

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tuberkulosis

1. Pengertian Tuberkulosis

Infeksi TB merupakan suatu penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang menginfeksi organ paru-paru manusia. Orang yang terinfeksi BTA positif menularkan penyakit ini melalui partikel droplet yang terlepas saat batuk atau bersin. Orang yang sehat dapat menghirup bakteri yang tersebar di udara, yang bisa mengakibatkan infeksi. *Mycobacterium tuberculosis* merupakan bakteri gram positif yang bersifat aerob wajib (bakteri yang sangat memerlukan oksigen bebas untuk bertahan hidup), tidak memiliki endospora atau kapsul, tidak berpindah dan tahan terhadap asam. Sel batang tersebut berukuran 0,2-0,4 x 2-10 µm dan berkembang pada suhu 37°C dengan laju pertumbuhan yang lambat dari 2 hingga 60 hari. Genus bakteri ini memiliki dinding sel yang kaya lipid dan lapisan peptidoglikan tebal yang mengandung asam mikolat, arabinogalactan serta lipoarabinomanan. Ini menjadikannya tidak sama dengan yang lainnya. Asam mikolat ini hanya terdapat pada dinding sel bakteri dari genus mycobacterium (Mar'iyah & Zulkarnain, 2021).

2. Patofisiologi Penyakit

Menghirup bakteri *Mycobacterium tuberculosis* akan mengantarkan bakteri ke alveoli melalui saluran pernapasan. Alveoli merupakan lokasi bagi bakteri untuk berkumpul dan berkembang. *Mycobacterium tuberculosis* dapat menjangkau area tubuh lainnya melalui sistem limfatik dan cairan tubuh, seperti ginjal, tulang, korteks serebri dan bagian lain dari paru-paru (lobus atas). Sistem kekebalan dan imun tubuh akan merespons dengan melaksanakan reaksi inflamasi. Bakteri diserang oleh fagosit dan limfosit, tuberkulosis merusak bakteri serta jaringan yang sehat. Reaksi ini dapat mengakibatkan akumulasi eksudat di alveoli, yang dapat menyebabkan bronchopneumonia. Infeksi awal umumnya muncul dalam rentang waktu 2-10 minggu setelah terpapar kepada bakteri.

Pada fase awal infeksi, *Mycobacterium tuberculosis* berinteraksi dengan sistem imun dan membentuk granuloma. Gumpalan basil yang hidup dan mati dikelilingi oleh makrofag membentuk granuloma. Granuloma berubah menjadi kumpulan jaringan fibrosa. Bagian inti dari massa ini disebut *ghon tuberculosis* dan kemudian mengalami nekrosis serta membentuk massa yang menyerupai keju. Hal ini akan dikategorikan, disusun menjadi jaringan kolagen dan bakteri akan beristirahat. Setelah infeksi yang pertama, seseorang mungkin mengalami penyakit aktif karena sistem imun yang terganggu atau tidak mampu bereaksi. Penyakit juga bisa timbul akibat infeksi ulang serta aktivasi bakteri yang tidur, yang mengaktifkan bakteri yang sebelumnya tidak aktif. Dalam situasi ini, *ghon tuberculosis* pecah, mengakibatkan *caseosa necrotizing* di bronkus. Bakteri lalu terdistribusi di udara, menularkan penyakit. Jaringan paru terbentuk akibat tuberkel yang mengalami kerusakan. Bronkopneumonia terjadi ketika paru-paru yang terinfeksi mengalami pembengkakan (Sigalingging et al., 2019).

3. Gejala Klinis Tuberkulosis

Penderita TB paru mengalami gejala seperti batuk berdahak berulang yang berlangsung minimal dua minggu, berdasarkan informasi Kemenkes RI tahun 2017. Gejala lain yang sering muncul adalah dahak yang mengandung darah, batuk berdarah, tubuh lemas, penurunan nafsu makan, penurunan berat badan, perasaan kurang sehat (malaise), berkeringat di malam hari meskipun tidak beraktivitas, demam bertahan lebih dari sebulan, sesak napas dan nyeri pada dada. Setiap individu yang menunjukkan gejala tersebut di Unit Pelayanan Kesehatan (UPK) harus diperlakukan sebagai "suspek tuberkulosis" atau dicurigai penderita TB Paru dan mereka perlu melakukan pemeriksaan dahak secara mikroskopis langsung.

