

Gambaran makroskopik dan mikroskopik otak besar pada hewan coba *postmortem*

¹Steven Korobitua
²Sunny Wangko
²Shane H. R. Ticoalu

¹Kandidat Skripsi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado
²Bagian Anatomi-Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado
Email: lgsteven@yahoo.co.id

Abstract: Most brain cells belong to pyramidal cells which are very sensitive toward conditions that cause cell death. This study was aimed to obtain macroscopic and microscopic *postmortem* changes of the brain according to time variations up to 48 hours. This study was conducted at Histology Laboratorium, Medical Faculty of Sam Ratulangi University, Manado. Two domestic pigs weighing 20 kg were used as models. Macroscopic and microscopic observations were done at certain interval times. The results showed that at 16 hours *postmortem*, the brain looked pale, its consistency became softer and watery, and the inner part would crumble under touch. At 44 hours *postmortem* most of the brain became watery which was complete at 48 hours *postmortem*. Microscopic observations were done on brain samples at time intervals, as follows: 1 hour, 2 hours, 3 hours, 4 hours, 5 hours, 6 hours, 9 hours, 10 hours, 12 hours, 14 hours, 16 hours, 18 hours, 20 hours, 22 hours, and 24 hours *postmortem*. The earliest microscopic change was observed at 3 hours *postmortem* as the enlargement of clear zones around the pyramidal cells. At 7 hours *postmortem*, the pyramidal cells became flattened, darker, and shorter. At 18 hours *postmortem*, the pyramidal cells underwent fragmentation, and at 24 hours *postmortem* they became lysis leaving empty spaces. **Conclusion:** All parts of the brain became watery at 48 hours *postmortem*. The microscopic changes were the enlargement of clear zones around the pyramidal cells, the cells became darker, flattened, and shorter, underwent fragmentation and lysis leaving empty spaces.

Keywords: *postmortem*, macroscopic and microscopic changed, pyramidal cell

Abstrak: Sebagian besar sel penyusun otak ialah sel piramidal yang sangat peka terhadap keadaan yang dapat menyebabkan kematian sel. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perubahan makroskopik dan mikroskopik *postmortem* dari otak besar berdasarkan variasi waktu sampai 48 jam pada hewan coba. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado. Hewan coba ialah dua ekor babi domestik, berat badan sekitar 20 kg. Pengamatan makroskopik dan mikroskopik dilakukan pada interval waktu tertentu. Hasil penelitian mendapatkan pada 16 jam *postmortem* otak besar tampak pucat, konsistensi melunak, berair, dan bagian dalam akan hancur bila disentuh. Pada 44 jam *postmortem* sebagian besar bagian otak besar telah mencair yang menjadi lengkap pada 48 jam *postmortem*. Pengamatan mikroskopik dilakukan terhadap sediaan otak besar dengan interval waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, 9 jam, 10 jam, 12 jam, 14 jam, 16 jam, 18 jam, 20 jam, 22 jam, 24 jam *postmortem*. Perubahan mikroskopik paling awal terlihat pada 3 jam *postmortem* berupa zona jernih mengelilingi sel-sel piramidal. Pada 7 jam *postmortem* sel-sel piramidal tampak gelap, memipih, dan memendek. Pada 18 jam *postmortem* sel-sel piramidal mengalami fragmentasi dan lisis pada 24 jam *postmortem* dengan meninggalkan ruang-ruang kosong. **Simpulan:** Seluruh otak besar telah mencair pada 48 jam *postmortem*. Perubahan mikroskopik yang teridentifikasi ialah pelebaran zona jernih sekeliling sel piramidal, sel-sel piramidal tampak gelap, memipih, dan memendek, fragmentasi, dan lisis pada 24 jam *postmortem* dengan meninggalkan ruang-ruang kosong.

