

# **THE ROLE of CAUSE of DEATH BY LIGATURE ASPHYKSIA AND BLOODING PRICKING TO RIGOR MORTIS MECHANISM at NEW ZEALAND WHITE RABBIT**

**Fitri Juliarto\*, Arif Rahman Saddam\*\*, Santoso\*\***

## **ABSTRACT**

**Background** :The number of criminal in Indonesia was increasing. Most of crime is in case of pricking and ligating. Pricking will cause bleeding, so that will be happened by degradation of this tissue perfusion. It caused decrease supply of oxygen. While at asphyxia which because of trapping, hence the body will experience of oxygen insufficiency of caused by its corking of upper airway so that will be happened by insufficiency of oksigen. So. ATP obtained from of through process of aerobic glikolisis . Losing ATP will stopped muscle contractin cause muscle contraction needed energi.

**Objective**: assest the rule of cause of death by ligature asphyksia and bleeding pricking to rigor mortis mechanism at New Zealand rabbit.

**Method** : Type of research is experimental with device post test only group design using 32 masculine rabbit of strain New Zealand White. Rabbit is 32 tail which divided into 2 group that is first treatment group and the second treatment. Each group 16 hare tail. First treatment group killed by ligation at neck , second group treatment killed by pricking at neck.

**Result** : From research found time difference of process of rigor mortis(stieffening) between bleeding and asphyxia. From both the things got that process of rigor mortis at group I happened quicker than group II.

**Conclusion** : From research result got that rigor mortis ( stiffening) at group of bleeding pricking happened to be quicker than group of ligature asphyxia.

**Keyword** : rigor mortis, bleeding, asfiksia

\*\* Student of Faculty Of Medicine of University Diponegoro

\*\* Lector in Forensik of Faculty Of Medicine of University Diponegoro

# **PENGARUH SEBAB KEMATIAN PADA ASFIKSIA YANG DIAKIBATKAN OLEH PENJERATAN DAN PERDARAHAN YANG DIAKIBATKAN OLEH PENUSUKAN TERHADAP PROSES TERJADINYA RIGOR MORTIS PADA KELINCI STRAI NEW ZEALAND WHITE**

**Fitri Juliarto\*, Arif Rahman Saddam \*\*, Santoso\*\***

## **ABSTRAK**

**Latar Belakang**: Angka kejahatan di Indonesia terus meningkat. Kejahatan terbanyak terjadi pada kasus penusukan dan penusukan. Penusukan akan menyebabkan perdarahan, sehingga akan terjadi penurunan perfusi jaringan. Hal ini menyebabkan suplai oksigen ke jaringan menurun. Sedangkan pada asfiksia yang disebabkan oleh penjeratan, maka tubuh akan mengalami kekurangan oksigen karena adanya sumbatan pada jalan nafas bagian atas sehingga akan terjadi kekurangan oksigen. Sehingga produksi ATP melalui metabolisme aerob akan menurun. Dengan kehilangan ATP maka tidak terjadi kontraksi otot karena untuk diperlukan kontraksi otot diperlukan energi.

**Tujuan**: Menilai adanya pengaruh mengetahui pengaruh sebab kematian pada asfiksia yang diakibatkan oleh

penjeratan dan perdarahan yang diakibatkan oleh penusukan terhadap proses terjadinya rigor mortis pada kelinci strain *New Zealand White*.

**Metode :** Jenis penelitian yang dilakukan adalah experimental dengan rancangan *post test only group design* yang menggunakan 32 kelinci jantan strain *New Zealand White*. Kelinci yang digunakan adalah 32 ekor yang dibagi dalam 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan pertama (I) dan perlakuan kedua (II). Masing-masing kelompok 16 ekor kelinci. Kelompok perlakuan pertama dimatikan dengan cara di jerat, kelompok perlakuan kedua dimatikan dengan cara ditusuk pada leher.

**Hasil :** Dari hasil penelitian ditemukan adanya perbedaan waktu pada proses rigor mortis(kaku) antara perdarahan dan asfiksia. Dari kedua hal diatas maka didapatkan bahwa proses rigor mortis pada kelompok I terjadi lebih cepat daripada kelompok II.

