

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan tentang Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)

2.1.1 Morfologi Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)

Mengenai morfologi cacing tanah ini, Allah berfirman di dalam Al-Quran surat An-Nuur ayat 45 yang berbunyi:

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ بَطْنِهِ ۗ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ أَرْبَعٍ ۗ خَلَقَ اللَّهُ مَا يَشَاءُ ۗ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿٤٥﴾

Artinya: “Dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, Maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu.” (QS. An-Nuur: 45)

Ayat di atas menjelaskan agar manusia memperhatikan hewan yang bermacam-macam jenis dan bentuknya. Dia telah menciptakan semua jenis hewan tersebut dari air. Ternyata air menjadi pokok bagi kehidupan hewan dan sebagian besar dari unsur-unsur yang ada dalam tubuhnya, karena tanpa air tidak akan dapat bertahan hidup. Di antara hewan-hewan itu ada yang berjalan dengan perutny, berjalan dengan

dua kaki, dan ada pula yang berjalan dengan empat kaki. Allah menerangkan bahwa Dia menciptakan apa yang dikehendaki-Nya bukan saja hewan yang berkaki banyak tetapi mencakup semua hewan dengan berbagai macam bentuk.

Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) merupakan salah satu jenis hewan tingkat rendah yang tidak bertulang belakang (avertebrata), sehingga sering disebut binatang lunak. Jenis cacing ini berasal dari Eropa, sehingga sering dikenal dengan sebutan cacing Eropa atau cacing introduksi. Di Indonesia, cacing ini disebut juga dengan nama cacing Jayagiri (Rukmana, 1999). *Lumbricus rubellus* mempunyai tubuh terdiri atas ruas-ruas seperti cincin yang disebut dengan segmen, sehingga digolongkan dalam filum Annelida. Tubuhnya memiliki rongga (*coelum*) dan setiap segmen terdapat sedikit rambut keras (*setae*) sehingga termasuk dalam kelas Oligochaeta.

Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) diklasifikasikan oleh Hegner dan Engemann (1968), sebagai berikut:

Kingdom Anemalia

Phylum Annelida

Class Oligochaeta

Ordo Opisthopora

Family Lumbricidae

Genus *Lumbricus*Spesies *Lumbricus rubellus*

Gambar 2.1 Morfologi Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)
(Rukmana, 1999)

Menurut Rukmana (1999), *Lumbricus rubellus* memiliki bentuk tubuh gilig dengan bagian ventral pipih. Panjang tubuhnya antara 7,5-10 cm, dengan jumlah segmen 95-100 segmen. Warna tubuh bagian punggung (dorsal) coklat cerah sampai ungu kemerah-merahan, warna tubuh bagian ventral krem, dan bagian ekor kekuning-kuningan. Kliteliumnya berbentuk sadel dan menonjol, yang terletak pada segmen ke-27 sampai ke-32. Jumlah segmen pada klitelium antara 6-7 segmen. Lubang kelamin jantan terletak pada segmen ke-14 dan lubang kelamin betina pada segmen ke-13. Gerakannya kurang aktif (lamban) dan kadar air tubuhnya berkisar antara 70-78%.

2.1.2 Manfaat Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)

Secara alamiah cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) berguna dalam menyuburkan dan mempertahankan struktur tanah, jadi secara tidak langsung *Lumbricus rubellus* mempengaruhi peningkatan daya serap air pada tanah. Kelebihan lainnya yaitu mampu mereduksi limbah organik dua sampai lima kali lebih cepat dari pada organisme pembusuk lainnya. Di Indonesia kini pemanfaatan *Lumbricus rubellus* ditingkatkan dalam usaha pemenuhan pakan ternak dan dalam usaha pengobatan tradisional (Palungkun, 1999). Di negara lain, seperti Prancis, Amerika Serikat, dan Filipina, cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) merupakan bahan makanan yang dikonsumsi manusia.

Dalam hal ini dapat diketahui bahwa cacing tanah sangat bermanfaat, karena tanah yang subur dengan bantuan cacing, dapat ditanami berbagai tanaman yang berguna bagi kelangsungan hidup manusia dan menjadi tanda-tanda kebesaran Allah SWT.