Kata kunci: *postmortem*, perubahan makroskopik and mikroskopik, sel piramidal

Otak manusia mencakup sekitar 2% dari berat badan orang dewasa, menerima 20% dari curah jantung, serta memerlukan sekitar 20% pemakaian oksigen tubuh dan sekitar 400 kilokalori energi setiap harinya. Otak memberi arahan yang mengatur urutan aktifitas untuk memulai gerakan dan mengatur keseimbangan.¹ Sebagian besar sel penyusun otak ialah sel piramidal dengan badan sel besar, berbentuk piramid, tetapi sitoplasma kurang padat.² Kerusakan sel piramidal dapat dijumpai pada keadaan-keadaan patologik, termasuk strok. Strok merupakan penyebab kecacatan tertinggi di dunia dan termasuk salah satu keadaan yang merusak sel-sel otak. Menurut *American Heart Association* (AHA), angka kematian penderita strok di Amerika setiap tahunnya 50-100 dari 100.000 orang penderita.³

Dewasa ini pernyataan kematian secara medik dan hukum (medikolegal) menggunakan definisi mati serebral: "kematian terjadi ketika semua fungsi serebral berhenti dan *irreversible*/tidak dapat kembali lagi." Kriteria medikolegal untuk menentukan *brain death* (mati serebral) di antaranya ialah dilatasi bilateral dan fiksasi pupil, hilangnya semua refleks, berhentinya pernapasan tanpa bantuan, berhentinya aktifitas jantung, dan jejak gelombang otak datar.⁴

Manusia yang mati secara abnormal seringkali meninggalkan sisa jasad yang dapat mengungkap terjadinya kematian melalui ilmu forensik. Dalam antropologi forensik jarak antara waktu mati dan ditemukannya meninggal disebut interval pascamerta (*postmortem interval*). Lama waktu kematian dapat diperkirakan dengan berbagai pemeriksaan, antara lain pemeriksaan histopatologik.⁴

Autolisis merupakan perlembatan dan pencairan jaringan yang terjadi dalam keadaan steril melalui proses kimia yang disebabkan oleh enzim-enzim intrasel; dengan kata lain autolisis merupakan penghancuran jaringan atau sel-sel dari suatu organisme oleh enzim-enzim yang diproduksi oleh sel-sel itu sendiri. Organ-organ yang kaya dengan enzim akan

mengalami proses autolisis lebih cepat dari pada organ-organ yang memiliki sedikit enzim.⁵ Untuk mengetahui waktu saat kematian dapat dilihat dari gambaran histopatologik atau lisis sel organ tubuh jenazah.^{6,7}

Pemilihan penggunaan hewan coba *Sus domesticus* (babi lokal) dalam penelitian dunia medis memiliki pertimbangan yaitu babi merupakan mamalia dengan struktur anatomi dan fisiologi yang tidak jauh berbeda dengan manusia. Genom babi tiga kali lebih dekat dengan genom manusia dari pada tikus.⁸

Pada penelitian ini, diamati perubahan morfologik *postmortem* pada otak besar baik makroskopik dan mikroskopik. Otak besar manusia dibagi menjadi dua bagian yaitu hemisfer serebrum kiri dan kanan yang saling berhubungan melalui korpus. Bagian luar dari otak besar/serebrum disebut korteks serebri tersusun oleh substansia grisea. Secara mikroskopik, korteks serebri terbagi atas 6 lapisan, yaitu: 1) lapisan molekular; 2) lapisan granular luar; 3) lapisan sel piramidal luar; 4) lapisan granular dalam; 5) lapisan sel piramidal dalam; dan 6) lapisan multiformis. Sel-sel penyusun korteks serebri ialah sel neuron dan glia. Sel neuron utama ialah sel piramidal yang merupakan unit eksitasi utama pada korteks prefrontal mamalia.⁹

Sampai saat ini penelitian mikroskopik *postmortem* pada otak besar untuk perkiraan lama waktu kematian belum diaplikasikan dalam kepentingan medikolegal. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dikembangkan dan diaplikasikan untuk membantu penyelidikan dalam bidang forensik, antara lain menentukan perkiraan lama waktu kematian.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan ialah deskriptif. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado dan Pusat Diagnostik Patologi Anatomi Manado pada bulan November 2016. Subjek penelitian yaitu dua ekor babi

domestik, dengan kriteria: babi dengan berat 20 kg, secara fisik aktif, sehat, dan tidak ada luka pada tubuh. Dilakukan pengamatan bentuk dan konsistensi otak besar, serta pengamatan mikroskopik terhadap sel piramidal menggunakan mikroskop cahaya Olympus CX21FS1 pembesaran 40x, 100x, dan 400x serta Optilab viewer.

