteliti

----- : Tidak diteliti

2.3 Hipotesis

H0 : tidak ada perbedaan jumlah sel leukosit yang signifikan antara siswi yang mengonsumsi susu tinggi protein dan yang tidak mengonsumsi susu tinggi protein di SMK Ma'arif NU 2 Ajibarang.

H1 : adanya perbedaan jumlah sel leukosit yang signifikan antara siswi yang mengonsumsi susu tinggi protein dan yang tidak mengonsumsi susu tinggi protein di SMK Ma'arif NU 2 Ajibarang.