Allah berfirman di dalam Al-Quran surat Al-A'raaf ayat 58 yang berbunyi:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ تَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا ۗ
كَذَلِكَ نُنصِرُكَ آلَايَاتٍ لِّقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya: "Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur." (QS. Al-A'raaf:58)

Pada ayat di atas dijelaskan bahwa tanah merupakan suatu benda alam yang tersusun dari padatan (bahan mineral dan bahan organik), cairan dan gas. Selain itu terdapat kehidupan biologis di dalamnya, dimana semut, cacing, hewan kecil lainnya bernaung. Keadaan tanah di muka bumi ini ada yang baik (subur), meskipun telah dicurahi hujan sediki, namunt dapat menumbuhkan berbagai macam tanaman. Ada pula yang tidak baik, meskipun telah dicurahi hujan yang lebat, namun tumbuh-tumbuhannya tetap hidup merana dan tidak dapat menghasilkan apa-apa. Hal ini merupakan tanda-tanda kekuasaanNya kepada kaum yang bersyukur. Orang yang bersyukur akan senantiasa memanfaatkan karunia yang Allah berikan dengan sebaik-baiknya.

2.1.3 Kandungan Senyawa Aktif pada Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)

Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dikonsumsi oleh manusia karena mengandung protein hewani mencapai 64-76% bahan kering (Palungun, 1999). *Lumbricus rubellus* sangat mudah dicerna dalam alat pencernaan manusia. Hampir semua protein yang terkandung dalam *Lumbricus rubellus* diserap oleh tubuh manusia, selain itu asam amino yang terkandung dalam *Lumbricus rubellus* mempunyai kualitas yang cukup baik. Komposisi *Lumbricus rubellus* terdiri atas 9 macam asam amino esensial dan 4 macam asam amino nonesensial. Selain itu, juga mengandung fosfor, kalsium, dan serat kasar. Tabel 2.1 menunjukkan komposisi kandungan gizi pada *Lumbricus rubellus*.

Tabel 2.1 Komposisi Kandungan Gizi pada Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)

| Zat Gizi | Komposisi (%) |
|--------------------------------|---------------|
| Protein | 64-76 |
| <u>Asam Amino Esensial</u> | |
| - Arginin | 4,13 |
| - Histidin | 1,56 |
| - Isoleusin | 2,58 |
| - Leusin | 4,84 |
| - Lisin | 4,33 |
| - Metionin | 2,18 |
| - Fenilalanin | 2,25 |
| - Treonin | 2,95 |
| - Valin | 3,01 |
| <u>Asam Amino Non Esensial</u> | |
| - Sistin | 2,29 |

| | |
|--------------|------|
| - Glisin | 2,92 |
| - Serin | 2,88 |
| - Tirosin | 1,36 |
| Lemak | 7-10 |
| Serat kasar | 1,08 |
| Fosfor (P) | 1,00 |
| Kalsium (Ca) | 0,55 |

Banyaknya asam amino yang terkandung dalam tubuh *Lumbricus rubellus* (Tabel 2.1), dapat dijadikan indikasi bahwa *Lumbricus rubellus* banyak mengandung enzim-enzim, zat antipurin, antipiretik, antidota, dan vitamin yang sangat berguna bagi kesehatan manusia. Dari berbagai penelitian, didapat bahwa *Lumbricus rubellus* mengandung enzim lumbrokinase (berkhasiat membantu mengatasi penyakit tekanan darah), peroksidase dan katalase (berkhasiat membantu mengatasi penyakit degeneratif seperti diabetes mellitus, kolesterol tinggi, dan reumatik), serta selulase dan lignase (membantu proses pencernaan makanan). Selain itu, *Lumbricus rubellus* juga mengandung asam arachidonat yang berkhasiat menurunkan panas tubuh yang disebabkan oleh infeksi (Palungkun, 1999). Menurut beberapa sumber, tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dapat mengobati penyakit tifus karena mengandung beberapa senyawa aktif, diantaranya enzim *lysozyme* (Engelmann, *et. al.*, 2005), agglutinin (Cooper, 1985), faktor litik (Valembos, *et. al.*, 1982 dan Lassegues, *et.*

al., 1989), dan lumbricin (Cho, *et. al.*, 1998 dan Engelmann, *et. al.*, 2005).

Sejak tahun 1990 di Amerika Serikat cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) telah dimanfaatkan sebagai penghambat pertumbuhan kanker. Kozak, *et. al.* (2000) menyebutkan bahwa dalam tepung cacing tanah dapat digunakan sebagai obat antipiretik (pengobatan demam), antipirin (obat pereda sakit kepala), juga terdapat zat penawar racun (antidot), namun belum ada identifikasi mengenai senyawa antidot tersebut.

