

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pembedusan**

##### **2.1.1 Definisi**

Pembedusan adalah proses campuran dari proses internal dan eksternal. Proses internal yang terjadi yaitu autolysis yang terjadi pada sel tubuh akibat enzim yang dibebaskan pasca mati, sedangkan proses eksternalnya dipengaruhi oleh bakteri dan jamur dari lingkungan.<sup>8</sup> Autolisis adalah perlemakan dan pencairan jaringan yang terjadi dalam keadaan steril melalui proses kimia yang disebabkan oleh enzim-enzim intraseluler, sehingga organ-organ yang kaya dengan enzim-enzim akan mengalami proses autolisis lebih cepat daripada organ-organ yang tidak memiliki enzim, dengan demikian pancreas akan mengalami autolisis lebih cepat dari pada jantung.<sup>9,10</sup>

Proses autolisis terjadi sebagai akibat dari pengaruh enzim yang dilepaskan pasca mati. Mula-mula yang terkena ialah nukleoprotein yang terdapat pada kromatin dan sesudah itu sitoplasmanya, kemudian dinding sel akan mengalami kehancuran sebagai akibatnya jaringan akan menjadi lunak dan mencair. Proses autolisis ini tidak dipengaruhi oleh mikroorganisme oleh karena

itu pada mayat yang steril misalnya mayat bayi dalam kandungan, proses autolisis ini tetap terjadi.<sup>2</sup>

Pembusukan adalah suatu keadaan dimana bahan-bahan organik tubuh mengalami dekomposisi baik yang disebabkan oleh karena adanya aktivitas bakteri. Mikroorganisme paling utama adalah kuman *Clostridium Welchii* yang biasanya terdapat pada usus besar. Pada orang yang sudah mati, semua sistem pertahanan tubuh akan hilang maka kuman-kuman tersebut dapat leluasa memasuki pembuluh darah dan menggunakan darah sebagai media untuk berkembang biak. Kuman tersebut akan menyebabkan hemolisa, pencairan bekuan-bekuan darah yang terjadi sebelum atau sesudah mati, pencairan thrombus atau emboli, perusakan jaringan – jaringan dan pembentukan gas – gas pembusukan. Oleh karena itu, bila kematian seseorang disebabkan karena penyakit infeksi, pembusukan akan berlangsung lebih cepat.<sup>2,9,10</sup>

### **2.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pembusukan**

Pembusukan dipengaruhi oleh faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor penyebab pembusukan dari luar tubuh mayat. Sedangkan faktor internal adalah faktor penyebab pembusukan yang berasal dari tubuh mayat tersebut.<sup>2</sup>

Faktor eksternal, yaitu :

- Suhu di sekitar mayat

Proses pembusukan yang paling optimal terjadi pada suhu 70°F - 100°F atau sekitar 21°C - 38°C. Pada suhu dibawah 50°F (10°C) atau diatas 100°F (38°C), proses pembusukan menjadi lebih lambat akibat terhambatnya pertumbuhan mikroorganisme.

- Kelembaban udara

Proses pembusukan diperlukan juga kelembaban udara, akan tetapi jika kelembaban udara tinggi akan mempercepat proses pembusukan, sedangkan proses pembusukan dapat terhambat jika kelembaban udara disekitarnya rendah.

- Medium dimana mayat berada

Pembusukan pada medium udara terjadi lebih cepat dibandingkan pada medium air, karena jika tubuh terendam air kecepatan pembusukan akan melambat karena pendinginan tubuh. Sedangkan pembusukan pada medium air lebih cepat dibandingkan pada medium tanah.

- Invasi hewan dan serangga

Ikan, kepiting, kura-kura, dan hewan air lain akan merusak tubuh mayat, mempercepat pembusukan. Anjing, tikus, dan hewan darat lain juga dapat merusak tubuh mayat, dan membantu masuknya bakteri yang

mendekomposisi mayat. Lalat juga akan hinggap karena tertarik pada bau bangkai yang dikeluarkan mayat dan menelurkan telurnya ke dalam mayat, yang akhirnya menjadi larva yang memakan mayat tersebut.

Faktor interna, yaitu

- Umur

Pada mayat orang – orang tua, proses pembusukannya lebih lambat disebabkan lemak tubuhnya relative lebih sedikit. Pembusukan yang lambat juga terjadi pada mayat bayi baru lahir dan belum pernah diberi makan, pembusukan terjadi dari luar tubuh, karena belum ada bakteri di gastrointestinal dan di paru. Selain itu, hilangnya panas tubuh yang cepat pada tubuh bayi baru lahir menghambat pertumbuhan bakteri.