HASIL PENELITIAN

Sampel otak besar hewan coba diambil setelah hewan coba dinyatakan mati. Rerata suhu ruangan 28,6°C dan kelembaban ruangan 77,7%.

Gambaran makroskopik otak besar hewan coba pada 1 jam *postmortem* yaitu otak berwarna coklat pucat dengan konsistensi kenyal menyerupai agar-agar yang serupa dengan otak manusia. Pada 3 jam *postmortem* bagian luar otak kekenyalannya mulai berkurang dan pada 6 jam *postmortem* bagian bawah otak besar mulai memucat, dan bagian dalam otak mulai melunak. Pada 8 jam *postmortem* warna otak semakin pucat dan konsistensi otak dibagian dalam semakin lunak, dan berair. Pada 14 jam *postmortem* warna otak pucat, konsistensi semakin lunak, berair, kelenturan berkurang, dan bagian dalam akan hancur bila disentuh. Pada 16 jam *postmortem* bagian dalam otak sudah memuti dengan konsistensi yang sama. Pada 28 jam *postmortem* bagian luar otak berwarna pucat kebiruan dan bagian dalam otak hancur sudah tidak berstruktur. Pada 44 jam *postmortem* seluruh bagian otak mencair, kecuali bagian atas yang mengeras, dan pada 48 jam seluruh otak telah mencair.

Gambaran mikroskopik otak besar hewan coba *postmortem* difokuskan pada perubahan yang terjadi pada sel piramidal menggunakan pembesaran 400x. Pada 3 jam *postmortem* badan sel piramidal ditemukan dikelilingi oleh zona jernih (Gambar 3) sedangkan pada 7 jam *postmortem* badan sel piramidal tampak mulai memipih dan memendek (Gambar 4). Pada 18 jam *postmortem*, sel-sel piramidal tampak memadat, berwarna gelap, dan

memendek. Sel-sel piramidal mulai mengalami fragmentasi pada 20-22 jam *postmortem*. Jumlah sel mulai tampak berkurang dan pada 24 jam *postmortem* sebagian besar sel piramidal telah mengalami lisis dengan meninggalkan ruang-ruang kosong.

Tabel 1 memperlihatkan rerata jumlah sel piramidal pada jaringan otak besar hewan coba *postmortem* pada 5 lapang pandang (LP 400x). Hasil pengamatan mendapatkan rerata jumlah sel piramidal mulai menurun sejak 12 jam *postmortem*.

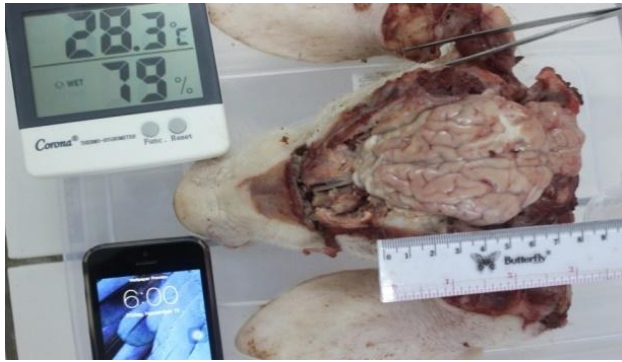
Tabel 1. Perubahan jumlah sel piramidal pada jaringan otak besar hewan coba *postmortem* pada 5 lapang pandang (LP) (400x)

<i>Postmortem</i>	Jumlah sel piramidal					Rerata
	LP 1	LP 2	LP 3	LP 4	LP 5	
1 jam	10	9	8	5	9	8
6 jam	11	13	8	10	9	10
12 jam	8	5	7	6	10	7
18 jam	6	7	5	5	4	5
24 jam	5	4	3	5	4	4