2.1.4 Hukum Mengkonsumsi Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)

Mengenai hukum mengonsumsi cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dalam Islam masih merupakan persoalan yang menjadi ikhtilaf. Menurut Qardhawi (2003), mengenai konsumsi *Lumbricus rubellus* dalam konteks pengobatan bahwa situasi darurat membuat yang haram menjadi boleh (itupun jika *Lumbricus rubellus* dihukumi haram), karena ada beberapa pendapat mengenai hukum mengonsumsi cacing tanah.

Ada golongan yang membolehkan dengan alasan al-ashlu fil asy-yaai al-ibahah. Dalam kitab Ushul Fiqh Mabadi Awwaliyah karangan Abdul Hamid Hakim dijelaskan bahwa kaidah al-ashlu fil asy-yaai al-ibahah ini termasuk pada hukum hewan yang belum diketahui hukum memakannya halal atau haram. Selain itu pendapat

ini didasarkan atas rincian pengharaman pada Al-Quran surat Al-Maidah (5:3):

حُرِّمَتْ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةُ وَالْدَّمُ وَلَحْمُ الْخِنزِيرِ وَمَا أُهْلِيَ لِغَيْرِ اللَّهِ بِهِ وَالْمُنْخَنِقَةُ
وَالْمَوْقُوذَةُ وَالْمُتَرَدِّيَةُ وَالنَّطِيحَةُ وَمَا أَكَلَ السَّبُعُ إِلَّا مَا ذَكَّيْتُمْ وَمَا ذُبِحَ عَلَى
النُّصُبِ وَأَنْ تَسْتَقْسِمُوا بِالْأَزْلَمِ ذَٰلِكُمْ فِسْقٌ ﴿٣﴾

Artinya: “Diharamkan bagimu (memakan) bangkai, darah[394], daging babi, (daging hewan) yang disembelih atas nama selain Allah, yang tercekik, yang terpuukul, yang jatuh, yang ditanduk, dan diterkam binatang buas, kecuali yang sempat kamu menyembelohnya[395], dan (diharamkan bagimu) yang disembelih untuk berhala. dan (diharamkan juga) mengundi nasib dengan anak panah[396], (mengundi nasib dengan anak panah itu) adalah kefasikan...” (QS. Al-Maidah:3).

Pada ayat di atas, yang termasuk makanan yang diharamkan antara lain:

1. Bangkai, yaitu binatang yang mati tanpa disembelih. Di antara hikmah diharamkan bangkai ialah, karena bangkai mengandung kuman yang sangat membahayakan kesehatan di samping keadaannya yang menjijikkan.
2. Darah, yaitu darah yang mengalir keluar dari tubuh hewan, karena disembelih atau lain-lainnya. Hikmah diharamkan darah itu antara

lain, karena mengandung kuman dan zat-zat kotor dari tubuh dan sukar dicernakan.

3. Daging babi, termasuk semua anggotanya. Hikmah diharamkan babi itu antara lain, karena mengandung baksil-baksil (kuman-kuman) yang sangat berbahaya disebabkan babi itu suka memakan bangkai-bangkai tikus dan zat-zat kotor dan juga sukar dicernakan.
4. Hewan yang disembelih dengan menyebut atau mengagungkan nama selain Allah, seperti menyebut nama berhala atau menghormatinya, hikmah haramnya ialah oleh karena mempersekutukan Allah.
5. Hewan mati tercekik. Banyak pendapat menerangkan tentang apa yang dimaksud dengan mati tercekik yaitu di antaranya mati karena diikat dan sebagainya, sehingga hewan itu mati dalam keadaan tidak berdaya. Hikmah haramnya sama dengan hikmah haramnya bangkai.
6. Hewan mati dipukul, yaitu hewan yang mati dipukul dengan benda keras atau dengan benda berat. Hikmah haramnya menurut sebagian pendapat ialah karena darahnya terpendam di dalam tubuhnya tidak keluar, sehingga merusak dagingnya.
7. Hewan yang mati karena jatuh dan tempat yang tinggi seperti jatuh dari atas bukit masuk ke dalam jurang. Hikmah haramnya sama dengan bangkai.

8. Hewan mati karena ditanduk oleh hewan lain. Hikmahnya sama dengan bangkai. Kalau masih sempat disembelih maka hukumnya adalah halal.
9. Hewan yang mati diterkam binatang buas. Hikmahnya sama dengan bangkai, kalau masih sempat disembelih maka hukumnya adalah halal.
10. Hewan yang disembelih untuk berhala, sebagai mana yang diperbuat oleh orang-orang Arab pada zaman Jahiliah yang menyembelih hewan di dekat berhala-berhala yang jumlahnya 360, terdapat di sekitar Kakbah. Hikmah haramnya adalah karena perbuatan ini termasuk mempersekutukan Allah.

