

BAB II

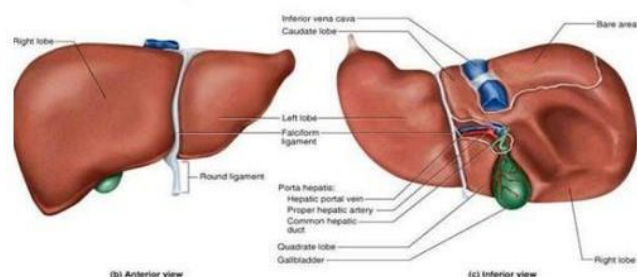
LANDASAN TEORI

1.1. Tinjauan Pustaka

1. Hati

1.1 Anatomi Fisiologi

Hati adalah organ kelenjar terbesar di dalam tubuh dengan berat kira-kira 1200-1500 gram. Hati terletak di abdomen kuadrat kanan atas menyatu dengan saluran bilier dan kandung empedu. Hati mampu menerima pendarahan dari sirkulasi sistemik melalui arteri hepatica dan menampung aliran darah dari sistem porta yang mengandung zat makanan yang diabsorpsi usus. Secara mikroskopis, hati tersusun oleh banyak lobulus dengan struktur serupa yang terdiri dari hepatosit, saluran sinusoid yang dikelilingi oleh endotel vaskuler dan sel kupffer yang merupakan bagian dari sistem retikuloendotelial (Kinberg & Lusman, 2018).



Gambar 1. Anatomi Hati (Setiawan, 2022)

Hati memiliki tekstur yang lunak dan lentur, yang terletak pada bagian atas cavitas abdominalis tepat di bawah diaphragma. Hati terletak di profunda arcus costalis dextra dan hemidiaphragma dextra memisahkan hepar dari pleura, pulmo, pericardium, dan cor. Hati juga tersusun atas lobuli hepatis, vena centralis pada masing-masing lobulus bermuara ke *venae hepaticae*, ruangan antara lobulus-lobulus terdapat canalis hepatis yang berisi cabang-cabang arteria hepatica, vena hepatis, dan sebuah cabang ductus choledoctus (trias hepatis). Darah arteria dan vena berjalan di antara sel-sel hepar melalui sinusoid dan dialirkan ke vena centralis (Amalinda et al., 2017).

1.2 Fungsi Hati

Hati mempunyai peranan yang sangat penting di dalam tubuh dalam pembentukan metabolisme karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan juga memproduksi energi dan tenaga. Zat tersebut di atas dikirim melalui vena porta setelah diabsorpsi oleh usus. Monosakarida dari usus halus diubah menjadi glikogen dan disimpan dalam hati (glikogenesis) Untuk memenuhi kebutuhan tubuh, sebagian glukosa dimetabolisme dalam jaringan untuk menghasilkan panas atau tenaga (energi) dan sisanya diubah menjadi glikogen, yang akan disimpan dalam otot atau menjadi lemak yang disimpan dalam jaringan subkutan. Hati juga mampu mensintesis glukosa dari protein dan lemak (glukoneogenesis).

Peran hati pada metabolisme protein untuk hidup. Protein plasma, kecuali globulin gamma, disintesis oleh hati. Protein ini adalah albumin yang diperkukan untuk mempertahankan tekanan osmotik koloid, fibrinogen dan faktor-faktor pembekuan yang lain juga centralis (Amalinda et al., 2017).

1.3 Metabolisme Hati

a. Metabolisme Karbohidrat

Metabolisme Karbohidrat Fungsi hati dalam metabolisme karbohidrat adalah menyimpan glikogen dalam jumlah besar, mengkonversi galaktosa dan fruktosa menjadi glukosa, glukoneogenesis, dan membentuk banyak senyawa kimia yang penting dari hasil perantara metabolisme karbohidrat.

b. Metabolisme lemak

Fungsi hati yang berkaitan dengan metabolisme lemak, antara lain: mengoksidasi asam lemak untuk menyuplai energi bagi fungsi tubuh yang lain, membentuk banyak senyawa kimia yang penting dari hasil perantara metabolisme karbohidrat.

c. Metabolisme protein

Fungsi hati dalam metabolisme protein adalah deaminasi asam amino, pembentukan ureum untuk mengeluarkan amonia dari cairan tubuh, pembentukan protein plasma, dan interkonversi beragam asam aminodan membentuk senyawa lain dari asam amino (Amalinda et al., 2017).

