

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lama Waktu Kematian

Thanatologi merupakan ilmu yang mempelajari segala macam aspek yang berkaitan dengan kematian. Kematian adalah suatu proses yang dapat dikenal secara klinis pada seseorang berupa tanda kematian, yaitu perubahan yang terjadi pada tubuh mayat. Kegunaan thanatologi antara lain ^{2,3,10}

1. Memastikan kematian klinis
2. Memperkirakan sebab kematian
3. Memperkirakan saat kematian
4. Memperkirakan cara kematian

Dalam thanatologi dikenal beberapa istilah tentang mati, antara lain mati seluler dan mati somatis.

Mati somatis (mati klinis) terjadi akibat terhentinya ketiga sistem penunjang kehidupan, yaitu susunan saraf pusat, sistem kardiovaskular dan system pernafasan, yang menetap (irreversible). Secara klinis tidak ditemukan refleks-refleks, EEG mendatar, nadi tidak teraba, denyut jantung tidak terdengar, tidak ada gerak pernafasan dan suara nafas tidak terdengar pada auskultasi. Sel yang merupakan bagian terkecil dari kehidupan manusia belum mati pada saat terjadi mati somatis.

Pada mati somatis proses aerobik dalam sel akan terhenti, tetapi proses anerobik masih dapat terjadi. Tanda tanda kematian yang dapat diperiksa dalam stadium mati somatik adalah hilangnya pergerakan sensibilitas, berhentinya pernapasan dan berhentinya denyut jantung dan peredaran darah. Untuk mengetahui berhentinya paru-paru dapat dilakukan beberapa pemeriksaan ; auskultasi di daerah *larynx* dan didengarkan terus menerus selama 5-10 menit, tes winslow yaitu dengan meletakkan gelas yang diisi air kemudian diletakan di atas perut atau dada setelah itu diamati apakah ada pergerakan pada permukaan air, mirror test yaitu meletakkan cermin tepat di depan mulut dan hidung bila kaca menjadi buram berarti korban masih bernafas.

Sedangkan untuk mengetahui berhentinya kerja jantung dan peredaran darah dapat dilakukan pemeriksaan ; auskultasi pada prekardial selama 5-10 menit terus menerus, tes magnus yaitu dengan mengikat jari tangan dengan tali sehingga aliran vena terhenti dan akan menyebabkan sianotik pada ujung jari yang menandakan sirkulasi darah masih terjadi, tes icard dengan menyuntikan larutan icard (campuran zat flourescin dan natrium bicarbonat) pada subkutan apabila terjadi perubahan warna kuning kehijauan berarti masih ada sirkulasi darah, insisi pada arteri radialis bila keluar darah secara pulsasif berarti masih ada sirkulasi.

Pada mati seluler terjadi kematian organ atau jaringan tubuh yang timbul beberapa saat setelah kematian somatis. Daya tahan tubuh pada masing-masing organ atau jaringan berbeda-beda, sehingga terjadinya kematian seluler pada tiap organ atau jaringan tidak bersamaan. Sebagai contoh sistem saraf pusat akan mengalami mati seluler dalam waktu kurang dari 4 menit, sedangkan otot masih

dapat dirangsang meskipun sudah 2 jam terjadi kematian. Sebagai contoh susunan saraf pusat mengalami kematian seluler dalam waktu 4 menit sedangkan otot masih dapat dirangsang sampai kira-kira 2 jam pasca kematian.

Setelah terjadi kematian maka akan terdapat beberapa perubahan pada tubuh. Perubahan tersebut dapat timbul dini pada saat meninggal atau beberapa saat setelah meninggal atau beberapa menit kemudian, misalnya kerja jantung dan peredaran darah berhenti, pernafasan berhenti, refleks cahaya dan kornea mata hilang, kulit pucat dan relaksasi otot. Setelah beberapa waktu timbul perubahan pasca mati yang jelas dan dapat digunakan untuk mendiagnosis kematian lebih pasti (termasuk lama waktu kematian). Tanda-tanda tersebut antara lain :

1. *Rigor mortis* (kaku mayat)

Berasal dari bahasa latin Rigor berarti “stiff” atau kaku, dan mortis yang berarti tanda kematian (sign of death). Rigor mortis merupakan tanda kematian yang disebabkan oleh perubahan kimia pada otot setelah terjadinya kematian, dimana tanda ini susah digerakkan dan dimanipulasi. Awalnya ketika rigor mortis terjadi otot berkontraksi secara acak dan tidak jelas bahkan setelah kematian somatis.