Ada golongan yang berpendapat bahwa segala sesuatu yang tidak disebutkan hukumnya secara qath'i, maka hukumnya syubhat. Kemudian, menurut Qardhawi (2003) bahwa "lebih baik menghindari yang syubhat supaya tidak terjerumus dalam yang haram". Pendapat ini didasarkan pada sabda Rasulullah SAW:

"Yang halal itu jelas, yang haram jelas. Dan diantara keduanya adalah masalah-masalah syubhat, kebanyakan orang tidak mengenalinya; termasuk halalkah atau haram? Karena itu maka barang siapa meninggalkannya berarti dia telah membersihkan agama dan kehormatannya, dia selamat. Dan barang siapa terjerumus pada sesuatu diantaranya, berarti hampir terjerumus ke dalam yang haram. Sebagaimana jika orang menggembalakan ternaknya di sekitar hima (tempat khusus milik raja untuk menggembala ternaknya dan tidak boleh dimasuki ternak orang lain), maka ia hampir-hampir memasukinya. Ketahuilah bahwa sesungguhnya setiap raja memiliki hima, ketahuilah bahwa hima Allah adalah larangan-laranganNya."

(HR. Bukhari, Muslim, dan lainnya dari Nu'man bin Basyir. Redaksi ini adalah riwayat Turmudzi).

Islam mempersempit wilayah haram, akan tetapi setelah itu bersikap keras dalam masalah haram, dengan menutup pintu yang mengantar kepadanya, baik secara terang-terangan maupun tersembunyi. Meskipun demikian Islam tidak melalaikan kebutuhan hidup dan kelemahan manusia. Karena itu, Islam pun menghormati keadaan darurat yang tidak bisa ditolerir, dan membolehkan seorang muslim menembus batas larangan demi menghilangkan kondisi darurat untuk memelihara dirinya dari kebinasaan.

..... فَمَنْ أَضْطُرَّ غَيْرَ بَاغٍ وَلَا عَادٍ فَلَا إِثْمَ عَلَيْهِ ۚ إِنَّ اللَّهَ غَفُورٌ رَحِيمٌ ﴿١٧٣﴾

Artinya: "Barangsiapa dalam Keadaan terpaksa (memakannya) sedang Dia tidak menginginkannya dan tidak (pula) melampaui batas, Maka tidak ada dosa baginya. Sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang." (QS. Al-Baqarah:173).

Pada ayat di atas, memberi syarat kepada orang yang terpaksa, dengan tidak sengaja mencari dan tidak pula melampaui batas. Hal ini ditafsirkan dengan tidak sengaja menikmati dan tidak melampaui batas keterpaksaan, hingga kekenyangan. Dari batasan itu, para ahli fiqh menetapkan prinsip "keadaan darurat diukur sesuai dengan kadarnya". Oleh karena itu, meskipun manusia tunduk pada keadaan darurat,

namun manusia tidak boleh menyerah begitu saja. Manusia harus tetap berusaha sekuat tenaga untuk mendapatkan yang halal, supaya tidak mudah menikmati atau menggampangkan yang haram dengan alasan darurat.

2.2 Tinjauan tentang Bakteri *Salmonella typhi*

2.2.1 Morfologi Bakteri *Salmonella typhi*

Dalam Al-Qur'an surat Al-Baqarah ayat 26, Allah berfirman:

﴿ إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةٌ فَمَا فَوْقَهَا فَأَمَّا الَّذِينَ ءَامَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ﴾



Artinya: "Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu[33]. Adapun orang-orang yang beriman, Maka mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka, tetapi mereka yang kafir mengatakan: "Apakah maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan?." dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah[34], dan dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi-Nya petunjuk. dan tidak ada yang disesatkan Allah kecuali orang-orang yang fasik." (Q.S Al-Baqarah:26)

Pada ayat di atas menjelaskan tentang penciptaan makhluk-makhluk kecil yang secara implisit dapat diartikan bahwa bakteri

termasuk di dalamnya. Salah satu contoh dari bakteri yaitu *Salmonella typhi*. *Salmonella typhi* merupakan golongan bakteri berbentuk batang, bergerak, tidak berspora, pada pewarnaan gram bersifat negatif, ukuran bervariasi sekitar 1-3,5 μm x 0,5-0,8 μm , besar koloni rata-rata 2-4 mm, mempunyai flagel peritrika sehingga dapat bergerak aktif, meragikan glukosa dan maltosa tetapi tidak meragikan laktosa atau sukrosa, memproduksi hidrogen sulfida (H_2S), mereduksi nitrat menjadi nitrit, dan tumbuh pada suasana aerob dan anaerob fakultatif pada suhu 15-41 $^{\circ}\text{C}$ (suhu optimum 37,5 $^{\circ}\text{C}$) dengan pH pertumbuhan 6-8 (Jawetz, 2001).