**Kesimpulan :** Dari hasil penelitian didapatkan bahwa rigor mortis (kaku) pada kelompok perdarahan akibat penusukan lebih cepat terjadi dibandingkan dengan kelompok asfiksia akibat penjeratan.

\*\*Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

\*\*Staf Pengajar Bagian Forensik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

## PENDAHULUAN

Didalam krisis ekonomi sekarang ini, terdapat peningkatan jumlah kejahatan di Indonesia. Beberapa daerah seperti DKI Jakarta mengalami kejahatan empat kali dalam sehari. Bentuk Kejahatan yang tertinggi dapat berupa pencurian dengan tindak kekerasan<sup>1</sup>

Kekerasan dapat dibagi menjadi dua golongan. Kekerasan akibat benda tumpul dan kekerasan akibat benda tajam. Kekerasan akibat benda tumpul diartikan sebagai kekerasan akibat benda yang keras dan tumpul. Sedangkan kekerasan dengan senjata tajam diartikan sebagai kekerasan yang diakibatkan oleh benda-benda tajam seperti pisau. Kedua hal diatas dapat dibedakan dengan mengenali dari sifat-sifat lukanya. Salah satu akibat dari kekerasan benda tumpul adalah luka memar dan luka lecet (abrasi). Bentuk luka seperti ini dapat memberikan petunjuk penyebabnya misalnya seperti tali. Tindak kejahatan yang sering dilakukan misalnya pada penjeratan atau kasus bunuh diri. Sedangkan kekerasan dengan senjata tajam adalah kekerasan yang disebabkan oleh benda-benda tajam seperti pisau. Ciri umum dari luka tajam akibat garis batas luka teratur, tepinya rata, sudutnya runcing, bila ditautkan rapat<sup>2</sup>

Pada penjeratan berpengaruh pada tersumbatnya jalan nafas bagian atas (nares anterior sampai dengan bronkiolus terminalis)<sup>3</sup>. Dalam tahap awal tersumbatnya jalan nafas akan terdapat tanda-tanda hipoksemia dan hiperkarbia. Tanda hipoksemia dan hiperkarbia adalah sebagai berikut:-pada SSP:depresi SSP, Sistem kardiovaskuler: tekanan darah meningkat dan nadi menurun yang akan dilanjutkan dengan bradikardi dan hipotensi, Sistem respirasi:frekwensi nafas berkurang tachypneu, tidal volume menurun ,nafas cuping hidung tanda-tanda retraksi, dsb<sup>4</sup>. Apabila tidak dikoreksi akan terjadi asfiksia, adanya asfiksia maka akan terjadi penurunan perfusi jaringan yang berakibat kurangnya oksigen sebagai bahan dalam metabolisme dan aktivitas sel yang berakibat pada kematian sel (nekrosis).<sup>5</sup>

Sedangkan pada kekerasan akibat senjata tajam dapat mengakibatkan perdarahan yang akan menyebabkan terjadinya syok hemoragik<sup>5</sup>. Syok hemoragik akan berakibat kurangnya perfusi jaringan yang mengakibatkan kurangnya oksigen pada sel. Kekurangan oksigen akan menghambat metabolisme sel yang akan digunakan untuk pembuatan energi yang digunakan untuk aktivitas sel. Hal ini akan menyebabkan nekrosis sel.<sup>6</sup>

Dari uraian diatas maka dapat dibuat kesimpulan bahwa kedua bentuk kekerasan diatas dapat menyebabkan kurangnya perfusi oksigen ke jaringan yang dapat menyebabkan kematian sel. Kematian sel akan berlanjut menjadi kematian organ dan menjadi kegagalan multi organ.<sup>5</sup>

Salah satu dari tanda –tanda kematian adalah rigor mortis (kaku) . Kaku ini merupakan tidak ada cadangan energi didalam jaringan otot karena tidak adanya ATP dan fosfokreatinin di dalam tubuh. Satu molekul glukosa akan diubah menjadi 40 ATP dengan bantuan oksigen. Sedangkan fosfokreatinin akan diubah menjadi ATP dan kreatin didalam tubuh. Tidak adanya ATP sebagai sumber utama energi akan menghentikan proses metabolisme dan aktivitas sel. Sehingga tidak ada kontraksi otot yang terjadi karena untuk kontraksi otot diperlukan energi<sup>7</sup>

Kekurangan oksigen akan menentukan kecepatan kematian sel. Pada kasus asfiksia, kekurangan oksigen berlangsung secara perlahan-lahan, sedangkan pada kasus perdarahan kekurangan oksigen akan berlangsung cepat. Dengan adanya kedua jenis trauma diatas maka akan berpengaruh terhadap proses rigor mortis (kaku).