Rigor mortis adalah tanda kematian yang dapat dikenali berupa kekakuan otot yang irreversible yang terjadi pada mayat. Kelenturan otot dapat terjadi selama masih terdapat ATP yang menyebabkan serabut aktin dan miosin tetap lentur. Bila cadangan glikogen dalam otot habis, maka energi tidak terbentuk lagi, aktin dan miosin menggumpal dan otot menjadi kaku.¹¹

Lousie pada tahun 1752 adalah orang yang pertama kali menyatakan rigor mortis sebagai tanda kematian. Rigor mortis bukan merupakan fenomena khas pada manusia, karena hewan invertebrata dan vertebrata juga mengalami rigor mortis. Lebih spesifik lagi Nysten pada tahun 1811 melengkapi penemuan pertama dari rigor mortis.¹¹

Kaku mayat dapat dipergunakan untuk menunjukkan tanda pasti kematian. Faktor yang mempengaruhi rigor mortis antara lain :

1. Suhu lingkungan
2. Derajat aktifitas otot sebelum mati
3. Umur
4. Kelembapan

Rigor mortis akan mulai muncul 2 jam postmortem semakin bertambah hingga mencapai maksimal pada 12 jam postmortem. Kemudian berangsur-angsur akan menghilang sesuai dengan kemunculannya. Pada 12 jam setelah kekakuan maksimal (24 jam postmortem) rigor mortis menghilang.^{2,9}

Memperkirakan waktu kematian dengan menggunakan rigor mortis akan memberikan petunjuk yang kasar, akan tetapi lebih baik daripada lebam mayat oleh karena progresifitasnya dapat ditentukan. Knigh mengatakan bahwa perkiraan saat kematian dengan rigor mortis hanya mungkin digunakan sekitar dua hari, bila suhu tubuh sudah sama dengan suhu lingkungan tetapi pembusukan belum terjadi. Selain itu penentuan

kematian dengan rigor mortis sangat berpengaruh dengan kondisi lingkungannya.^{2,3,4}

2. *Livor mortis* (lebam mayat)

Lebam mayat adalah perubahan warna kulit berupa warna biru kemerahan akibat terkumpulnya darah di dalam vena kapiler yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi di bagian tubuh yang lebih rendah di sepanjang penghentian sirkulasi.

Lebam mayat terbentuk bila terjadi kegagalan sirkulasi dalam mempertahankan tekanan hidrostatik yang menyebabkan darah mencapai capillary bed dimana pembuluh-pembuluh darah kecil afferen dan efferen saling berhubungan. Maka secara bertahap darah yang mengalami stagnansi di dalam pembuluh vena besar dan cabang-cabangnya akan dipengaruhi gravitasi dan mengalir ke bawah, ketempat-tempat terendah yang dapat dicapai. Mula-mula darah mengumpul di vena-vena besar dan kemudian pada cabang-cabangnya sehingga mengakibatkan perubahan warna kulit menjadi merah kebiruan.

Lebam mayat berkembang secara bertahap dan dimulai dengan timbulnya bercak-bercak warna keunguan dalam waktu kurang dari setengah jam sesudah kematian dimana bercak-bercak ini intensitasnya menjadi meningkat dan kemudian bergabung menjadi satu dalam beberapa jam kemudian yang pada akhirnya akan membuat warna kulit menjadi

gelap. Kadang-kadang cabang darah vena pecah sehingga terlihat bintik-bintik perdarahan yang disebut *tardieu spot*.

Lebam mayat mulai terbentuk 30 menit sampai 1 jam setelah kematian somatis dan intensitas maksimal setelah 8-12 jam postmortem. Sebelum waktu ini, lebam mayat masih dapat berpindah-pindah jika posisi mayat diubah. Setelah 8-12 jam postmortem lebam mayat tidak akan menghilang dan dalam waktu 3-4 hari lebam masih dapat berubah.