1.2. Definisi Albumin

Albumin merupakan komponen protein, membentuk lebih dari separuh protein plasma. Albumin disintesis oleh hati, dapat meningkatkan tekanan osmotik (tekanan onkotik), yang memiliki peranan penting untuk mempertahankan cairan vaskuler. Penurunan albumin serum dapat menyebabkan cairan berpindah dari dalam pembuluh darah menuju jaringan sehingga terjadi odema (pembengkakan). Albumin merupakan protein plasma yang paling tinggi jumlahnya sekitar 60% membentuk jaringan sel baru (Alayya, 2019)

Kadar albumin mengalami penurunan secara bermakna pada penderita TBC. Penyebab penurunan kadar albumin serta protein total diduga disebabkan faktor gizi (terjadinya penurunan nafsu makan, malnutrisi, malabsorpsi) dan reaksi protein fase akut didapatkan lebih banyak pasien TBC yang memiliki kadar albumin $<3,5\text{g/dl}$. Hal ini disebabkan inflamasi kronis TBC yang menyebabkan penurunan produksi albumin dan peningkatan penghancuran albumin sehingga terjadi hipoalbuminemia. (Simbolon et al., 2016)

Hipoalbuminemia merupakan kondisi dimana kadar albumin menurun kadarnya hingga dibawah $3,5\text{ g/dL}$. Kondisi tersebut merupakan faktor resiko dan dapat digunakan sebagai parameter morbiditas dan mortalitas terlepas dari penyakit yang menyertainya. Salah satu indikator yang dapat digunakan untuk melihat keadaan malnutrisi adalah serum albumin. Albumin merupakan protein utama dalam plasma manusia dan membentuk sekitar 60% protein plasma total. Sekitar 40% albumin terdapat dalam plasma dan 60%

sisanya terdapat di ruang ekstrasel. Kadar serum albumin rendah merupakan prediktor penting dari morbiditas dan mortalitas. (Rusmini et al., 2019)

Kadar albumin yang rendah juga berkontribusi pada komplikasi-komplikasi yang terkait pada pasien TBC paru karena albumin merupakan komponen penting plasma darah dengan aktifitas antioksidannya terutama untuk mengikat asam lemak bebas. Pro- oksidan (radikal bebas) dapat menyerang membran sel yang mengakibatkan kerusakan jaringan pada pasien TBC. Konsentrasi albumin sebesar 3,4 g/dl setara dengan 0,5 mmol/L, berat molekul albumin plasma normal sekitar 70.000. Hati yang masih normal membentuk sekitar 12 gr albumin setiap hari, mempertahankan kandungan tubuh- total sekitar 500 gr. Albumin memiliki waktu paruh 14 sampai 20 hari (Alayya, 2019).

1.3. Peran Albumin

- a. Albumin mempertahankan tekanan osmotik plasma Albumin yang dapat mencegah perkembangan edema dengan memberikan keseimbangan antara hidrostatik dan tekanan osmotik koloid (memelihara tekanan 70-80% tekanan osmotik plasma).
- b. Albumin sebagai alat pengikat dan transport Albumin dapat mengikat mengikat serta mengangkut beberapa zat dan hormon yang berbeda, seperti tiroid dan hormon yang larut lemak. Serta dapat mengangkut asam lemak rantai panjang ke hati, bilirubin tak terkonjugasi, dan ion (ion kalsium).
- c. Fungsi asam basa Albumin dapat menjaga keseimbangan asam basa karena banyak memiliki anoda bermuatan positif. Sebagai penyangga plasma

albumin berperan dalam mempertahankan tingkat pH fisiologis (ekstrasel dan intrasel) dan mencegah fotodegradasi asam folat.