Dengan memperhatikan latar belakang diatas maka dapat diambil suatu perumusan masalah sebagai berikut:Apakah ada pengaruh cara kematian pada asfiksia yang diakibatkan oleh penjeratan dan perdarahan yang diakibatkan oleh penusukan terhadap proses terjadinya rigor mortis pada kelinci strain *New Zealand White*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sebab kematian pada asfiksia yang diakibatkan oleh penjeratan dan perdarahan yang diakibatkan oleh penusukan terhadap proses terjadinya rigor moris pada kelinci strain *New Zealand White* .

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bersifat sebagai informasi pada peneliti lain mengenai adanya perbedaan waktu terjadinya rigor mortis (kaku mayat) antara asfiksia dan perdarahan.

#### *METODE PENELITIAN*

Jenis penelitian yang dilakukan adalah experimental dengan rancangan *post test only control group design* yang menggunakan binatang coba sebagai obyek percobaan.

Penentuan sampel menggunakan rumus Ferderer :  $(n - 1) \times (t - 1) \geq 15$  dimana **n** = besar sampel tiap kelompok , **t** = jumlah kelompok perlakuan. Jumlah kelompok perlakuan adalah **2 (t = 2)** sehingga berdasar rumus tersebut, didapatkan  $(n - 1) \times (2 - 1) \geq 15$ , maka ditentukan jumlah sampel tiap kelompok perlakuan adalah **16 (n = 16)** sehingga besar sampel yang dibutuhkan  $16 \times 2 = 32$ .Maka digunakan 32 kelinci jantan strain *New Zealand White* dengan umur 1-2 tahun , berat 500-1500 gram, tidak ada caat secara anatomis dan sehat, diadaptasi selama 1 minggu, dan diberi pakan dan minum secara ad libitum. Kelinci yang digunakan adalah 32 ekor yang dibagi dalam 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan pertama dan perlakuan kedua. Masing-masing kelompok 16 ekor kelinci.

Kelompok perlakuan pertama dimatikan dengan cara di jerat Kemudian difiksasi di papan yang telah disediakan. Setelah hewan coba tersebut mati maka otot gastrocnemius di buka dengan menggunakan scalpel, jaringan cutis dan subcutis dibersihkan sehingga hanya terlihat serabut otot gastrocnemius. Otot dipotong dengan gunting dan ujungnya ditali dan dihubungkan dengan katrol beban. Kemudian diperiksa kontraksi otot pada setiap 0,5(setengah) jam sampai dua jam.

Kelompok perlakuan kedua dimatikan dengan cara ditusuk pada leher kemudian difiksasi di papan yang telah disediakan. Setelah hewan coba tersebut mati maka otot gastrocnemius di buka dengan menggunakan scalpel, jaringan cutis dan subcutis dibersihkan sehingga hanya terlihat serabut otot gastrocnemius. Otot dipotong dengan gunting dan ujungnya ditali dan dihubungkan dengan katrol beban. Kemudian diperiksa kontraksi otot pada setiap 0,5 (setengah)jam sampai dengan dua jam.

Data kemudian dianalisa secara deskriptif untuk mengetahui distribusi data.Karena data merupakan data yang non parametrik kemudian dilakukan uji beda pada kontraksi otot setiap 30 menit pada masing-masing kelompok.Jika nilai  $p \leq 0,05$  maka perbedaan yang bermakna, jika  $p \geq 0,05$  maka tidak ada perbedaan yang bermakna.

Apabila tidak terdapat perbedaan maka tidak didapatkan perbedaan kontraksi otot yang berarti pada saat itu terjadi proses rigor mortis(kaku mayat).Kemudian hasil dibandingkan antara kelompok I dan kelompok II untuk melihat adanya perbedaan waktu antara kelompok I dan kelompok II.Pengolahan dan analisa data menggunakan program SPSS(Statistic Package for Sosial Science).