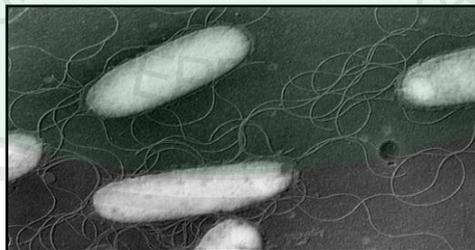
Menurut John, *et. al.*, (1994), klasifikasi bakteri *Salmonella typhi* adalah:

Kingdom Protista

Family Eubacteriaceae

Genus *Salmonella*

Spesies *Salmonella typhi*



Gambar 2.2 Morfologi Bakteri *Salmonella typhi*

(Praveen, 2004)

Masa inkubasi penyakit typhus setelah terinfeksi *Salmonella typhi* adalah antara 7-28 hari. Penularan penyakit typhus terutama terjadi makanan dan minuman, sehingga sering disebut *Food Born Disease*. Penderita penyakit tifus masih mengekskresi kuman *Salmonella typhi* 3-4 bulan setelah sembuh dari sakit.

Di dalam ajaran Islam dianjurkan untuk menjaga kebersihan, supaya menghindari kemadhorotan yang disebabkan oleh segala sesuatu yang kotor. Dalam Al-Quran surat Al-Muddatstsir ayat 4, Allah berfirman:

وَتِيَابَكَ فَطَهِّرْ

Artinya: “Dan pakaianmu bersihkanlah.” (QS. Al-Muddatstsir:4).

Menurut ajaran Islam dan dalam sabda Rasulullah SAW dikatakan jika umat muslim konsekuen dengan ajaran agama, maka kerugian-kerugian akibat timbulnya penyakit ini dapat dihindari.

Seperti pada bakteri-bakteri *Enterobacteriaceae* lainnya, *Salmonella typhi* mempunyai antigen somatik-O (oligosakarida), antigen flagella-H (protein), antigen simpai-K yang disebut antigen Vi (virulen): antigen ini berkaitan dengan sifat invasif yang dimilikinya, dan kompleks makromolekul lipopolisakarida yang disebut endotoksin yang membentuk bagian luar dinding sel. Lipopolisakarida ini juga dapat menstimulasi respon imun pada inang yaitu dengan mengaktifasi makrofag (Budiyanto, 2002).

2.2.2 Patogenitas Bakteri *Salmonella typhi*

Di dalam saluran pencernaan, patogenesis *Salmonella typhi* terjadi dalam tiga tahap yaitu kolonisasi usus, dilanjutkan dengan perasukan epitel usus, dan terakhir akan menggertak pengeluaran cairan (Lay dan Hastowo, 1992). Akan tetapi kerentanan terhadap *Salmonella typhi* tetap tergantung pada umur, kondisi tubuh induk semang, dan gangguan keseimbangan flora dalam tubuh.

Infeksi *Salmonella typhi* terjadi pada saluran pencernaan. *Salmonella typhi* melakukan adhesi dengan usus halus, kemudian masuk dalam sel epitelnya. Melalui pembuluh limfe masuk ke peredaran darah sampai organ-organ terutama hati dan limpa. *Salmonella typhi* yang tidak dihancurkan berkembang biak dalam hati dan limpa sehingga organ-organ tersebut akan membesar disertai nyeri pada perabaan. Di hati akan menyebabkan nekrosis sel-sel hati yang berbentuk pulau-pulau dan adanya poliferasi makrofag. Kemudian *Salmonella typhi* masuk kembali ke dalam darah dan menyebar ke seluruh tubuh terutama ke dalam kelenjar limfoid usus halus, menimbulkan tukak pada mukosa di atas plaque peyeri. Tukak tersebut dapat mengakibatkan perdarahan dan perforasi usus (Supardi dan Sukamto, 1999).

Faktor-faktor patogenesis *S.typhi* antara lain:

1. Daya invasi : *Salmonella typhi* di usus halus dapat penetrasi ke dalam epitel, subepitel, sampai

di lamina propia. Pada saat bakteri mendekati lapisan epitel, brush border berdegenerasi dan kemudian bakteri masuk ke dalam sel. Setelah penetrasi, organisme difosit oleh makrofag, berkembangbiak dan dibawa oleh makrofag ke organ tubuh lain.