- d. Antioksidan dan Antikoagulan Albumin memiliki sifat antioksidan yang terlibat dalam mendeteksi radikal bebas yang mempengaruhi dalam patogenesis inflamasi penyakit.

Albumin memiliki efek antikoagulan dalam kapasitas kecil melalui banyak gugus bermuatan negatif yang dapat mengikat gugus bermuatan positif pada antitrombin III (heparin like effect) (Adolph, 2016).

1.4. Indikasi Pemberian Albumin

Indikasi Pemberian Albumin Albumin banyak digunakan dalam berbagai macam pengobatan dikarenakan albumin merupakan protein utama dalam plasma manusia, berikut beberapa contoh indikasi pemberian albumin.

Indikasi Umum :

- a. Perbaikan tekanan onkotik
- b. Perbaikan kadar serum albumin
- c. Redistribusi cairan
- d. Pengobatan malaria falciparum disertai asidosis
- e. Pengganti cairan intravascular
- f. Asidosis metabolic

Indikasi Spesifik :

- a. Penderita stroke dengan albumin $< 3,5$ g/dL
- b. Preeklamsi/eklamsi dengan kadar albumin < 2 g/dL
- c. Pankreatitis akut

- d. Asites setelah paracentesis
- e. Sindroma nefrotik dengan edema paru atau edema perifer
- f. Kehilangan protein (karena enteropati/nefropati)
- g. Untuk mengganti cairan pada anak
- h. Luka bakar

1.5. AST (*Aspartate aminotransferase*)

1.6. Definisi SGOT

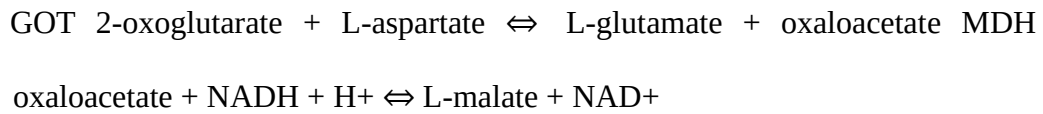
AST merupakan enzim yang dijumpai dalam otot jantung dan hati, sementara tambahan dalam konsentrasi sedang dijumpai pada otot rangka, ginjal dan pankreas. Konsentrasi rendah dijumpai dalam darah, kecuali apabila terjadi cedera seluler, kemudian dalam jumlah banyak dilepaskan ke dalam sirkulasi. Nilai normal AST adalah 0 - 38 U/L. Kadar AST menunjukkan peningkatan dapat ditemukan setelah terjadi infark miokardium akut dan kerusakan hati. Kadar AST akan kembali normal dalam 4 sampai 6 hari, apabila tidak terjadi infark (Adolph, 2016).

Kelainan fungsi hati terjadi apabila nilai AST lebih besar dari 2 sampai 3 kali batas nilai normal. Penyakit hati akan menyebabkan kadar serum meningkat 10 kali atau lebih dalam waktu yang lama.(JASMINE, 2014)

1.7. Prinsip Pemeriksaan AST

Metode kinetik untuk penentuan aktivitas AST sesuai dengan rekomendasi IFCC (*International Federation of Clinical Chemistry*)

Reaksi pemeriksaan AST :



1.8. ALT (*Aspartate Alanin Transaminase*)

Aspartate Alanin Transaminase adalah enzim yang spesifik untuk pemeriksaan hati. ALT memberikan hasil yang tepat terhadap adanya peningkatan penyakit hepatobilier di hati. Nilai normal ALT adalah 0 – 41 U/L/

Peningkatan ALT juga berhubungan dengan kerusakan jantung, otot skeletal dan liver parenkim. ALT secara normal ditemukan di dalam hati dengan kadar yang rendah, tetapi ketika terdapat kerusakan atau penyakit hati maka kadar ALT meningkat.

Enzim ALT banyak disebabkan oleh indikasi kerusakan hati. Pemeriksaan ALT dilakukan untuk identifikasi penyakit hati, terutama sirosis dan hepatitis yang disebabkan oleh alkohol, narkoba dan virus dengan peningkatan kadar mencapai 200 sampai 4000 U/L (Adolph, 2016).