Secara medikolegal yang terpenting dari lebam mayat ini adalah letak dan warna lebam itu sendiri dan distribusinya. Perkembangan dari lebam mayat ini terlalu besar variasinya untuk digunakan sebagai indikator penentu saat kematian. sehingga lebih banyak digunakan untuk menentukan apakah sudah terjadi manipulasi pada posisi mayat. ¹¹⁻¹⁴

3. *Algor mortis* (penurunan suhu)

Manusia memiliki panas badan yang tetap sepanjang ia dalam keadaan sehat dan tidak dipengaruhi oleh iklim sekitarnya, hal ini disebabkan oleh karena mekanisme isologi alat-alat tubuh manusia melalui proses oksidasi memproduksi panas tubuh. Panas tersebut diatur dan dikendalikan oleh kulit. Jika seseorang mengalami kematian, maka produksi panas serta pengaturan panas di dalam tubuhnya tidak berhenti. Dengan demikian sejak saat kematiannya manusia tidak lagi memiliki suhu tubuh tetap, oleh karena suhu badannya mengalami penurunan (decreasing proses).

Setelah korban mati, metabolisme yang memproduksi panas terhenti, sedangkan pengeluaran panas berlangsung terus sehingga suhu tubuh akan turun menuju suhu udara atau medium disekitarnya. Penurunan suhu pada saat-saat pertama kematian sangat lambat karena masih adanya proses glikolisis, tetapi beberapa saat kemudian suhu tubuh menurun dengan cepat. Setelah mendekati suhu lingkungan penurunan suhu tubuh lambat lagi. Penurunan ini disebabkan oleh adanya proses radiasi, konduksi dan pancaran panas.

Hilangnya panas melalui konduksi bukan merupakan faktor penting selama hidup, tetapi setelah mati perlu dipertimbangkan jika tubuh berbaring pada permukaan yang dingin. Meskipun penurunan suhu tubuh setelah kematian tergantung pada hilangnya panas melalui radiasi dan konveksi, tetapi evaporasi dapat menjadi faktor yang signifikan jika tubuh dan pakaian kering.

Penurunan suhu mayat akan terjadi setelah kematian dan berlanjut sampai tercapainya suatu keadaan di mana suhu mayat sama dengan suhu lingkungan. Panas yang dilepaskan melalui permukaan tubuh, dalam hal ini kulit, adalah secara radiasi dan oleh karena tubuh terdiri dari berbagai lapisan yang tidak homogen, maka lapisan yang berada di bawah kulit akan menyalurkan panasnya ke arah kulit, sedangkan lapisan tersebut juga menerima panas dari lapisan dibawahnya. Keadaan tersebut yaitu dimana terjadi pelepasan atau penyaluran panas secara bertingkat dengan sendirinya membutuhkan waktu.

Metode ini tidak dianjurkan karena kesalahan sering terjadi apabila orang yang melakukan tidak ahli dalam bidangnya. Pemeriksaan suhu sering tidak akurat karena banyak faktor yang mempengaruhi seperti suhu lingkungan.^{2,4,10,14,15}

4. Pembedahan

Pembedahan adalah proses degradasi jaringan yang terjadi akibat autolisis dan kerja bakteri. Proses autolisis terjadi sebagai akibat dari pengaruh enzim yang dilepaskan oleh sel-sel yang sudah mati. Mula-mula yang terkena ialah nucleoprotein yang terdapat pada kromatin dan sesudah itu sitoplasmanya. Seterusnya dinding sel akan mengalami kehancuran dan akibatnya jaringan akan menjadi lunak atau mencair.

Banyak variasi dari laju dan onset pembedahan. Media mayat memiliki peranan penting dalam kecepatan pembedahan mayat. Menurut Casper mayat yang dikubur ditanah umumnya membusuk 8x lebih lama dari pada mayat yang terdapat di udara terbuka. Hal ini disebabkan suhu didalam tanah yang lebih rendah terutama dikubur ditempat yang lebih dalam, terlindung dari binatang dan insekta, dan rendahnya oksigen menghambat berkembang biaknya organisme aerobik.^{11,16}