2. Antigen permukaan : kemampuan bakteri untuk hidup intraseluler mungkin disebabkan oleh adanya antigen permukaan (antigen Vi).
3. Endotoksin : toksin pada bakteri gram negatif berupa lipopolisakarida (LPS) pada membran luar dari dinding sel yang pada keadaan tertentu bersifat toksik pada inang tertentu. Pada binatang percobaan endotoksin *Salmonella typhi* menyebabkan efek yang bervariasi antara lain demam dan syok.
4. Enterotoksin : eksotoksin yang aktivitasnya mempengaruhi usus halus, sehingga umumnya menyebabkan sekresi cairan secara berlebihan ke dalam rongga usus. *S.typhi* menghasilkan enterotoksin yang termolabil.

Salmonellosis pada tikus sering terjadi diakibatkan oleh *Salmonella typhimurium* dan *Salmonella typhi* (Smith, 1988). Penyakit ini sering terjadi akut sampai kronis dengan sifat epizootis. Penyakit ini sering terjadi pada koloni tikus yang mengkonsumsi kualitas pakan yang jelek dan sudah terkena kontaminasi. Penyakit ini dapat ditularkan ke manusia melalui sifat karier. Gejala Salmonellosis yang terlihat pada tikus adalah diare, bulu kasar dan berdiri, berat badan turun, lemah dan kurus (Smith, 1988), dehidrasi, dan anoreksia (Benirschke *et al.*, 1982), gemetar, dan sesak nafas (Resang, 1984). Mortalitas akibat Salmonellosis tikus berkisar antara 100% pada galur peka, namun sampai 50% pada galur kurang peka.

2.3 Tinjauan tentang Hati

2.3.1 Hati dan Peranannya dalam Tubuh

Hepar atau yang lebih dikenal dengan hati merupakan organ terbesar di dalam tubuh, dengan berat $\frac{1}{36}$ berat badan orang dewasa yaitu berkisar antara 1200-1600 gram. Pada orang dewasa berat hati kurang lebih $\frac{1}{50}$ berat badan, sedangkan pada bayi sedikit lebih besar yaitu $\frac{1}{18}$ berat badan. Hati merupakan organ lunak lentur yang terletak di dalam rongga abdomen di bawah diafragma. Sebagian besar darahnya (sekitar 70 %) berasal dari vena porta, dalam persentase yang lebih kecil disuplai oleh arteria hepatica. Melalui vena porta, semua zat

yang diabsorpsi melalui usus mencapai hati kecuali lipid, yang ditranspor terutama oleh pembuluh-pembuluh limfe (Junqueira, 1980).

Menurut Maretnowati (2004), hati merupakan organ yang memegang peranan penting dalam proses metabolisme tubuh. Metabolisme merupakan proses yang berlangsung terus-menerus dimana molekul-molekul dasar seperti asam amino, karbohidrat dan asam lemak dibentuk menjadi struktur sel atau simpanan energi yang kemudian diuraikan dan digunakan untuk menjalankan fungsi-fungsi sel. Dalam metabolisme karbohidrat hati memiliki fungsi sebagai menyimpan glukosa, mengubah galaktosa dan fruktosa menjadi glukosa, glukoneogenesis, dan membentuk banyak senyawa kimia penting dari hasil perantara metabolisme karbohidrat. Walaupun beberapa metabolisme lemak dapat terjadi di semua sel tubuh, aspek metabolisme lemak tertentu terutama terjadi di hati. Beberapa fungsi spesifik hati dalam metabolisme lemak yaitu sebagai kecepatan oksidasi beta asam lemak yang sangat cepat untuk mensuplai energi bagi fungsi tubuh yang lain, pembentukan sebagian besar lipoprotein dan pembentukan sejumlah besar kolesterol dan fosfolipid. Selain itu hati juga memiliki peranan yang cukup penting dalam metabolisme protein yaitu sebagai deaminasi asam amino, pembentukan amoniak dari cairan tubuh, pembentukan protein plasma dan intokonsensi diantara asam amino yang berbeda, demikian juga dengan ikatan

penting lainnya untuk proses metabolisme tubuh (Guyton dan Hall, 1997).

Di dalam hati juga terjadi proses-proses penting bagi kehidupan kita, yaitu proses penyimpanan energi, pembentukan protein dan asam empedu, pengaturan metabolisme kolesterol, dan penetralan racun/obat yang masuk dalam tubuh kita. Sehingga dapat kita bayangkan akibat yang akan timbul apabila terjadi kerusakan pada hati.