Tipe penderita TB Paru menurut Kemenkes RI tahun 2017 dikelompokkan berdasarkan sejarah pengobatan yang mereka jalani sebelumnya. Berikut adalah beberapa kategori penderita:

a. Baru

Pasien yang tidak pernah mendapatkan pengobatan OAT sebelumnya atau yang telah mengonsumsi OAT dalam periode kurang dari satu bulan atau empat minggu.

b. Kambuh

Pasien tuberkulosis yang didiagnosis ulang dengan BTA positif (melalui apusan atau kultur) setelah menjalani pengobatan tuberkulosis sebelumnya dan dinyatakan sembuh atau sembuh sepenuhnya.

c. Terapi setelah berhenti berobat

Pasien dengan BTA positif yang telah menjalani pengobatan medis dan telah menghentikan perawatan sekitar dua bulan yang lalu.

d. Gagal

Pasien yang hasil tes dahaknya tetap positif atau kembali positif dalam lima bulan atau lebih selama perawatan.

e. Pindah lokasi

Untuk melanjutkan perawatannya, pasien yang dipindahkan dari UPK yang memiliki registrasi TB yang berbeda.

f. Semua kasus yang tidak sesuai dengan kriteria di atas. Kelompok ini mencakup kasus yang lebih lama, di mana hasil tes tetap positif untuk BTA meskipun setelah pengobatan ulang.

Catatan: TB Paru BTA negatif dan TB ekstra paru juga dapat mengalami kambuh, kegagalan, default atau menjadi kasus yang kronis. Akan tetapi, kasus-kasus tersebut sangat jarang dihubungkan dengan perkembangan patologis, bakteriologis (kultur), radiologis atau spesialis lainnya (Sandra Wowiling et al., 2021).

4. Penyebab Tuberkulosis

Penyakit TB Paru menular lewat percikan air liur, dahak dan batuk dari penderita tuberkulosis yang tersebar dan terhirup oleh orang sehat saat bernafas ke dalam paru-paru melalui udara (nukleus droplet). Individu dengan TB Paru BTA positif yang tidak mendapatkan perawatan diperkirakan dapat menularkan 10-15 orang setiap tahunnya. Berbagai faktor risiko lain yang dapat memengaruhi penyebaran TB Paru. Ciri-ciri kependudukan seperti gender, usia, status gizi serta kondisi sosial-ekonomi adalah faktor host yang memengaruhi risiko terjadinya TB Paru.

Faktor-faktor lingkungan meliputi kepadatan, lantai, sirkulasi udara, pencahayaan, kadar kelembaban dan temperatur. Salah satu elemen lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap risiko terjadinya tuberkulosis paru adalah lingkungan rumah, karena rumah berhubungan dengan durasi kontak dan mutu paparan dengan pasien tuberkulosis. Interaksi yang sering terjadi (keluarga yang tinggal bersama) akan dua kali lebih berisiko dibandingkan dengan interaksi biasa (keluarga yang tidak tinggal bersama).

Penularan TB Paru berlangsung melalui udara, seperti udara di dalam ruangan tertutup yang pengap dan lembap. Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* sangat dipengaruhi oleh sanitasi lingkungan rumah; bakteri ini dapat bertahan hidup selama 1-2 jam sampai beberapa hari atau bahkan berminggu-minggu tergantung pada cahaya matahari, sirkulasi udara, kelembapan, suhu, jenis lantai dan jumlah penghuni rumah. Kuman tuberkulosis mampu bertahan beberapa jam di tempat yang gelap dan lembab (R. P. Sari, 2018).

B. Makanan Fungsional

1. Pengertian Makanan Fungsional

Makanan fungsional dijelaskan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) sebagai makanan yang secara alami atau setelah proses, mengandung satu atau lebih senyawa yang berdasarkan studi ilmiah dianggap memiliki manfaat fisiologis tertentu untuk kesehatan.

Mereka memiliki tampilan, warna, tekstur dan rasa yang dapat diterima oleh konsumen saat dikonsumsi layaknya makanan atau minuman. Di samping itu, tidak menimbulkan kontraindikasi atau efek samping yang mengganggu dosis yang direkomendasikan untuk metabolisme nutrisi lain. Makanan fungsional dapat diartikan sebagai makanan yang tidak hanya mengandung nutrisi dan rasa yang enak, tetapi juga bermanfaat untuk kesehatan serta tampilan fisik dan mental seseorang.

Makanan fungsional tidak terdiri dari senyawa alami dalam bentuk tablet, kapsul atau bubuk, meskipun mengandung zat yang bermanfaat untuk kesehatan. Makanan fungsional berbeda dari suplemen dan obat berdasarkan penampilannya dan pengaruhnya terhadap kesehatan seseorang. Makanan fungsional hanya dapat mencegah penyakit apabila fungsi obatnya terhadap penyakit bersifat penyembuhan. Hewani dan nabati yang dihasilkan dari makanan serta minuman bisa dikategorikan sebagai pangan fungsional (Yuniastuti, 2014).