- Jenis Kelamin

Pada wanita, jumlah lemak subkutan lebih banyak sedikit, mempertahankan panas tubuh sedikit lebih lama dan sedikit mempercepat dekomposisi. Selain itu tidak ada yang mempengaruhi dari perbedaan jenis kelamin.

- Keadaan mayat

Proses pembusukan yang cepat terjadi pada tubuh mayat yang gemuk, edematous, luka – luka atau mayat wanita yang mati sesudah melahirkan. Pada mayat dengan perlukaan terjadi proses pembusukan yang lebih cepat karena dapat emmbantu masuknya mikroorganisme tambahan dari luar

tubuh. Sedang proses pembusukan yang lambat terjadi pada mayat yang kurus atau pada mayat yang ketika hidupnya mengalami dehidrasi.

- Sebab kematian

Mayat dari orang yang mati mendadak lebih lambat proses pembusukannya daripada yang mati karena penyakit kronis. Demikian juga mayat dari orang yang mati karena keracunan kronis dari zat asam karbol, arsen, antimo dan zink klorida. Jika kematian karena infeksi atau septicemia, akan mempercepat proses pembusukan karena bakteri. Gas pembusukan disini dapat terjadi meskipun kulit masih terasa hangat.

### **2.1.3 Pembusukan Melalui Media**

Rumus casper, menunjukkan perbedaan kecepatan pembusukan pada keadaan lingkungan yang berbeda – beda. Perbandingan proses pembusukan pada media udara : air : tanah adalah 1 : 2 : 8, artinya keadaan mayat setelah berada selama 1 minggu di udara terbuka sama dengan 2 minggu di dalam air dan 8 minggu di dalam tanah.<sup>12</sup>

Jika tubuh terendam air, kecepatan pembusukan akan melambat karena pendinginan tubuh. Sementara jika diangkat, kecepatan pembusukan akan meningkat karena sudah diencerkan oleh air dan tekanan atmosfer yang tinggi. Keduanya akan membantu proses pembusukan. Jika dikubur, kecepatan dari

dekomposisi tergantung dari dalamnya tempat mayat dikubur. Tanah permukaan memiliki bakteri lebih banyak dan lebih lembab dibandingkan tanah dalam.

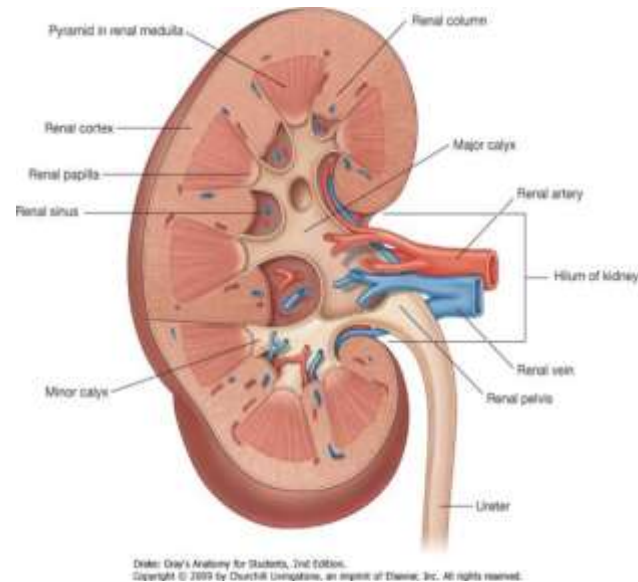
#### **2.1.4 Penghambatan Proses Pembedahan dengan Pembekuan**

Pada mayat yang dibekukan pelepasan enzim akan terhambat dan dengan sendirinya akan memperlambat proses otolisa, sedang suhu yang panas proses otolisa juga akan terhambat yang disebabkan oleh rusaknya enzim oleh panas tersebut. Temperatur yang optimal akan membantu dekomposisi optimal dengan membantu pemecahan kimiawi dari jaringan dan perkembangan mikroorganisme yang membantu pembedahan.