2.2 Duktus Deferens

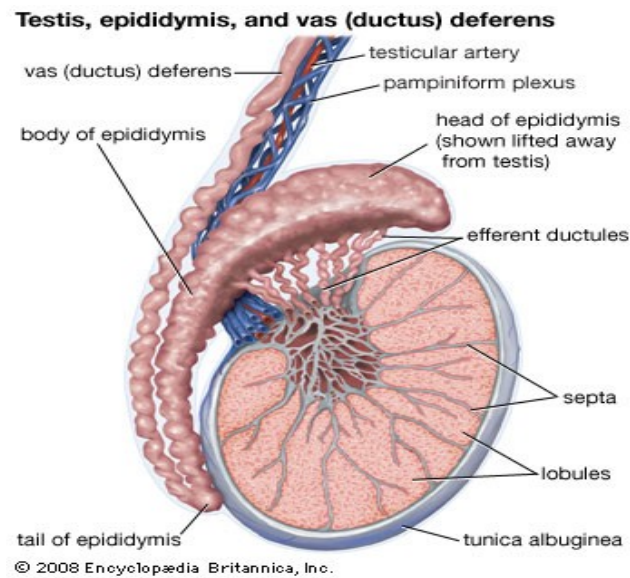
2.2.1 Anatomi Duktus Deferens

Duktus deferens masuk ke dalam organ genitalia masculina interna. Merupakan sebuah saluran yang berfungsi untuk menghantar spermatozoa dari epididimis menuju ke duktus ejakulatorius. Mula-mula salurannya berkelok, kemudian menjadi lebih lurus ketika berjalan di bagian posterior duktus deferens menuju ke atas. Pada bagian posterior ini, duktus deferens terbungkus plexus pampiniformis, suatu jejaring vena lanjutan vena testikularis, yang ikut membentuk funikulus spermatikus. Duktus deferens berjalan ke belakang dan ke bawah untuk masuk rongga pelvis di sebelah lateral arteri dan vena obturatoria, dan nervus obturatorius serta arteri dan vena vesicalis superior. Setelah menyilang sisi medial ureter, duktus deferens akan mencapai bagian belakang vesika urinaria di sebelah medial vesikula seminalis. Di daerah ini, duktus deferens melebar membentuk ampulla duktus deferens dan kemudian mengecil lagi pada saat masuk ke prostat.

Duktus deferens mempunyai dinding otot yang tebal dengan lumne yang halus sehingga memberikan struktur yang kuat. Panjang duktus deferens adalah 30-45 cm dengan diameter 2-3 mm.

Duktus deferens mendapat darah dari arteri duktus deferetis yang merupakan homolog dari arteri uterina. Rangsangan saraf parasimpatis akan menyebabkan gerakan peristaltik lambat yang mendorong sperma berpindah dari epididimis dan akan di simpan di ampulla sebelum ejakulasi. Sedangkan

rangsangan saraf simpatis akan menyebabkan kontraksi kuat dari otot polos duktus deferens sehingga terjadi ejakulasi.¹⁷



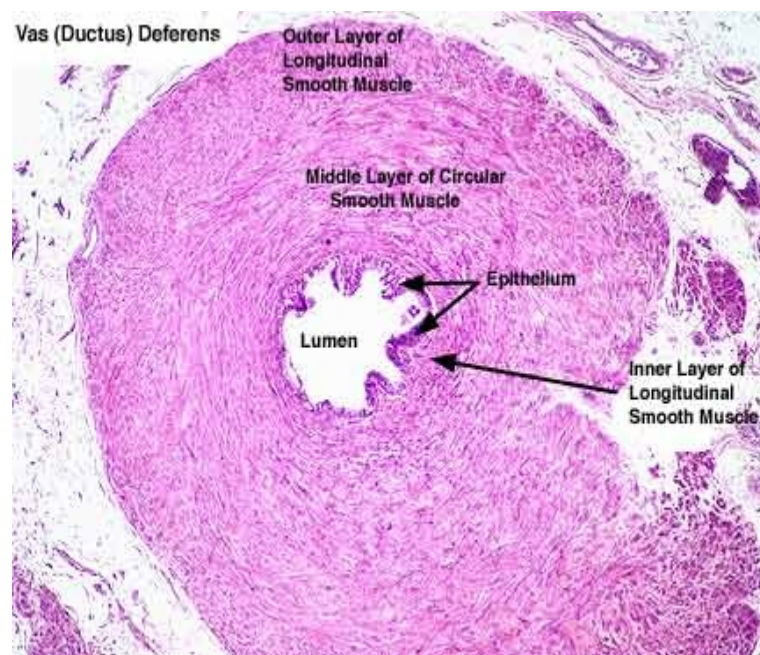
Gambar 1. Anatomi duktus deferens¹⁸

2.2.2 Histologi Duktus Deferens

Duktus deferens merupakan lanjutan dari epididimis. Suatu saluran lurus dengan dinding tebal, berjalan terus menuju uretra pars prostatika dan mengosongkan isinya. Duktus deferens ditandai dengan lumen yang sempit dan dinding yang tebal dari otot polos. Mukosanya membentuk lipatan-lipatan longitudinal yang sebagian besar diliputi oleh epitel berlapis semu thorak dengan stereosilia.