1.9. Prinsip pemeriksaan ALT

Metode kinetik untuk penentuan aktivitas ALT sesuai dengan rekomendasi IFCC (*International Federation of Clinical Chemistry*)

Aspartate Alanin Transaminase (ALT) mengkatalis transaminasi dari L – alanine dan a – kataglutarate membentuk l – glutamate dan pyruvate, pyruvate yang terbentuk di reduksi menjadi laktat oleh enzim laktat dehidrogenase (LDH) dan nicotinamide adenine dinucleotide (NADH) teroksidasi menjadi NAD. Banyaknya NADH yang teroksidasi hasil penurunan serapan (absorbance

) berbanding langsung dengan aktivitas ALT dan diukur secara fotometrik dengan panjang gelombang 340 nm.

1.10. Pengukuran Aktivitas Enzim

Enzim transaminase meliputi enzim ALT dan AST. Pengukuran aktivitas AST dan ALT dapat menunjukkan adanya kelainan sel hati tertentu, meskipun bukan merupakan uji fungsi hati sebenarnya pengukuran aktivitas enzim ini tetap diakui sebagai uji fungsi hati. 2-4 Enzim ALT terdapat pada sel hati, jantung, otot dan ginjal. Porsi terbesar ditemukan pada sel hati yang terletak di sitoplasma sel hati. AST terdapat di dalam sel jantung, hati, otot rangka, ginjal, otak, pankreas, limpa dan paru. Kadar tertinggi terdapat di dalam sel jantung. AST 30% terdapat di dalam sitoplasma sel hati dan 70% terdapat di dalam mitokondria sel hati. Tingginya kadar AST berhubungan langsung dengan jumlah kerusakan sel. Kerusakan sel akan diikuti peningkatan kadar AST dalam waktu 12 jam dan tetap bertahan dalam darah selama 5 hari. Peningkatan enzim ALT dan AST sampai 300 U/L tidak spesifik untuk kelainan hati saja, tetapi jika didapatkan peningkatan lebih dari 1000 U/L dapat dijumpai pada penyakit hati akibat virus, iskemik hati yang disebabkan hipotensi lama atau gagal jantung akut, dan kerusakan hati akibat obat atau zat toksin. Rasio De Ritis AST/ALT dapat digunakan untuk membantu melihat adanya kerusakan sel hati. Pada peradangan dan kerusakan awal (akut) hepatoseluler akan terjadi kebocoran membran sel sehingga isi sitoplasma keluar menyebabkan ALT meningkat lebih tinggi dibandingkan AST dengan rasio AST/ALT $<0,8$ yang menandakan kerusakan ringan. Pada peradangan dan kerusakan kronis atau berat maka kerusakan sel

hati mencapai mitokondria menyebabkan peningkatan kadar AST lebih tinggi dibandingkan ALT sehingga rasio $AST/ALT > 0,8$ yang menandakan kerusakan hati berat atau kronis (Kinberg & Lusman, 2018).

Peningkatan kadar AST - ALT selain dapat disebabkan oleh OAT bisa juga dipengaruhi oleh faktor lain. Sesuai fungsi hati dalam mendetoksifikasi zat kimia yang tidak berguna atau yang merugikan tubuh, faktor yang berpengaruh terhadap fungsi hati selain obat-obatan dapat disebabkan oleh penyakit hati dan konsumsi alkohol. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemeriksaan SGOT-SGPT bisa disebabkan oleh faktor pra analitik, analitik dan post analitik seperti aktifitas pasien saat diambil sampel, cara pengambilan, pengolahan dan penyimpanan sampel (Adolph, 2016).