Untuk menghambat proses pembedahan, mayat akan di bekukan pada kulkas dengan suhu 4°C dan dipertahankan agar tidak turun pada titik beku yaitu 0°C, karena es akan terbentuk dalam jaringan tubuh sehingga sel akan rusak sehingga menyebabkan pemeriksaan mikroskopik pada jaringan yang akan dilakukan mendapatkan hasil yang kurang.<sup>12</sup>

## 2.2 Ginjal

### 2.2.1 Anatomi Ginjal



Gambar 1. Struktur anatomi ginjal<sup>21</sup>

Ginjal merupakan organ berpasangan yang berbentuk seperti kacang, berwarna coklat – kemerahan dan terletak di belakang peritoneum, pada dinding posterior abdomen atas di samping kanan dan kiri columna vertebralis, dari vertebra T12 sampai L3 dan sebagian besar tertutup oleh arcus costalis. Ginjal kanan terletak sedikit lebih rendah dibandingkan ginjal kiri, karena adanya lobus hepatis kanan yang lebih besar.<sup>12</sup>

Masing – masing ginjal mempunyai korteks dan medula. Korteks merupakan bagian tepi ginjal, yang berwarna coklat gelap, dipadati oleh glomeruli diselubungi kapsul sehingga tampak bergranul. Medula merupakan bagian dalam ginjal, yang berwarna coklat lebih terang dibandingkan korteks, tersusun lapisan

bergaris-garis radier seperti kipas, membentuk piramid ginjal dengan apeks (papilla renalis) dihilus dan basisnya berbatasan dengan korteks. Bagian korteks yang menonjol ke medulla di antara piramid yang berdekatan disebut collumna renal.<sup>13,14</sup>

Perdarahan ginjal oleh arteri renalis yang dicabangkan oleh aorta abdominalis setinggi vertebra L2. Masing – masing arteri renalis biasanya bercabang menjadi lima *arteriae segmentales* yang masuk ke hilus renal. Arteri ini mendarahi segmen – segmen atau area renalis yang berbeda. *Arteriae lobares* berasal dari arteria segmentalis, masing – masing satu buah untuk satu piramid renal. Sebelum masuk substansia renalis, setiap arteri lobaris mempercabangkan dua atau tiga arteri interlobaris. Arteri interlobaris berjalan menuju korteks dan medulla renalis, arteri interlobaris bercabang menjadi arteri arcuata yang melengkung diatas basis piramid renal. Arteri arcuata mempercabangkan sejumlah arteri interlobularis yang berjalan ke atas di dalam korteks. Arteri interlobularis bercabang – cabang dan tiap cabangnya disebut arteriol afferen. Tiap arteriola afferen menuju capsula bowman dan disini dia memberi banyak cabang berupa kapiler-kapiler. Kapiler-kapiler ini kemudian bersatu menjadi arteriola efferent. Kapiler-kapiler pada kapsula Bowman ini disebut glomerulus. Glomerulus dengan kapsula Bowman disebut sebagai *Corpusculum Renalis Malphigi*.<sup>14</sup> Arteriola efferent dalam medulla eksterna dan membentuk anyaman vaskuler dan kemudian menjadi vena rekta, yang disuplai dari medulla. Vena rekta kemudian menjadi vena interlobularis, vena arcuata, vena interlobaris, dan kemudian menjadi vena renalis. Yang pada akhirnya akan bermuara ke dalam vena cava inferior.<sup>15</sup>