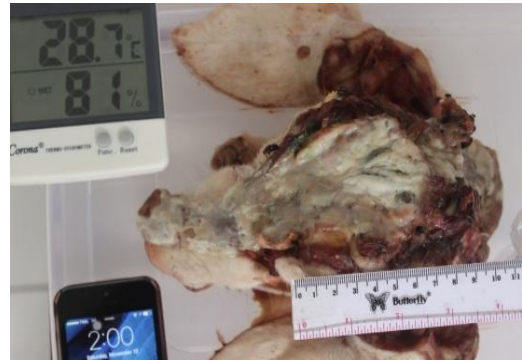
BAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan mikroskopik terhadap sel piramidal. Sel-sel ini ditemukan pada hampir seluruh region di otak besar, berbentuk khas sehingga mudah dikenal (bentuk piramid), dan berperan penting sebagai neuron eksitasi.¹⁰ Sel piramidal normal memiliki nukleus yang besar dengan nukleoli yang jelas sedangkan sel piramidal yang mulai mengalami nekrosis ditandai oleh inti yang piknotik (padat, berwarna lebih gelap) dengan batas sel tidak teratur.¹¹

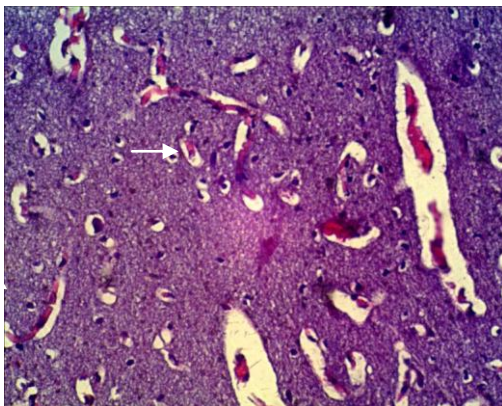
Terdapat beberapa faktor dan mekanisme yang dapat berperan dalam proses degenerasi sel neuron termasuk peningkatan stres oksidatif dan kerja radikal bebas. Kondisi stres dapat menyebabkan penurunan kecepatan aliran darah dan reaksi vasomotor, sehingga metabolisme otak terganggu dan akan memengaruhi neuron otak, termasuk sel piramidal pada hipokampus melalui kaskade iskemik.¹¹



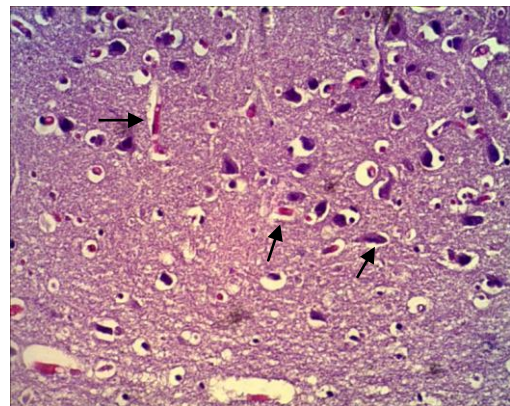
Gambar 1. Gambaran makroskopik otak besar hewan coba 16 jam *postmortem*



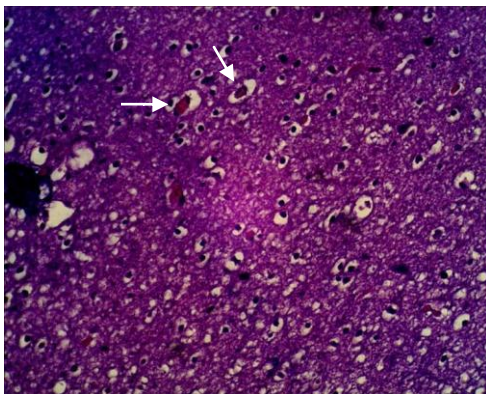
Gambar 2. Gambaran makroskopik otak besar hewan coba 44 jam *postmortem*



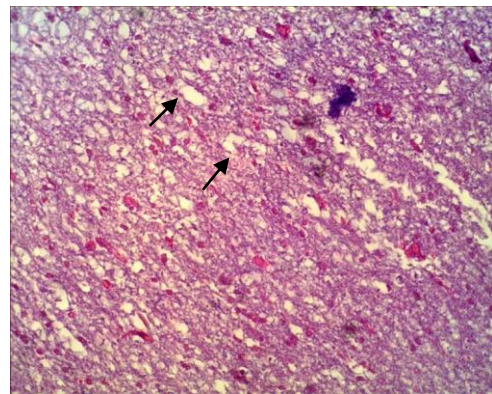
Gambar 3. Mikroskopik otak besar hewan coba 3 jam *postmortem*