Beberapa penyakit hati antara lain :

1. Penyakit hati karena infeksi (misalnya hepatitis virus) yaitu ditularkan melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi, suntikan, tusukan jarum yang terkontaminasi, dll.
2. Penyakit hati karena racun (misalnya karena alkohol atau obat tertentu). Adanya penimbunan obat dalam hati (seperti acetaminophen) maupun gangguan pada metabolisme obat dapat menyebabkan penyakit pada hati.
3. Genetik atau keturunan (misalnya hemochromatosis)
4. Gangguan Imun (misalnya hepatitis autoimun). Penyakit autoimun merupakan penyakit yang ditimbulkan karena adanya perlawanan terhadap jaringan tubuh sendiri. Pada hepatitis autoimun umumnya yang dilawan adalah sel-sel hati, sehingga terjadi peradangan yang kronis.
5. Kanker (misalnya Hepatocellular carcinoma), disebabkan oleh senyawa karsinogenik diantaranya aflatoxin, polyvinyl chloride

(bahan pembuatan plastik), virus, dan lain-lain. Hepatitis B dan C maupun sirosis hati dapat berkembang menjadi kanker hati. Bentuk perhatian pada hati dapat kita lakukan dengan menghindari hal-hal yang dapat menimbulkan penyakit hati (Syafruddin, 2005).

Derajat kesehatan hati dipersulit oleh berbagai kerusakan hati dan berbagai mekanisme yang menyebabkan kerusakan tersebut. Hati sering menjadi organ sasaran zat toksikan, karena sebagian toksikan memasuki tubuh melalui system gastrointestinal dan setelah diserap toksikan dibawa oleh vena porta ke hati. Hati juga mempunyai kadar enzim yang tinggi untuk metabolisme xenobiotik (terutama cytochrome P-450) yang membuat sebagian besar toksikan menjadi kurang toksik dan lebih mudah larut dalam air sehingga mudah diekskresikan (Lu, 1995).

Hati adalah organ utama untuk membersihkan zat-zat toksin yang berasal dari bakteri maupun zat kimia. Untuk melakukan detoksifikasi dari bahan berbahaya tersebut, hati mengandung antioksidan dengan berat molekul rendah dan enzim yang merusak kelompok oksigen reaktif (ROS) yaitu glutathion tereduksi (GSH), vitamin C, vitamin E, superoksid dismutase (SOD), glutathion peroksidase, dan katalase (Arief, 2003).

2.3.2 Hati pada Infeksi *Salmonella typhi*

Kerusakan hepar saat terinfeksi oleh bakteri memiliki derajat yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan: (1) ukuran dari organ parenkim tersebut (2) kemampuan hepar untuk menyaring bakteri (3) suplai darah sebagai sarana transportasi bakteri ataupun toksinnya (4) kemampuan bakteri untuk menyebar secara limfogen.

Adapun patomekanisme keterlibatan hepar pada infeksi bakteri adalah sebagai berikut (Permata, 2009):

1. Efek langsung kuman
 - a. Penyebaran kuman secara hematogen
 - b. Penyebaran kuman secara limfogen
2. Efek tidak langsung kuman
 - a. Toksin
 - b. Endotoksin: eksotoksin yang aktivitasnya memengaruhi usus halus, sehingga umumnya menyebabkan sekresi cairan secara berlebihan ke dalam rongga usus. Lipopolisakarida ini disebut endotoksin karena terikat pada bakteri dan dilepaskan saat mikroorganisme mengalami lisis atau pecahnya sel
3. Reaksi dasar penyakit
 - a. Hipoksemi
 - b. Demam, asidosis

c. Ketidakseimbangan elektrolit

4. Terapi yang menyebabkan kerusakan hepar

Pemeriksaan hepar secara makroskopis pada infeksi bakteri dapat terlihat adanya hepatomegali. Sedangkan pada pemeriksaan mikroskopis dapat terlihat adanya inflamasi pada area porta, degenerasi hidropik, vakuolisasi, inti menjadi karioreksis, dan akhirnya menjadi kariolisis. Pada tahap lanjut akan dapat ditemukan adanya nodul dan abses. Biasanya abses ini berdiameter 1-3 cm dan multipel. Robekan melalui kapsul dapat menyebabkan abses subhepatik atau subdiafragmatik dan peritonitis. Abses hepar dapat berjalan tanpa gejala bila kecil dan jumlahnya sedikit (Murtini, 2006).