### HASIL PENELITIAN

Pada Penelitian didapatkan pengukuran kontraksi otot sebagai berikut :

NO	Perdarahan				Asfiksia			
	Menit3 0	Menit6 0	Menit9 0	Menit12 0	Menit3 0	Menit6 0	Menit9 0	Menit12 0
I	6,17	15,34	12,34	9,25	3,08	6,17	6,17	3,08
II	6,17	12,34	9,25	3,08	9,25	15,43	12,34	9,25
III	6,17	038	0,77	3,08	3,08	0,38	1,54	0,77
IV	6,17	6,17	3,08	3,08	3,08	6,17	12,34	6,17
V	3,08	3,08	0,77	0,38	3,08	6,17	9,25	3,08
VI	3,08	6,17	1,54	0,77	3,08	6,17	15,43	6,17
VII	3,08	6,17	3,08	3,08	3,08	9,25	15,43	6,17
VIII	3,08	9,25	6,17	3,08	3,08	6,17	6,17	3,08
IX	6,17	9,25	6,17	3,08	6,17	9,25	6,17	3,08
X	6,17	9,25	9,25	3,08	6,17	9,25	9,25	3,08
XI	6,17	9,25	12,34	9,25	3,08	6,17	9,25	9,25
XII	3,08	6,17	6,17	3,08	3,08	6,17	9,25	9,25
XIII	6,17	9,25	6,17	1,54	3,08	6,17	12,34	9,25

XIV	6,17	9,25	12,34	6,17	6,17	9,25	6,17	6,17
XV	3,08	9,25	6,17	6,17	3,08	6,17	12,34	9,25
XVI	6,17	3,08	1,54	0,38	3,08	9,25	15,34	12,34

Kemudian dari data diatas di uji beda tiap menit pada kelompok I dan kelompok II Apabila terdapat kelompok dengan  $p > 0,005$  maka tidak terdapat perbedaan kontraksi maka tidak terjadi kontraksi otot. Pada keadaan ini maka disimpulkan bahwa saat itu terjadi proses rigor mortis .Kemudian hasil tersebut dibandingkan antara perlakuan I adan Perlakuan II maka akan terdapat perbedaan waktu saat terjadinya rigor mortis.

.Hasil uji Wilcoxon Signed Ranks Test untuk menilai perbandingan tiap kelompok dengan dilihat pada tabel.

Analisa pada kelompok perdarahan:

	Menit30-menit60	Menit60-menit90	Menit90-menit120
Asymp.sig	0,027	0,062	0,003

Pada hasil uji non parametrik kolmogrov smirnov pada kelompok perdarahan didapatkan tidak ada perbedaan pada menit ke60 dan 90 ( $p > 0,005$ ). Hal ini menunjukkan bahwa rigor mortis (kaku) terjadi pada menit ke 60-90 karena pada menit tersebut tidak terjadi kontraksi otot yang menunjukkan sifat rigor (kaku) pada otot tersebut.

Pada hasil uji non parametrik Wilcoxon Signed Ranks Test pada kelompok asfiksia :

	Menit30-menit60	Menit60-menit90	Menit90-menit120
Asymp.sig	0,000	0,032	0,001

Dari data diatas didapatkan bahwa semua hasil menunjukkan ada perbedaan ( $p < 0,005$ ). Hal ini menunjukkan masih adanya kontraksi otot meskipun terdapat penurunan kekuatan kontraksi otot. Hal ini disebabkan karena menurunnya jumlah cadangan energi dalam otot. Hal ini dapat disimpulkan bahwa rigor mortis (kaku mayat) terjadi pada menit  $> 120$ .

Dari kedua hal diatas maka dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa proses rigor mortis opada kelompok II (asfiksia) terjadi lebih lambat daripada kelompok I (perdarahan), maupun sebaliknya.

## PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian didapatkan ada perbedaan pada proses kematian pada rigor mortis (kaku) pada kelompok perdarahan akibat penusukan dan kelompok asfiksia akibat penjeratan.

Hal ini dapat dinilai adanya perbedaan waktu antara kelompok perdarahan dan asfiksia. Pada kelompok perdarahan rigor mortis terjadi pada menit 60 dan menit 90, sedangkan pada kelompok asfiksia rigor mortis (kaku) terjadi pada menit >120.