Enzim aminotransferase yang paling sering dihubungkan dengan kerusakan sel hati adalah alanin aminotransferase (ALT) yang juga disebut serum glutamat piruvat transaminase (SGPT). Hati adalah satu - satunya sel dengan konsentrasi SGPT yang tinggi, sedangkan ginjal, otot jantung, dan otot rangka mengandung kadar SGPT sedang. SGPT dalam jumlah yang lebih sedikit ditemukan di pankreas, paru, limpa, dan eritrosit. Dengan demikian, SGPT memiliki spesifitas yang relatif tinggi untuk kerusakan hati. Apabila terjadi kerusakan sel, enzim akan banyak keluar ke ruang ekstra sel dan ke dalam aliran darah. Pengukuran konsentrasi enzim didalam darah dengan uji SGPT dapat memberikan informasi penting mengenai tingkat gangguan fungsi hati. Aktivitas SGPT di dalam hati dapat di deteksi meskipun pada jumlah yang sangat kecil (Kinberg & Lusman, 2018).

1.11. Tuberkulosis

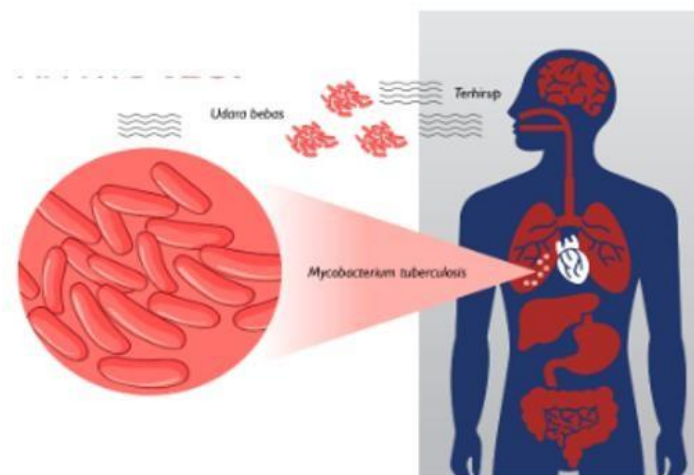
1.12. Definisi Tuberkulosis

Tuberkulosis (TBC) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri yang dikenal dengan nama *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini menyebar melalui udara. Pada saat pasien TBC batuk, bersin, atau meludah, maka bakteri TBC akan menyebar ke udara dan dapat dihirup oleh orang di sekitarnya (Pencegahan et al., 2025).

Adapun gejala TBC sebagai berikut :

- a. Gejala TBC pada orang Dewasa (≥ 15 tahun)
 - a) Batuk ≥ 2 minggu
 - b) Segala bentuk batuk (berdahak atau tidak berdahak) tanpa melihat durasi dan disertai gejala atau tanda tambahan lainnya.
 - c) Gejala tambahan/lainnya yaitu nafsu makan menurun, berat badan menurun, lemah, letih, lesu, berkeringat malam hari tanpa kegiatan fisik, demam meriang hilang timbul tanpa sebab, batuk darah, sesak nafas.
 - d) Setiap orang dewasa dengan gejala tersebut di atas, dianggap sebagai seorang terduga TBC, dan perlu dilakukan pemeriksaan dahak ke fasilitas kesehatan terdekat untuk pemeriksaan dahak.
- b. Gejala TBC pada anak (0-14 tahun)

- a) Batuk ≥ 2 minggu. Batuk seringkali bukan gejala utama TBC pada anak.
- b) Demam hilang timbul >2 minggu
- c) Berat badan turun/ tidak naik dalam 2 bulan
- d) Lesu/ malaise
- e) Terduga TBC pada anak bila ditemukan salah satu gejala diatas, segeradirujuk ke fasilitas kesehatan (Pencegahan et al., 2025).



Gambar 2. Penularan TBC (Pencegahan et al., 2025).

1.13. Morfologi *Mycobacterium tuberculosis*

Mycobacterium Tuberculosis merupakan bakteri aerob obligat, tidak memiliki endospore dan kapsul, tidak mempunyai motil, gram positif, termasuk bakteri tahan asam yang mempunyai ukuran $0,2 - 0,4 \times 2-10 \mu\text{m}$ yang tumbuh pada suhu 37°C dengan pertumbuhan yang lambat sekitar 2 – 60 hari. Genus ini

mempunyai karakteristik yang unik karena dinding sel nya kaya akan lipid dan mempunyai lapisan tebal peptidoglikan yang mengandung asam nikolat, arabinogalactan, dan lipoarabinomannan. *Mycobacterium Tuberculosis* bersifat tahan asam sehingga dikenal sebagai Basil Tahan Asam (BTA) (Astriany et al., 2018).