Dalam waktu 24 jam daerah nekrosis tidak menunjukkan kelainan yang dapat dilihat. Dalam waktu 24-48 jam jaringan yang mati mulai mendapatkan respon dari jaringan sekitarnya, dimana sel radang mulai mendatangi daerah nekrosis. Tahap berikutnya sel-sel yang mati akan mengalami degradasi oleh sel kupffer. Pada daerah yang mati akan terlihat merah. *Salmonella typhi* dapat menginvasi dan memproliferasi fagosit non professional termasuk sel parenkim hepar, sebagian besar akan terperangkap dalam hepar setelah infeksi sistemik, kemudian dihancurkan oleh sel Kupffer.

2.4 Enzim Transaminase

Enzim merupakan protein globular yang umumnya berfungsi sebagai biokatalisis pada semua proses kimia dalam makhluk hidup sehingga disebut *life is enzyme*. Enzim mampu meningkatkan reaksi kimia tetapi tidak diubah oleh reaksi yang dikatalisisnya serta tidak mengubah kedudukan normal dari kesetimbangan kimia (Toha, 2005). Enzim bekerja sebagai katalisator, baik ekstraseluler maupun intraseluler yang dihasilkan dalam retikulum endoplasma (Yatim, 2003).

Transaminase atau sering disebut dengan aminotransferase merupakan suatu jenis enzim intrasel yang berfungsi mengkatalisasi reaksi pemindahan (transfer) gugusan amino (NH_2) dari suatu asam amino ke asam keto sehingga terbentuk turunan asam keto yang baru dan disamping itu terbentuk pula asam amino baru (Panil, 2008).

Beberapa transaminase yang paling penting yang dinamakan sesuai dengan molekul pemberi aminonya adalah :

1. Glutamat Pyruvate Transaminase (GPT) merupakan enzim yang banyak ditemukan pada organ hepar terutama pada mitokondria. GPT memiliki fungsi yang sangat penting dalam pengiriman karbon dan nitrogen dari otot ke hati. Dalam otot rangka, piruvat ditransaminasi menjadi alanin sehingga menghasilkan penambahan rute transport nitrogen dari otot ke hati (King, 2006).

Enzim ini lebih spesifik ditemukan pada hepar terutama di sitoplasma sel-sel parenkim hepar.

2. Glutamat Oksaloasetat Transaminase (GOT) merupakan enzim yang banyak ditemukan pada organ hepar terutama pada sitosol. GOT diperlukan oleh tubuh untuk mengurangi kelebihan amonia (Miles, 2003). Enzim GOT lebih spesifik ditemukan pada organ jantung, otot, pankreas, paru-paru dan juga otot skelet (Ganong, 1980).

Kedua golongan transaminase ini secara normal dapat ditemukan pada serum dalam konsentrasi yang rendah yaitu kurang dari 30-40U/L. Dengan adanya peranan yang cukup penting dari kedua jenis enzim ini utamanya dalam organ hepar, maka kemudian digunakan dalam pemeriksaan laboratorium untuk mendeteksi adanya kelainan fungsi hati yang lebih dikenal dengan SGPT dan SGOT. :

- a. Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT) dalam keadaan normal memiliki kadar yang tinggi dalam sel hati. Jika terjadi peningkatan yang dominan dari kadar enzim ini, maka ada kemungkinan terjadi suatu proses yang mengganggu sel hati. Bila hati mengalami kerusakan, enzim GPT akan dilepas ke dalam darah sehingga terjadi peningkatan kadar enzim GPT dalam darah.
- b. Serum Glutamic Oksaloasetic Transaminase (SGOT), sama halnya pada enzim GPT, jika terjadi peningkatan kadar enzim ini

di darah, maka dapat diduga bahwa telah terjadi kelainan pada hati (Handoko, 2003). Karena sensitifitas SGPT lebih tinggi dari SGOT pada kerusakan sel hepar, maka SGPT akan menjadi petanda pelangkap (Popper dan schaffner, 1990)

Seperti yang telah dijelaskan di atas bahwa GPT dan GOT merupakan enzim yang banyak terdapat dalam organ hati. Karena itu peningkatan kadar enzim ini pada serum dapat dijadikan indikasi terjadinya kerusakan jaringan yang akut. Ketika terjadi kerusakan pada hati, maka sel-sel hepatositnya akan lebih permeabel sehingga enzim ini bocor ke dalam pembuluh darah sehingga menyebabkan kadarnya meningkat pada serum (Sherlock, 1993).