Pada kelompok perdarahan, proses rigor mortis terjadi pada menit 60 dan menit 90 karena pada menit tersebut tidak ada perbedaan ( $p > 0,05$ ) kontraksi otot yang terjadi. Pada menit tersebut otot telah mulai kehilangan ATP dan fosfokreatinin yang digunakan sebagai sumber utama energi didalam otot. Kehilangan energi menyebabkan tidak adanya energi sebagai motor penggerak aktivitas otot. Sehingga pada menit 60 dan menit 90 otot telah mengalami rigor mortis (kaku).

Pada kelompok asfiksia, proses rigor mortis (kaku) tidak terjadi pada menit  $\leq 120$ . Pada menit 30 dan menit 60 masih terdapat perbedaan kontraksi otot yang terjadi. Pada menit tersebut terjadi kenaikan kekuatan kontraksi otot yang terjadi karena masih tersedianya sumber energi didalam otot. Pada menit 60 dan menit 90 masih terdapat perbedaan kontraksi otot. Pada menit ini terjadi berbagai variasi bentuk. Ada yang mengalami penurunan kontraksi maupun kenaikan kekuatan kontraksi. Sedangkan pada menit 90 dan menit 120 banyak yang mengalami penurunan kekuatan kontraksi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rigor mortis (kaku) terjadi pada menit >120.

Dari kedua data diatas dapat disimpulkan bahwa kekakuan otot pada kelompok perdarahan terjadi lebih cepat daripada kelompok asfiksia. Hal ini diakibatkan karena pada kelompok perdarahan kehilangan oksigen terjadi lebih cepat. Kehilangan oksigen disebabkan adanya kehilangan darah yang cepat (akut). Didalam darah terdapat hemoglobin yang salah satu fungsinya adalah bahan transport oksigen keseluruh tubuh<sup>6</sup>. Oksigen akan berikatan dengan hemoglobin yang akan ditransport ke seluruh tubuh melalui sistem arteri maupun vena. Sedangkan pada kelompok asfiksia, kehilangan oksigen berlangsung lebih lambat, sehingga kehilangan ATP akan berlangsung lambat. Dalam hal ini proses rigor mortis akan berlangsung lebih lama.

Setiap otot baik otot serat lintang, otot polos maupun otot jantung memiliki simpanan glikogen didalam otot. Glikogen merupakan bentuk lain dari glukosa yang diubah untuk dijadikan sebagai cadangan energi. Didalam tubuh glikogen banyak disimpan didalam hati dan otot. Apabila dibutuhkan maka glikogen dapat diubah menjadi glukosa yang merupakan sumber energi didalam tubuh. Setiap satu molekul glukosa akan diubah

menjadi 40 ATP. Tanpa ATP tubuh tidak dapat melakukan menjadi metabolisme, sehingga kekurangan ATP dapat menyebabkan proses kematian sel.<sup>6,8</sup>

Lebih secara rinci, bahwa yang terjadi adalah membran sel otot yang menjadi lebih permeabel terhadap ion calcium. Aktivitas sel otot menggunakan banyak energi untuk mengangkut ion calcium keluar dari sel. Ion calcium yang mengalir ke dalam sel otot mempromosikan pemasangan jembatan silang (cross-bridge) antara actin dan myosin, dua jenis serabut yang bekerja sama di dalam otot. Sehingga serabut otot akan menjadi lebih pendek dan lebih pendek sampai mereka secara penuh berkontraksi/memendek atau sepanjang neurotransmitter acetylcholine dan molekul energi adenosine triphosphate (ATP) masih ada. Bagaimanapun, otot memerlukan ATP dalam rangka melepaskan suatu kontraksi/pemendekkan (digunakan untuk pompa calcium ke luar dari sel sehingga serabut dapat membuka dari satu sama lain). ATP cadangan dengan cepat dilepaskan untuk kontraksi otot dan proses selular yang lain. Ini berarti actin dan myosin serabut akan tetap berhubungan sampai otot tersebut mengalami relaksasi sekunder.<sup>9</sup>