2. Komponen Bioaktif Makanan Fungsional

Makanan fungsional mengandung zat bioaktif, yang mampu mengobati berbagai penyakit, seperti serat pangan, probiotik (prebiotik dan sinbiotik), antioksidan, asam lemak (omega 3, omega 6, dan omega 9) serta senyawa fitokimia. Secara umum, terdapat lima kategori makanan fungsional utama, yaitu:

- a. Makanan yang nilai gizi utamanya dikurangi atau ditingkatkan, seperti sereal yang ditambahkan vitamin, minuman yang difortifikasi dengan vitamin antioksidan dan produk susu yang dikurangi kadar lemaknya.
- b. Produk yang secara alami tidak memiliki nutrisi tertentu dan kemudian ditambahkan, seperti margarin yang diperkaya asam folat, serat dalam jus buah dan camilan yang mengandung stanol untuk menurunkan penyerapan kolesterol.
- c. Produk yang terbuat dari susu yang difermentasi dengan probiotik yang dipilih karena kemampuannya dalam mendukung pencernaan

dan mencegah infeksi; untuk mendukung pertumbuhan bakteri, beberapa produk telah ditambahkan oligosakarida.

- d. Produk yang dibuat spesifik untuk tujuan tertentu, contohnya minuman bagi atlet atau sereal yang dirancang khusus untuk melepaskan karbohidrat dan menghasilkan energi dalam waktu yang lama.
- e. Makanan yang mengandung bahan-bahan herbal yang mendukung penyelesaian berbagai masalah kesehatan (Abbas, 2020).

C. Nugget

1. Pengertian Nugget

Nugget merupakan produk yang terbuat dari daging ayam atau ikan yang telah digiling dan dicampur dengan bumbu seperti bawang putih, garam, merica, serta rempah-rempah lainnya, lalu dibentuk menjadi potongan persegi dan dilapisi dengan adonan tepung sebagai pengikat dan tepung roti. Selanjutnya bisa digoreng atau disimpan terlebih dahulu dalam freezer atau ruang pendingin sebelum digoreng (Nasrullah & Saputra, 2019).

Nugget adalah salah satu jenis produk makanan beku yang siap disajikan, yaitu produk yang telah dipanaskan hingga setengah matang (precooked) dan kemudian dibekukan. Produk beku ini hanya memerlukan waktu penggorengan 1 menit pada suhu 150°C. Nugget dipilih karena pengolahannya yang sederhana. Proses untuk membuat nugget terdiri dari lima tahapan: penggilingan (untuk mencampur bumbu, es, dan bahan lainnya), pencetakan, pelapisan dengan adonan tepung dan tepung roti, penggorengan awal (frefrying) serta pembekuan. Metode pengukusan yang diterapkan dalam pembuatan nugget dapat menjaga kandungan gizi pada daging, terutama gizi yang mudah larut dalam air. Agar kandungan gizi nugget tetap terjamin (Cahyadi, 2019).

2. Syarat Mutu Nugget Ikan

Tabel 1 Mutu Dan Keamanan Nugget Ikan

Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
a. Sensoris		Min 7 (Skor 3-9)
b. Kimia		
- Kadar air	%	Maks 60,0
- Kadar abu	%	Maks 2,5
- Kadar protein	%	Min 5,0
- Kadar lemak	%	Maks 15,0
c. Cemarkan mikroba		
- ALT	koloni/g	Maks 5×10^4
- Escherichia coli	APM/g	<3
- Salmonella	-	Negatif/25 g Negatif/25 g
- Vibrio cholerae*	-	Maks 1×10^2
- Staphylococcus aureus*	koloni/g	
d. Cemarkan Logam*		
- Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks
- Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks
- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks
- Arsen (As)	mg/kg	Maks
- Timah (Sn)	mg/kg	Maks
e. Cemarkan fisik	-	0

CATATAN* Bila diperlukan

Sumber : Badan Standardisasi Nasional, 2013 (SNI 7758:2013)

3. Resep Pembuatan Nugget

Bahan :

- 100 gr ikan gabus
- 25 gr tepung kacang merah
- 7,5 gr tepung tapioka
- 2,5 gr bawang putih
- 1 butir telur
- 1,87 gr garam
- 0,4 gr merica
- 1,25 gr gula

Prosedur pembuatan:

1. Ikan dibersihkan dengan air sampai bersih.
2. Filet Ikan lalu dipotong kecil-kecil menggunakan pisau yang runcing.
3. Ikan digiling menggunakan blender.
4. Gabungkan daging ikan dengan bumbu yang telah dihaluskan bersama telur, bawang putih, merica, garam, gula dan tepung tapioka. Selanjutnya masukkan tepung kacang merah. Aduk dan uleni hingga semuanya tercampur merata.
5. Siapkan loyang, lalu oleskan margarin secara merata di permukaannya, masukkan adonan nugget dan ratakan.
6. Kukus adonan selama 15 menit atau hingga adonan nugget menjadi keras di dalam dandang. Setelah adonan nugget mengeras, keluarkan dari dandang.
7. Biarkan adonan nugget mendingin selama 10 menit. Iris adonan nugget menjadi bentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 5 cm dan lebar 2 cm.
8. Rendam adonan nugget ke dalam kocokan telur dan baluri dengan tepung panir sampai seluruh bagian tertutup tepung.
9. Panaskan minyak dalam wajan sampai temperaturnya mencapai 180.
10. Goreng nugget dengan api sedang hingga masak merata dan berwarna coklat. Angkat, biarkan dingin (Anggraini & Andriani, 2020).

D. Ikan Belanak**1. Pengertian Ikan Belanak**

Ikan belanak atau Mugil cephalus adalah salah satu jenis ikan laut yang hidup di kawasan muara. Muara, sungai yang berada di Teluk Banten merupakan salah satu lokasi tempat tinggalnya. Perairan muara sudah lama dikenal sebagai lokasi pemijahan, asuhan dan perlindungan bagi biota laut yang bernilai ekonomi seperti ikan dan udang, baik dalam tahap dewasa maupun larva. Ikan belanak dapat beradaptasi dengan berbagai jenis pakan yang ada di sekitarnya dan sangat tahan terhadap salinitas

serta suhu. Sebagai akibatnya, ikan belanak sering dijumpai di perairan pesisir, perairan berkadar garam rendah, hingga sungai-sungai yang berada di wilayah tropis dan subtropis (Alifa et al., 2019).



Gambar 1 Ikan Belanak

2. Kandungan Gizi Ikan Belanak

Tabel 2 Kandungan Zat Gizi Ikan Belanak (100 gr)

Kandungan Zat Gizi	Jumlah
Kalori (kal)	83,9
Protein (g)	14,8
Lemak (g)	2,3
Vitamin A (mcg)	12
Vitamin B1 (mg)	0,2
Vitamin B2 (mg)	0,1
Vitamin B6 (mg)	0,1
Sodium (mg)	40
Potassium (mg)	335
Kalsium (mg)	9
Magnesium (mg)	22
Phosphorus (mg)	243
Iron (mg)	0,3
Zinc (mg)	0,5

Sumber: Hasil olahan Nutri Survey, 2024

3. Syarat Mutu Ikan

Tabel 3 Mutu Dan Keamanan Ikan

Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
a. Organoleptik	-	Min. 7 (Skor 1 – 9)
b. Cemarkan mikroba*		
- ALT	koloni/g	$5,0 \times 10^5$
- Escherichia coli	APM/g	< 3
- Salmonella	-	Negatif/25 g
- Vibrio cholera	-	Negatif/25 g
- Vibrio parahaemolyticus	APM/g	< 3
c. Cemarkan Logam*		
- Arsen (As)	mg/kg	Maks. 1,0
- Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,1
	mg/kg	Maks. 0,5 **
- Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,5
	mg/kg	Maks. 1,0 **
- Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0
	mg/kg	Maks. 0,3
- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,4 **
d. Kimia*		
- Histamin***	Mg/kg	Maks. 100
e. Residu Kimia*		
- Kloramfenikol****	-	Tidak boleh ada
- Malachite green dan leucomalachite green****	-	Tidak boleh ada
- Nitrofurantoin (SEM, AHD, AOZ, AMOZ)****	-	Tidak boleh ada
f. Racun Hayati*		
- Ciguatera*****	-	Tidak terdeteksi
g. Parasit*	-	Tidak boleh ada

CATATAN * Bila diperlukan

** untuk ikan predator

*** untuk ikan scombroidea (scombroid), clupeidae, pomatomidae, coryphaenidae

**** untuk ikan hasil budidaya

***** untuk ikan karang

Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2006 (SNI 01-4872.1-2006)