Lamina proprianya merupakan suatu lapisan jaringan penyambung yang kaya serabut-serabut elastin. Lapisan otot yang tebal terdiri atas lapisan sel-sel otot polos yang tersusun spiral. Sepanjang duktus deferens dan berhubungan

dengannya berjalan pembuluh-pembuluh dan saraf-saraf menuju dan berasal dari duktus deferens. Sebelum ia menembus prostat, duktus deferens melebar, membentuk daerah yang dinamakan ampula. Pada daerah ini, epitel menjadi lebih tebal, berbentuk seperti renda. Pada bagian akhir dari ampula, bersatu vesika seminalis. Dari sini, duktus deferens masuk prostat, bermuara ke dalam uretra pars prostatika.⁸



Gambar 2. Histologi duktus deferens¹⁹

2.3 Spermatozoa

2.3.1 Spermatogenesis

Dimulai dari sel spermatogonium yang terletak dibasal dengan bentuk sel yang besar dengan inti besar dan sitoplasma pucat. Proses ini berlangsung lambat dan terjadi tidak secara sinkron pada semua tubulus seminiferus, sehingga tiap daerah menunjukkan fase spermatogenesis yang berbeda. Sel-sel tersebut

mengalami serangkaian mitosis berurutan dan sel-sel yang baru terbentuk dapat mengikuti salah satu dari dua jalan, yaitu menjadi spermatogonia A yaitu spermatogonium yang tetap setelah setelah satu pembelahan mitosis atau lebih dan sebagian sel tersebut juga dapat menjadi spermatogonia B yang berpotensi meneruskan perkembangannya, yang tumbuh menghasilkan spermatosit primer.

Spermatosit primer memiliki bentuk yang lebih besar dibandingkan sel spermatogonia dengan inti tanpa dinding dan kromosom tercat jelas. Setelah terbentuk spermatosit primer terbentuk, sel-sel tersebut dalam fase profase pembelahan meiosis pertama. Pada permulaan pembelahan meiosis pertama, spermatosit primer mempunyai 46 (44+XY) kromosom dan DNA sejumlah 4N. Pada tahap profase melewati 4 stadium leptoten, zigoten, pakiten dan diploten dan mencapai stadium diakinesis menghasilkan pemisahan kromosom. Tahap profase ini memerlukan waktu sekitar 22 hari.

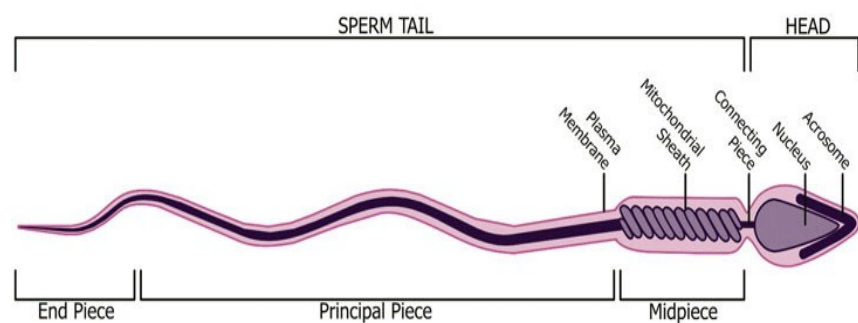
Hasil pembelahan meiosis pertama ini adalah sel-sel yang lebih kecil yang disebut spermatosit sekunder (masing-masing dengan 23 kromosom ganda) dan diikuti dengan pengurangan jumlah *deoxyribonucleic acid* (DNA) persel (dari 4n menjadi 2n). Spermatosit sekunder ini secara histologis sulit ditemukan karena berada dalam interfase yang sangat singkat dan cepat. Sebagai hasil dari pembelahan meiosis kedua, sel spermatosit sekunder akan menghasilkan spermatid (masing-masing dengan 23 kromosom tunggal) yang bersifat haploid. Sel spermatid ini memiliki ciri ukuran sel yang kecil, sitoplasma sedikit, berada lebih ditengah dibanding spermatozoosit sekunder, berbentuk lonjong. Dengan terbentuknya spermatid maka proses spermatogenesis berakhir, kemudian sel

spermatid tersebut akan mengalami proses diferensiasi yang kompleks yang disebut spermiogenesis, yang akan menghasilkan perubahan spermatid menjadi spermatozoa.