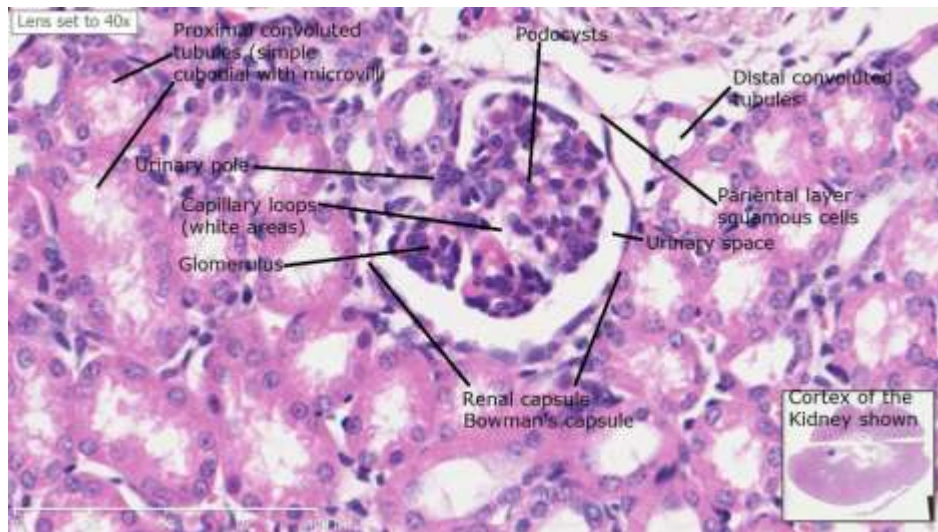


Terdapat tiga anyaman limfe pada ginjal yaitu terdapat dalam substansia ginjal, subkapsuler, dan dalam jaringan lemak perirenalis. Aliran limfe dalam substansia ginjal dan subkapsuler bergabung menjadi satu saluran dan vasa limfatiknya mengikuti vena renalis untuk kemudian bermuara dalam nl. aorticus. Sedangkan yang dari jaringan lemak perirenalis langsung bermuara dalam nl. aorticus.<sup>15</sup>

Persarafan ginjal berasal dari pleksus aorticorenalis dan nervus splanicus.<sup>15</sup>

### **2.2.2 Histologi Ginjal**

Setiap ginjal terdiri atas 1-4 juta unit penyaring mikro yang disebut nefron, memanjang di antara korteks dan medulla. Pada korteks, terdiri atas glomerulus, kapsul, tubulus proksimal, dan distal, dan saluran lebih kecil pengumpul urin. Pada medula sebagian besar mengandung tubulus panjang lengkung henle dan saluran lebih besar pengumpul urin.<sup>16</sup>



Gambar 2. Struktur histologi ginjal<sup>24</sup>

Glomerulus dikelilingi oleh kapsul epitel berdingg ganda yang disebut kapsula bowman. Lapisan dalam kapsul ini (lapisan visceral) menyelubungi kapiler glomerulus. Lapisan luar membentuk batas luar korpuskel renalis dan disebut lapisan parietal kapsula bowman. Lapisan parietal kapsula bowman terdiri atas epitel selapis gepeng yang ditunjang lamina basalis dan selapis tipis serat retikulin.<sup>16</sup>

Tubulus kontortus proksimal memiliki panjang kurang lebih 14 mm, diameter 60 um, memiliki epitel kolumnar selapis dimana bagian basal lebih lebar daripada apeksnya, batas sel tidak jelas, permukaan sel terdapat *brush border*, inti besar dan bulat terletak agak kearah basis, membran basalis terlihat jelas dengan pewarnaan PAS.<sup>17</sup>

*Loop henle* dibagi menjadi dua bagian yaitu henle desenden dan henle asenden. Henle desenden merupakan lanjutan bagian distal tubulus kontortus proksimal, lumennya sempit, terdiri dari 2-3 sel skuamus, sitoplasma lebih pucat,

*brush border* tidak ditemukan. Henle asenden memiliki lumen bulat, terdiri dari sel – sel kuboid yang terdiri dari 3 – 5 sel.<sup>17</sup>

Tubulus kontortus distal memiliki saluran dengan lumen bulat dan teratur, terdiri dari 5 atau lebih sel kuboid simpleks / kolumnar rendah, batas sel mulai dapat dilihat, sitoplasmanya pucat.<sup>17</sup>

Tubulus kolektivus memiliki lumen lebar dengan dinding tebal yang disusun oleh sel-sel kolumnar selapis, tercat pucat. Batas sel jelas, sering terlihat pada penampang memanjang.<sup>17</sup>

### **2.2.3 Fisiologi Ginjal**

Ginjal berfungsi untuk mempertahankan volume dan komposisi cairan ekstrasel dalam batas normal. Fungsi ini dikontrol oleh filtrasi glomerulus, reabsorpsi dan sekresi tubulus.<sup>18</sup> Fungsi utama ginjal :

a. Fungsi ekskresi :

- Mempertahankan osmolalitas plasma dengan mengatur ekskresi air
- Mempertahankan kadar elektrolit plasma dalam rentang normal
- Mempertahankan pH plasma dengan mengeluarkan kelebihan  $H^+$  dan membentuk kembali  $HCO_3^-$
- Mengekskresikan produk akhir dari metabolisme protein, terutama urea, asam urat dan kreatinin

b. Fungsi non-ekskresi :

- Menghasilkan eritroprotein, prostaglandin, renin
- Metabolisme vitamin D
- Degradasi insulin