E. Formula Tempe

1. Pengertian Formula Tempe

Salah satu metode untuk memperpanjang masa simpan tempe adalah dengan mengolahnya menjadi tepung, yang dikenal dengan formula tempe. Keuntungan dari pembuatan tepung ini meliputi kemudahan untuk dicampurkan dengan tepung lainnya guna meningkatkan kandungan gizi serta kemudahan dalam penyimpanan dan pengolahan menjadi makanan yang cepat disajikan. Formula tempe merupakan produk hasil olahan tempe yang telah digiling dan diayak untuk menghasilkan butiran yang sangat lembut. Kondisi yang sempurna untuk formula tempe adalah partikel yang sangat halus, berwarna coklat muda, memiliki aroma khas tempe dan bebas dari jamur. Formula tempe mengandung protein tinggi, yang mendukung pembentukan jaringan baru, mempertahankan jaringan yang ada dan memperbaiki kekurangan gizi. Protein juga berperan dalam mengendalikan berbagai proses tubuh, baik secara langsung maupun tidak langsung dan digunakan sebagai sumber energi jika karbohidrat dan lemak tidak mencukupi kebutuhan energi tubuh. Protein berperan dalam mempertahankan keseimbangan cairan di dalam pembuluh darah dan jaringan (Ayu et al., 2022).



Gambar 2 Formula tempe

2. Kandungan Gizi Formula Tempe

Tabel 4 Nilai Gizi Formula tempe

Kandungan Gizi	Jumlah (%)
Protein	46
Lemak	24,7
Total Karbohidrat	19,3
Serat	2.5
Kadar air	2,3
Kadar abu	7,7

Sumber: Bastian dkk, 2013

3. Pembuatan Formula Tempe

Bahan

- 150 gr tempe
- 60 gr tepung terigu
- 40 gr gula halus
- 5 gr minyak
- 2 gr garam
- 2,5 gr baking powder
- 1 gr ovalet

Prosedur Pembuatan

- Gula halus dan tepung terigu diayak, dicampur garam, kemudian diaduk hingga merata.
- Tempe dicincang halus, dimasak dalam air mendidih sekitar 10 menit, lalu ditiriskan.
- Setelah direbus, tempe yang sudah ditiriskan dihaluskan dan dicampurkan dengan adonan tepung terigu dan gula.
- Adonan gula dan tepung terigu untuk tempe dicampurkan dengan baking powder dan ovalet. Diaduk hingga terbentuk adonan.
- Siapkan loyang dan oleskan minyak.
- Selanjutnya, rapikan adonan pada loyang yang telah diolesi minyak, dengan ketebalan 1 cm.
- Setelah adonan diloyang, dibagi menjadi 9 bagian/kotak.

- Panggang di oven hingga matang.
- Dikeringkan dalam pengering kabinet, suhu 60°C.
- Menggiling menjadi bubuk formula tempe
- Digiling menjadi tepung tempe (formula tempe) (Rumida et al., 2023).

F. Leukosit

1. Pengertian Leukosit

Salah satu tipe sel darah putih yang memiliki inti adalah leukosit. Ada dua kategori utama leukosit, yaitu granular dan agranular. Jumlah leukosit pada orang dewasa biasanya berkisar antara 4.000 hingga 11.000 sel per mikroliter darah (sel/ μ L darah) dalam keadaan normal. Leukosit granula mengandung granula spesifik di dalam sitoplasmanya dan memiliki inti yang berbentuk bulat atau seperti ginjal. Leukosit agranular memiliki sitoplasma homogen dan inti yang menunjukkan berbagai bentuk.

Kandungan leukosit sekitar 0,25% dan berperan dalam melindungi sistem kekebalan tubuh dari virus serta bakteri yang berusaha masuk ke dalamnya. Dua tipe sel darah putih adalah granulosit (yang mengandung granula protein) dan agranulosit (yang tidak memiliki granula protein). Agranulosit terdiri dari limfosit dan monosit, sementara granulosit terdiri dari basofil, neutrofil dan eosinofil. Leukosit berfungsi melindungi sel-sel, memiliki satu inti sel dan memiliki bentuk yang tidak tetap. Dalam sirkulasi darah, usia leukosit adalah 14-15 hari. Leukosit bergranula (granulosit) dan leukosit tidak bergranula (agranulosit) dibedakan berdasarkan adanya granula di sitoplasma.