2.3.2 Morfologi Spermatozoa

Struktur spermatozoa mature, terdiri dari kepala dengan akrosom dan nukleus. Bagian tengah (midpiece) terdapat mitokondria, sitoplasma, aksonema, dan serabut padat luar. Bagian ekor terdapat aksonema dan selubung fibrosa.

Aksonema merupakan struktur kompleks yang terdiri dari 9 pasang mikrotubulus yang saling berhubungan melalui nexin dan berhubungan dengan selubung sentral dari sepasang mikrotubulus sentral melalui jari-jari radial.^{17,20}



Gambar 3. Morfologi spermatozoa²¹

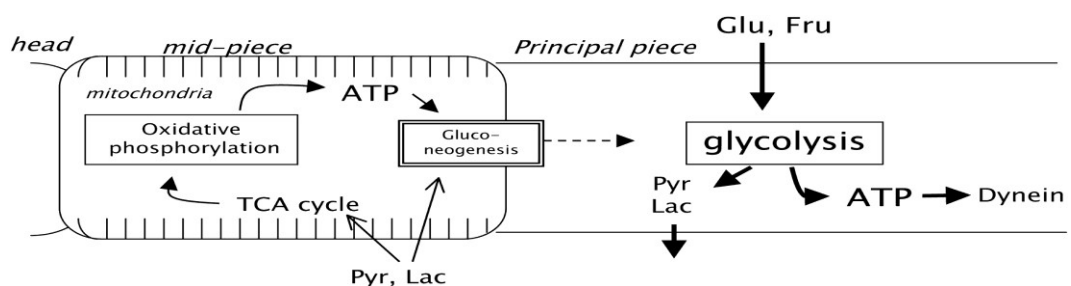
2.3.3 Motilitas Spermatozoa

Penggerak utama spermatozoa adalah bagian luar dan dalam dari lengan dynein yang menonjol keluar pada setiap pasang mikrotubulus. Saat ATP-ase dynein diaktifkan pada setengah bagian aksonema longitudinal, lengan dynein mendorong jembatan pasangan mikrotubulus. Dengan pembentukan dan

pemutusan berulang dari jembatan dynein, maka terjadilah gerakan menggeser dari pasangan mikrotubulus yang diartikan sebagai gerakan melekuk flagella. Saat gerakan menggeser berpindah pada setengah bagian mikrotubulus yang lain, maka akan terjadi gerak melekuk yang berlawanan arah.

Lengan dalam dynein berfungsi sebagai inisiasi gerakan melekuk dan menjaga sudut yang memperbanyak gerakan melekuk. Lengan luar dynein tidak esensial untuk gerakan flagella, tetapi berfungsi untuk membangkitkan tenaga untuk mengatasi resistensi gerakan melekuk yang kaku dan mengatur kontinuitas gerakan melekuk serta frekuensi irama gerakan.

Mitokondria pada spermatozoa berada pada bagian tengah (midpiece). Fungsi utama mitokondria adalah memproduksi energi tinggi (ATP) melalui fosforilasi oksidatif dan memberikan energi ke seluruh bagian sel. Menurut Karp fosforilasi oksidatif mempunyai dua tahapan, pertama oksidasi untuk melepas energi dari senyawa organik, dan tahapan ke dua adalah fosforilasi. Hasilnya energi yang dilepas akan berikatan dengan ADP menjadi ATP.²⁰



Gambar 4. Proses motilitas spermatozoa²²

2.3.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Motilitas Spermatozoa

Terdapat dua faktor yang mempengaruhi motilitas spermatozoa, yaitu faktor eksogen dan faktor endogen. Faktor eksogen adalah faktor yang berasal dari lingkungan diluar membran spermatozoa, antara lain faktor biofisika dan faal meliputi viskositas, pH, temperatur, dan komposisi ion dalam media yang ada disekelilingnya. Faktor endogen merupakan keadaan individu spermatozoa yang berkaitan antara lain dengan umur spermatozoa, tingkat maturasi spermatozoa, sifat biokimia dan juga faktor yang mempengaruhi tersedianya energi.