#### **2.2.4 Pengaruh Membran Plasma pada Pembusukan**

Membran plasma merupakan selaput tipis, halus, dan elastis yang menyelubungi permukaan sel. Membran plasma terbentuk oleh molekul-molekul lipid dan protein, yang susunan persentasenya sekitar 35% lipid, 62% protein, dan 3% polisakarida. Lipid pada membran plasma adalah fosfolipid dan glikolipid, selain itu juga terdapat kolesterol. Protein pada membran plasma ada 2 jenis, yaitu protein intrinsik dan protein ekstrinsik. Peranan protein membran plasma adalah (a) memberikan kekuatan struktural pada membran plasma; (b) sebagai enzim untuk mengatalisis reaksi – reaksi kimia dalam membran plasma; (c) sebagai protein pembawa untuk transport zat-zat tertentu melalui membran plasma, dan (d) menguraikan atau mendesak zat-zat lipid dan member pori-pori pada membran plasma.<sup>27</sup>

Sifat-sifat khas membran plasma, diantaranya :

- a. makromolekul tidak dapat melewati membran plasma sehingga sitoplasma yang sebagian besar berupa protein tetap terkurung oleh membran plasma.
- b. membran plasma sebagai pelindung sel mampu menjaga keseimbangan elektrolit.
- c. membran plasma mempunyai kemampuan mengadakan transportasi aktif.
- d. membran plasma mampu melaksanakan transportasi air.
- e. zat-zat yang larut dalam lipid dapat pula melewati membran sel.

Peranan membran plasma yang penting, antara lain

- a. Pengatur keluar masuknya zat dari dan ke dalam sel
- b. Tempat berlangsungnya beberapa reaksi kimia
- c. penghubung transfer energy antara bagian dalam dan luar sel. Semua membran plasma merupakan susunan cair sehingga mampu berperan sebagai pelarut protein membran.<sup>27</sup>

Ginjal dibungkus oleh jaringan fibros tipis dan mengkilap yang disebut kapsula fibrosa ginjal dan di luar kapsul ini terdapat jaringan lemak perirenal. Unit fungsional dasar dari ginjal adalah nefron yang berfungsi sebagai regulator air dan zat terlarut terutama elektrolit, dalam tubuh dengan cara menyaring darah, kemudian mereabsorpsi cairan dan molekul yang masih diperlukan tubuh. Molekul dan sisa cairan lainnya akan dibuang. Dinding kapiler dari glomerulus memiliki pori-pori untuk filtrasi atau penyaringan. Lengkung

Henle menjaga gradien osmotik dalam pertukaran lawan arus yang digunakan untuk filtrasi. Sel yang melapisi tubulus memiliki banyak mitokondria yang menghasilkan ATP dan memungkinkan terjadinya transpor aktif untuk menyerap kembali glukosa, asam amino, dan berbagai ion mineral. Pada transport aktif selain dibutuhkan energi juga dibutuhkan dua karier yang berbeda, yaitu yang berfungsi mengikat ion Na dan yang berfungsi mengikat ion K. Bila kadar ion Na diluar sel cukup tinggi maka daya mengikat dari karier dalam mengikat ion K mengurang sehingga ion K yang masuk ke dalam sel juga mengurang dan dengan demikian keseimbangan elektrolit di luar sel akan tetap terjamin, sebaliknya apabila kadar ion K dalam sel cukup tinggi maka kemampuan mengikat karier terhadap ion Na juga mengurang sehingga ion Na yang keluar dari sel juga menurun dan dengan demikian keseimbangan elektrolit dalam sel akan terpelihara.<sup>26</sup>

Siklus  $\gamma$ -glutamil berperan dalam transport asam amino ke dalam ginjal. Asam amino ekstrasel bereaksi dengan glutation ( $\gamma$ -glutamil-sistein-glisin) dalam reaksi yang dikatalisis oleh transpeptidase yang terdapat di membran sel. Terbentuk sebuah asam amino  $\gamma$ -glutamil, yang melintas membran sel dan melepaskan asam aminonya di dalam sel. Produk lain dari reaksi ini diubah kembali menjadi glutation.<sup>28</sup>

## **2.2.5 Patologi Ginjal**

### **2.2.5.1 Gagal Ginjal**

Gagal ginjal timbul jika ginjal tidak mampu melakukan fungsinya yaitu membuang zat sisa dari dalam darah.<sup>14</sup>

Ada berbagai jenis gagal ginjal. Ada yang menyerang satu ginjal atau keduanya. Gejalanya disebabkan oleh timbunan zat sisa. Gagal ginjal akut timbul dengan cepat dan dapat disebabkan oleh gangguan, seperti kehilangan darah, serangan jantung, toksin, atau infeksi ginjal. Gejala meliputi penurunan keluaran urin, mengantuk, sakit kepala, mual, dan muntah. Gagal ginjal kronik berkembang perlahan. Kelainan ini disebabkan oleh penyakit ginjal polikistik atau tekanan darah tinggi jangka panjang. Gejala meliputi sering buang air kecil, sesak nafas, iritasi kulit, mual, muntah, serta kejang otot dan kram. Pada tahap akhir gagal ginjal, kedua ginjal telah kehilangan seluruh fungsinya dan memerlukan dialisis atau transplantasi ginjal.<sup>14</sup>