Leukosit bergranula meliputi eosinofil (2-4%), basofil (0,5-1%) dan neutrofil (60-70%). Leukosit non-granular meliputi limfosit (20-25%) dan monosit (3-8%). Neutrofil dan monosit menjaga tubuh dari zat asing yang memasuki tubuh dengan cara melakukan endositosis. Saat tubuh terinfeksi cacing parasit, akan muncul peningkatan jumlah eosinofil. Limfosit menghasilkan antibodi dan basofil menghasilkan sel mast dalam respon alergi. Jumlah leukosit dalam tubuh dapat mencapai 30.000 bila terjadi infeksi. Jumlah leukosit yang di bawah normal disebut leukopenia,

sedangkan jumlah leukosit yang melebihi normal disebut leukositosis. Kasus kanker darah (leukimia) adalah keadaan di mana jumlah leukosit melebihi batas normal, sehingga mengakibatkan fagositosis sel darah merah oleh sel darah putih (Wonohadidjojo, 2021).

2. Pemeriksaan Leukosit

Pemeriksaan leukosit dilakukan dua kali, yaitu pada hari pertama sebelum dan hari ke-16 setelah pemberian nugget Bellforte selama 15 hari.

G. Pengaruh Pemberian Nugget Bellforte Terhadap Kadar Leukosit

Ikan belanak (*Mugil cephalus*) adalah bahan utama dalam nugget Bellforte. Ikan ini kaya akan protein, asam lemak omega-3, vitamin B kompleks serta mineral seperti selenium dan fosfor. Protein dari ikan belanak mengandung asam amino esensial yang diperlukan untuk melakukan fungsi dan pembentukan leukosit. Omega-3, khususnya EPA dan DHA, memiliki karakteristik anti-inflamasi yang dapat memengaruhi produksi serta aktivitas leukosit (Ratnaningsih et al., 2022).

Tempe yang merupakan hasil fermentasi kedelai diformulasikan menjadi tepung atau formula, yang merupakan sumber protein nabati kaya akan isoflavon. Isoflavon merupakan senyawa fitokimia yang memiliki karakteristik antioksidan dan imunomodulasi. Penelitian Rahmi Yulifianti tahun 2018 menunjukkan bahwa isoflavon dapat memengaruhi produksi serta fungsi berbagai tipe leukosit, termasuk sel T, sel B dan sel NK (natural killer). Tempe juga memiliki serat, vitamin B kompleks serta mineral seperti zat besi dan seng yang berfungsi dalam sistem imun tubuh (Yulifianti et al., 2018).

Kombinasi ikan belanak dengan formula tempe yang diolah menjadi nugget Bellforte ini berpotensi memberikan khasiat kesehatan, terutama bagi sistem imun tubuh. Protein hewani dari ikan belanak memiliki ketersediaan hayati yang baik dan profil asam amino yang lengkap, sedangkan protein nabati dari tempe memberikan serat serta senyawa

fitokimia. Interaksi antara kedua sumber protein ini dapat menghasilkan efek sinergis pada sistem imun, termasuk dampaknya terhadap leukosit.

Keterkaitan antara konsumsi nugget Bellforte dan kadar leukosit dapat dipahami melalui sejumlah mekanisme. Pertama, asam amino yang berasal dari protein ikan dan tempe berfungsi sebagai sumber untuk pembuatan leukosit baru. Kedua, asam lemak omega-3 yang terdapat dalam ikan belanak dapat memengaruhi sintesis sitokin dan mediator inflamasi yang mengatur fungsi leukosit. Ketiga, isoflavon yang terdapat dalam tempe mampu memodulasi aktivitas sel-sel imun, termasuk leukosit.