Pada penelitian yang lain yang dilakukan oleh Kobayashi et al, membuktikan bahwa proses rigor mortis (kekakuan) maju dengan cepat di dalam otot merah dibanding di dalam otot putih ditunjukkan dengan adanya korelasi positif antara waktu dengan proses kekakuan (rigor mortis). Perbedaan dalam kekakuan rigor mortis antara otot ini dicerminkan oleh perbedaan di dalam kekakuan mortis antara serabut otot yang utama, tetapi penyebab dari kemajuan kekakuan mortis cepat di dalam serabut otot merah yang tak diketahui. Kehilangan ATP, yang memudahkan kekakuan mortis, akan bersifat lebih cepat di dalam otot merah dibanding di dalam otot putih. Adalah dimungkinkan pada keadaan postmortem produksi ATP akan lebih sedikit di dalam otot merah dibanding di dalam otot putih sebab serabut otot merah berisi lebih sedikit glycogen dibanding serabut otot putih<sup>10</sup>

Selain faktor diatas,kekakuan juga dipengaruhi oleh suhu. Pada penelitian kobayashi yang lain menunjukkan bahwa proses rigor mortis terjadi lebih cepat pada suhu 37<sup>0</sup> celcius daripada suhu 25<sup>0</sup> celcius.Kenaikan 1<sup>0</sup> akan berpengaruh pada peningkatan 10% basal metabolisme tubuh.Sehingga akan meningkatkan kebutuhan energi didalam tubuh.



## *KESIMPULAN*

Terdapat perbedaan pada proses kematian antara perdarahan akibat penusukan dan asfiksia akibat penjeratan pada proses rigor mortis kelinci strain *New Zealand White*. Didalam kelompok perdarahan waktu rigor mortis terjadi lebih cepat daripada kelompok asfiksia. Pada kelompok perdarahan rigor mortis terjadi pada menit60-menit90, sedangkan pada kelompok asfiksia terjadi pada menit >120.

## *SARAN*

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh suhu pada proses rigor mortis pada kematian akibat perdarahan dan asfiksia.

## *UCAPAN TERIMA KASIH*

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan puji syukur ke hadirat ALLOH SWT yang telah memberikan segala kemudahan atas selesainya pengerjaan artikel ini. Kemudian penulis ingin berterima kasih kepada berterimakasih Yang terhormat dr.Santoso Sp.F dan dr.Arif Rahman Sadding Sp.F Mmed , selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.

Kemudian rasa terima kasih ingin penulis ucapkan kepada kedua orang tua, dr Gatot S Sp.F dan seluruh staf forensik yang telah membantu penulis, dr.Endang SpRM dan seluruh staf pengajar bagian faal yang telah memberikan masukan bagi penulis. Tak lupa pula kepada mas kristiawan, fahmy yamany yang telah bersusah payah meluangkan waktu untuk membantu penulis.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Anonim. Tingkat kriminalitas sekarang semakin mengkhawatirkan. Jakarta, 2003. Availabel from <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0301/metro/72112.htm>.
2. Dahlan S. Pedoman bagi dokter dan penegak hukum. Ilmu kedokteran forensik, cetakan III. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, 2004:47-107
3. Rahmatullah, Pasiyan. Ilmu penyakit paru(pulmunologi). Semarang: Bagian Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. 1993. pn1

4. Witjaksono. Pemantauan selama anestesi. Diktat kuliah anestesi.Semarang. Bagian anesthesiologi FK UNDIP/RSDK.7
5. Ganong FW. Buku ajar fisiologi kedokteran edisi 17, alih bahasa dr.m.Jauhari Widjajakusuma. Jakarta. EGC, 1998:667-78
6. Sarjadi.Patologi umum. Semarang:Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, 2003:65-82
7. Knight B.Forensic pathology second ed. New york:Oxford University Press, 1967:60-3
8. Guyton CA. Buku ajar fisiologi kedokteran edisi 9, alih bahasa dr. Irawati Setiawan dkk. Jakarta. EGC, 1997: 1129-1133
9. Helmenstine,Marie Anne.What causes rigor mortis? Chemistry of muscle fibers Available from <http://ourstory.about.com/aa061903a.htm>
10. Kobayashi M. Why does rigor mortis progress downwards? Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology, 2002; Vol. 3, No. 2  
(July–December 2002):[http://anil298.tripod.com/vol\\_003\\_no\\_002/papers/paper001.html](http://anil298.tripod.com/vol_003_no_002/papers/paper001.html); Published July 1, 2002, (Accessed: December 31, 2005)