### **2.2.5.2 Nekrosis tubulus akut**

Nekrotik Tubular Akut (NTA) adalah suatu keadaan yang ditandai secara morfologik oleh destruksi sel epitel tubulus dan secara klinik oleh supresi akut fungsi ginjal, dibedakan atas NTA iskemik dan NTA nefrotoksik. NTA nefrotoksik disebabkan oleh berbagai bahan seperti toksin, obat-obatan, atau konsentrasi tinggi zat yang potensial merusak dan berbahaya seperti zat kimia dan

logam berat. Kerusakan tubulus proksimal ginjal akibat zat nefrotoksik terlihat dari adanya penyempitan tubulus proksimal, nekrosis sel epitel tubulus proksimal dan adanya hialin cast di tubulus distal.<sup>55</sup> Tampak juga degenerasi tubulus proksimal yang mengandung debris, tetapi membrana basalis utuh.

Patogenesis Nekrotik Tubular Akut (NTA) dapat terjadi karena berkurangnya aliran darah ke ginjal sebagai akibat suatu penurunan tekanan darah misalnya pada pasien yang mengalami syok (perdarahan, trauma, luka bakar, trauma, obstruksi usus, reaksi transfusi, operasi). Karena epitel tubulus-tubulus ginjal terutama tubulus proksimal sangat peka terhadap suatu iskemia, maka jaringan ini dalam batas-batas tertentu akan mengalami kerusakan, walaupun sisa jaringan ginjal lainnya tampak seperti tidak mengalami kelainan.

NTA merupakan penyebab terpenting dari gagal ginjal akut, dengan gejala klinis oliguria yang dilanjutkan diuresis. Adanya kerusakan tubulus menyebabkan retensi cairan, sehingga terjadi uremia, hiperkalemia, edem, ketidakseimbangan elektrolit, asidosis, peningkatan *blood urea nitrogen* (BUN) sekitar 25-30mg/dl per-hari, dan kreatinin kira-kira 2,5mg/dl per-hari.

Nefrotoksisitas akibat zat toksik dapat menyatukan beberapa jalur molekuler apoptosis, termasuk menghilangkan molekul protektif intraseluler dan menginduksi stres retikulum endoplasma pada glomerulus ginjal, yang menyebabkan stres oksidatif dan inflamasi pada sel-sel podosit serta mesangial glomerulus.



### 2.3 Kematian Sel

Kerusakan sel dapat disebabkan karena proses fisik, kimiawi maupun mikroorganisme, yang dapat bersifat reversible dan berakhir pada kematian sel.

Nekrosis adalah perubahan morfologi akibat tindakan degradasi progresif oleh enzim – enzim pada sel yang terjejas letal. Proses penting yang menunjukkan perubahan nekrosis adalah pencernaan sel enzim dan denaturasi protein. Enzim katalitik berasal dari lisosom sel mati yang mencerna secara enzimatik dinamakan sebagai autolysis, sedangkan yang berasal dari lisosom leukosit imigran disebut heterolysis.<sup>22,23</sup>

Tanda kematian sel dapat dilihat pada inti selnya. Perubahan inti pada kematian sel dapat dibagi menjadi tiga, yaitu kariolisis, piknosis, dan karioreksis. Kariolisis adalah gambaran kromatin basofil menjadi pucat dan diduga mencerminkan aktifitas DNase pada penurunan pH sel. Piknosis ditandai dengan pengisutan inti dan bertambahnya basofil. DNA sedikit menggumpal menjadi massa solid, basofil dan mengisut. Karioreksis adalah sel dengan inti piknosis atau sebagian yang piknosis mengalami fragmentasi. Inti pada sel nekrosis sama sekali menghilang pada satu sampai dua hari. Sitoplasma berubah menjadi masa asidofil suram bergranula. Asidofil mencerminkan afinitas terhadap zat warna asam (eosinofil) yang sebagian sebagai akibat denaturasi protein sitoplasma. Selanjutnya sel nekrosis berubah menjadi bangkai asidofil tanpa inti.<sup>22,23</sup>