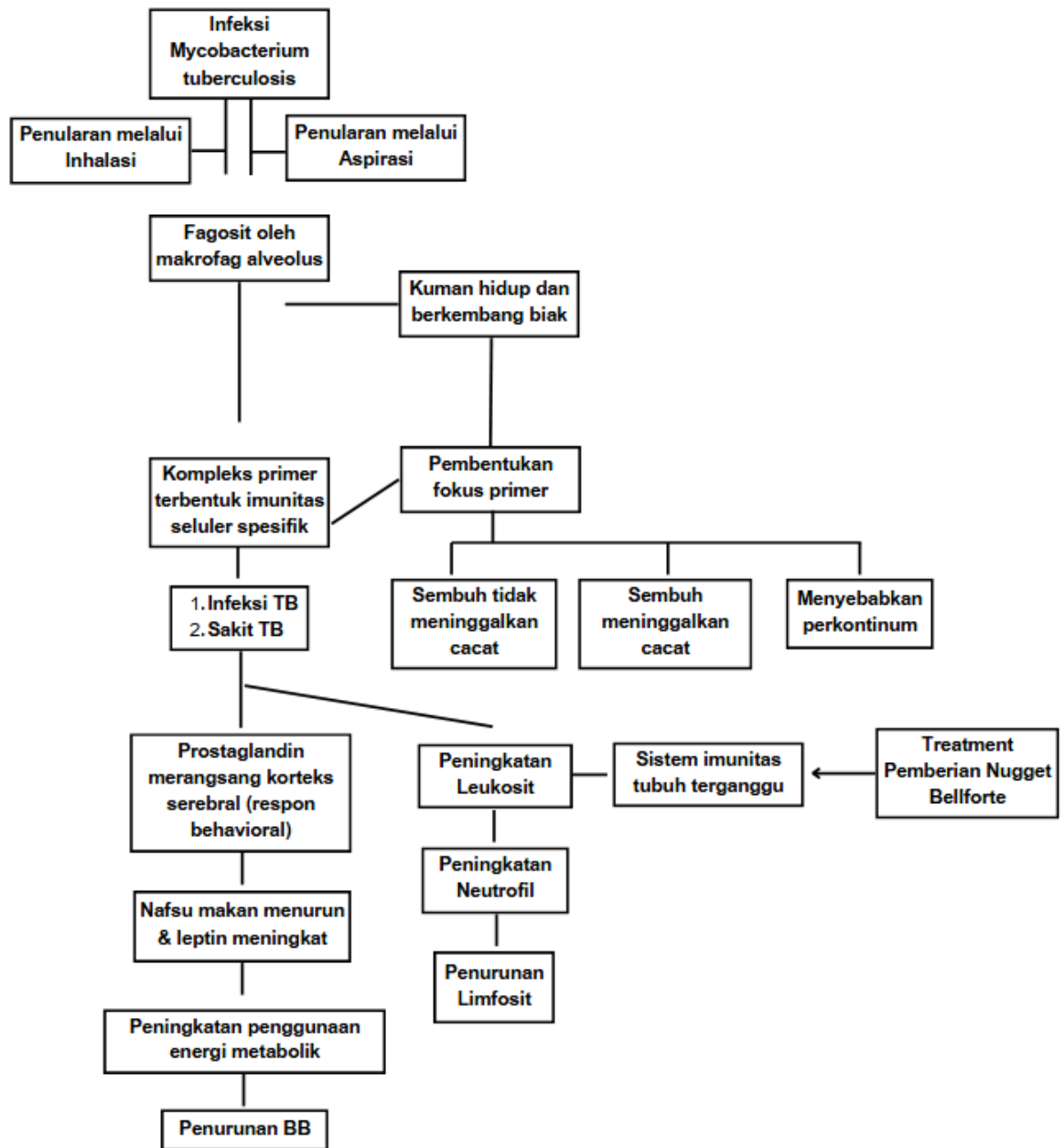
Studi mengenai dampak konsumsi ikan pada sistem imun mengindikasikan bahwa asam lemak omega-3 dapat meningkatkan aktivitas fagositosis sel-sel leukosit, terutama neutrofil dan makrofag. Selain itu, omega-3 juga berperan dalam memengaruhi produksi antibodi oleh sel B dan mengatur aktivitas sel T. Ini menjadikan komponen yang ada dalam nugget Bellforte yang berasal dari ikan belanak berpotensi untuk meningkatkan fungsi leukosit secara keseluruhan (Meyllianawaty et al., 2021).

Tuberkulosis paru adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Sistem imun, khususnya leukosit, berperan penting dalam perlindungan terhadap infeksi TB Paru. Leukosit yang berfungsi secara optimal dapat meningkatkan daya tahan tubuh dalam melawan bakteri TB Paru dan mencegah perkembangan penyakit. Nugget Bellforte dengan kandungan gizinya yang melimpah memiliki potensi untuk mendukung fungsi leukosit secara maksimal, berkontribusi pada pencegahan dan penanganan TB Paru. Protein berkualitas tinggi dari ikan belanak dan tempe memberikan asam amino esensial yang dibutuhkan untuk produksi dan fungsi leukosit yang optimal.

Asam lemak omega-3 yang berasal dari ikan belanak memiliki karakteristik anti-inflamasi yang dapat mendukung keseimbangan respon imun terhadap infeksi TB Paru. Omega-3 mampu mengatur produksi sitokin pro-inflamasi, yang penting untuk mengendalikan inflamasi berlebihan yang sering terjadi pada TB Paru. Isoflavon yang terdapat pada tempe dalam

nugget ini memiliki kemampuan imunomodulator yang mampu meningkatkan aktivitas sel T dan sel NK. Sel-sel ini sangat krusial dalam reaksi imun terhadap pasien TB Paru, karena mereka berfungsi untuk mengenali dan menghancurkan sel-sel yang terinfeksi oleh bakteri TB Paru. Seng dan selenium, yang bisa ditemukan di ikan belanak serta tempe, merupakan mineral vital untuk kinerja sistem imun. Kekurangan seng dan selenium telah dihubungkan dengan meningkatnya kerentanan pada penderita TB Paru. Konsumsi nugget ini dapat membantu menyediakan kebutuhan mineral tersebut dan mendukung respons imun yang baik pada penderita TB Paru (Amalia et al., 2018).