Gambar 4. Mikroskopik otak besar hewan coba 7 jam *postmortem*. Sel piramidal tampak memipih dan memendek (anak panah)



Gambar 5. Mikroskopik otak besar hewan coba 18 jam *postmortem*. Sel piramidal tampak memadat, berwarna gelap, dan memendek (anak panah)



Gambar 6. Mikroskopik otak besar hewan coba 24 jam *postmortem*. Sebagian besar sel piramidal telah mengalami fragmentasi sampai lisis dengan meninggalkan ruang kosong (anak panah)

Perubahan-perubahan yang terjadi pada neuron, tahap awalnya terjadinya iskemik neuron ditandai dengan terbentuknya mikrovakuolisasi, yang ditandai

dengan: ukuran sel yang masih normal/ sedikit mengecil, inti sedikit mengecil, terjadi vakuola (mitokondria yang membengkak) di daerah perikarion dengan

diameter dapat mencapai 2 μm . Mikrovakuola dapat ditemukan pada neuron-neuron di hipokampus dan kortikal 5-15 menit setelah hipoksia. Tahap akhir kerusakan sel karena iskemia, ditandai dengan inti piknotik, karioreksis, kariolisis, bentuk sitoplasma tidak teratur, terbentuk krusta, dan terjadi perubahan yang homogen.¹²

Berbagai laporan penelitian menyatakan bahwa stroke juga merupakan penyebab kerusakan otak yaitu hilangnya peredaran darah ke otak. Jenis stroke yang sering ditemukan yaitu stroke iskemia dengan terhambatnya peredaran darah arterial ke dalam otak akibat adanya trombosis, emboli, atau gangguan lainnya. Akibat lanjut dari iskemia dan perdarahan dapat terjadi berbagai gangguan, di antaranya yaitu edema jaringan otak yang akan meningkatkan tekanan dalam otak dengan berbagai komplikasi.¹³

Penelitian ini mengasumsikan bahwa pada dasarnya otak diciptakan untuk bisa bertahan pada berbagai kondisi, dan sangat peka pada saat kehilangan atau kekurangan oksigen; demikian pula halnya dengan sel-sel lainnya yang berada di otak. Sel-sel neuron di dalam otak bertugas untuk menerima, mengubah, dan meneruskan rangsangan. Terjadinya perubahan pada sel-sel neuron otak dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Hasil penelitian Humam et al.¹³ menyatakan bahwa penurunan aliran darah ke otak dapat menyebabkan iskemia, yaitu ketika aliran darah menurun kurang dari 25 ml per 100 g/menit. Akibatnya sel-sel neuron tidak dapat mempertahankan metabolisme sehingga terjadi kekurangan sumber kalori berupa glukosa dan mineral, serta oksigen.

Pada penelitian ini, gambaran mikroskopik 3 jam *postmortem* otak besar hewan coba memperlihatkan terdapatnya ruang-ruang kosong di sekeliling sel. Hal ini mengasumsikan bahwa jaringan di sekitar sel tidak dapat lagi memasok nutrisi dan oksigen terhadap sel piramidal. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian Wibowo et al.¹⁴ yang menyatakan bahwa otak besar dan sistem saraf yang

mengalami nekrosis akibat kekurangan sumber kalori berupa glukosa dan mineral lain serta oksigen akan memicu terjadinya radikal bebas yang menyebabkan kondisi stres oksidatif dan selanjutnya terbentuk ruang-ruang di sekeliling sel piramidal yang mengalami nekrosis dan menyebabkan berkurangnya kepadatan jaringan otak.

Pada 7 jam *postmortem*, perubahan struktur sel piramidal tampak lebih nyata yaitu badan sel memipih dan memendek. Pada 12 jam *postmortem*, sebagian besar sel piramidal memperlihatkan badan sel makin memipih, memadat, dan tampak gelap, dengan ruang kosong yang besar di sekelilingnya. Dari perubahan gambaran mikroskopik *postmortem* pada penelitian ini dapat diasumsikan bahwa otak yang sangat rentan terhadap berbagai kondisi ternyata juga sudah dipersiapkan seoptimal mungkin untuk mampu bertahan meskipun sudah tidak mendapat pasokan nutrisi atau oksigen tetapi pada 12 jam *postmortem* perubahan mikroskopik telah ditemukan pada sebagian besar sel-sel piramidal.