1.14. Taksonomi dari *Mycobacterium* ialah :

Kingdom : *Bacteria*

Filum : *Actinobacteria*

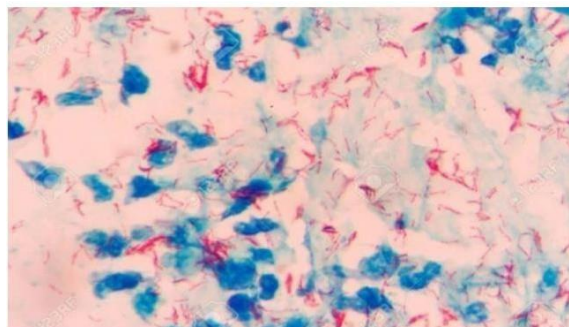
Ordo : *Actinomycetales*

Sub Ordo : *Corynebacterineae*

Famili : *Mycobacteriaceae*

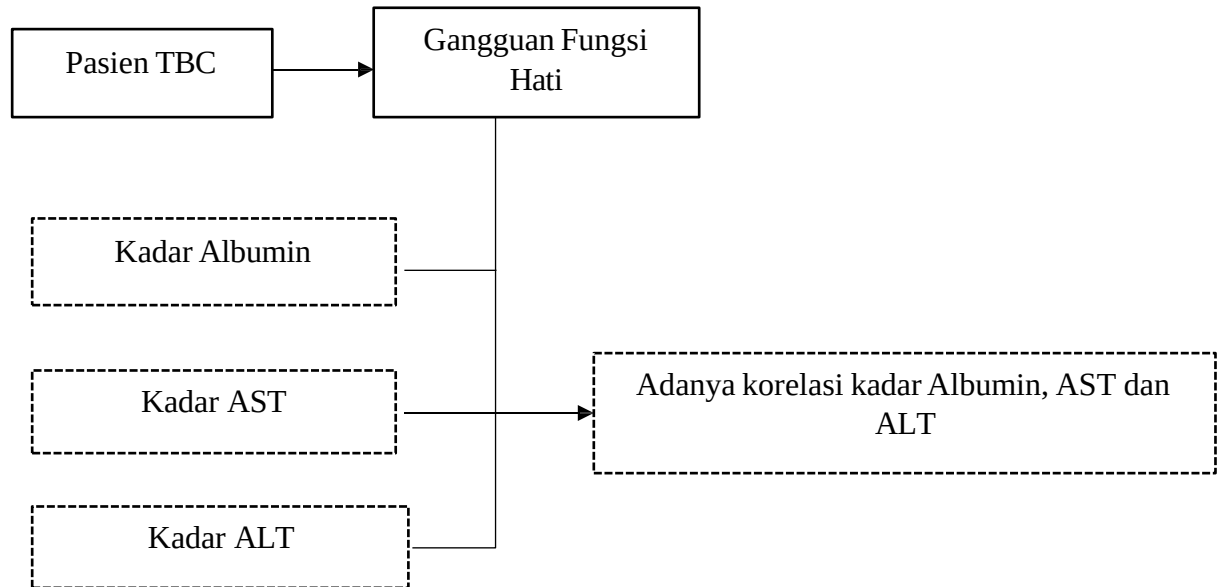
Genus : *Mycobacterium*

Spesies: *Mycobacterium tuberculosis* (Ratnasari, 2021).



Gambar 3. Bakteri *Mycobacterium Tuberculosis*

B. Kerangka Pemikiran



Keterangan :

————→ : Mempengaruhi

----- : Yang diteliti yang diamati

C. Hipotesis

H_0 : Tidak ada korelasi kadar Albumin, AST, dan ALT pada pasien TBC di
RSU Santa Maria Cilacap

H_1 : Ada korelasi kadar Albumin, AST, dan ALT pada pasien TBC di RSU
Santa Maria Cilacap