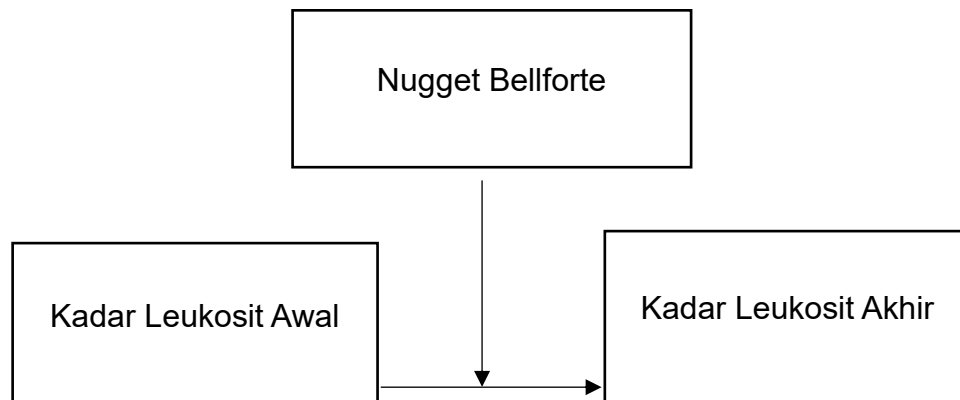
H. Kerangka Teori



Gambar 3 Kerangka Teori

Sumber : Suhariani, 2019; Montiel, 2014; Zaini 2018

I. Kerangka Konsep



Gambar 4 Kerangka Konsep

Leukosit merupakan salah satu pemeriksaan biokimia yang dapat menunjukkan tingkat keparahan seorang Penderita TB Paru. Dalam meningkatkan kadar leukosit dalam darah dapat diberikan makanan yang tinggi energi dan protein, dalam hal ini diberikan treatment nugget Belforte selama 15 hari berturut-turut dan dilakukan uji beda kadar leukosit sebelum dan sesudah pemberian treatment.

J. Definisi Operasional

Tabel 5 Definisi Operasional

No	Variabel	Defenisi Operasional	Skala
1	Nugget Bellforte	Makanan olahan yang telah melalui proses pemanggangan yang terbuat dari bahan dasar ikan belanak dan formula tempe, dimulai dengan persiapan bahan, dimana ikan belanak disiangi, dicuci, dimarinasi, dipresto dan dihaluskan. Selanjutnya, adonan dicampur dengan formula tempe, tepung dan bumbu hingga homogen, lalu dibentuk, dikukus, kemudian didinginkan sebelum melalui tahap pelapisan dengan tepung terigu dan tepung roti. Setelah itu, nugget dipanggang lalu dikemas. Nugget diberikan secara <i>door to door</i> (rumah ke rumah) oleh peneliti maupun enumerator sebanyak 2 keping/hari masing-masing seberat 50 gram, selama 15 hari pada jam 09.00-11.30 WIB.	Treatment Nugget Bellforte :gr Skala : ordinal
2	Leukosit	Pemeriksaan darah terhadap penderita TB Paru di Puskesmas Lubuk Pakam dilakukan oleh 2 analis kesehatan sebanyak 2 kali yaitu hari pertama sebelum dan hari ke-16 setelah diberikan nugget Bellforte selama 15 hari dengan cara mengambil darah pada sampel menggunakan spuit 2,5 cc, sebanyak 2 cc yang diambil dari nadi pada lengan sebelah kiri. Untuk menghindari proses pembekuan darah, darah akan ditampung pada tabung yang telah berisi larutan EDTA. Darah dibawa dan diperiksa ke laboratorium Prima Medan. Pembacaan hasil dengan metode <i>Cyanmethemoglobin</i> dibaca dengan menggunakan alat Spectofotometry.	Kadar Leukosit: gr/dl Skala : ratio

K. Hipotesis

Ho = Tidak ada pengaruh pemberian nugget Belforte terhadap kadar leukosit pada penderita TB Paru di wilayah kerja Puskesmas Lubuk Pakam Deli Serdang.

Ha = Ada pengaruh pemberian nugget Belforte terhadap kadar leukosit pada penderita TB Paru di wilayah kerja Puskesmas Lubuk Pakam Deli Serdang