Proses awal nekrosis pada otak mulai tampak cukup lama setelah terjadinya kematian otak. Pada penelitian ini, sel-sel piramidal dengan badan sel memipih dan memadat berlangsung hingga 18 jam *postmortem* kemudian sel-sel mulai mengalami fragmentasi pada 20-22 jam *postmortem*. Jumlah sel mulai tampak berkurang dan pada 24 jam *postmortem* sebagian besar sel piramidal telah mengalami lisis dengan meninggalkan ruang-ruang kosong.

Jumlah sel piramidal pada jaringan otak besar hewan coba *postmortem* dengan pembesaran 400 X pada 5 lapang pandang di setiap jam *postmortem* (Tabel 1) memperlihatkan penurunan seiring waktu. Pada 1 jam *postmortem* rerata jumlah sel piramidal sebanyak 8 sel; mengalami kenaikan pada 6 jam *postmortem* sebanyak 10 sel piramidal; pada 12 jam *postmortem* rerata jumlah sel piramidal sebesar 7 sel; rerata jumlah sel piramidal terus menurun hingga 18 jam *postmortem* hanya didapatkan 5 sel piramidal dengan sebagian besar sel yang telah mengalami

fragmentasi; dan akhirnya pada 24 jam *postmortem* didapatkan rerata sebanyak 4 sel piramidal dengan sebagian besar sel piramidal telah lisis. Sejak 12 jam *postmortem*, rerata jumlah sel piramidal terus menurun; hal ini mungkin disebabkan karena sel-sel piramidal telah mengalami fragmentasi yang berlanjut dengan lisis sehingga jumlah sel makin berkurang. Penurunan rerata jumlah sel piramidal pada 12 jam *postmortem* selaras dengan penelitian Lamsudin et al.¹⁵ yang menyatakan bahwa pada keadaan stroke saat melakukan perbaikan perfusi jaringan otak sangat ditentukan oleh periode waktu setelah serangan stroke. Pemberian terapi yang tepat pada waktu tersebut dapat mencegah kerusakan sel-sel otak dan memperbaiki penyembuhan. Waktu yang tepat untuk dimulainya terapi umumnya tidak melebihi 12 jam setelah serangan stroke; dengan kata lain pengobatan untuk perbaikan perfusi jaringan otak sangat penting dan bermanfaat bila diberikan dalam waktu tidak melebihi 12 jam setelah serangan.

Walaupun tidak dibuktikan secara statistik, hasil penelitian ini menunjukkan penurunan jumlah sel piramidal berlangsung seiring dengan waktu. Terdapat peningkatan rerata jumlah sel piramidal pada 6 jam *postmortem* belum dapat dijelaskan pada penelitian ini. Untuk penelitian lanjut disarankan untuk menggunakan jumlah lapangan pandang yang lebih banyak dan dianalisis secara statistik.

Hasil penelitian mendapatkan pada pada 1 jam *postmortem* yaitu otak berwarna coklat pucat dengan konsistensi kenyal menyerupai agar-agar yang serupa dengan otak manusia.¹³ Pada 16 jam *postmortem* otak besar tampak pucat, konsistensi melunak, berair, dan bagian dalam akan hancur bila disentuh (Gambar 1). Pada 44 jam *postmortem* sebagian besar bagian otak besar telah mencair (Gambar 2). Proses-proses ini terjadi akibat proses autolisis.^{16,17}

SIMPULAN

Pada penelitan ini dilakukan

pengamatan makroskopik dan mikroskopik otak besar hewan coba *postmortem*. Perubahan gambaran makroskopik ialah sebagian otak besar telah melunak pada 16 jam *postmortem*, dan seluruh otak besar telah mencair pada 48 jam *postmortem*.

Perubahan mikroskopik paling awal terlihat pada 3 jam *postmortem* berupa zona jernih mengelilingi sel-sel piramidal. Pada 7 jam *postmortem* sel-sel piramidal tampak memipih dan memendek yang berlanjut sebagai fragmentasi pada 18 jam *postmortem* dan lisis pada 24 jam *postmortem*

SARAN

Penelitian mikroskopik terhadap otak besar baik dari manusia maupun hewan cobamasih jarang dilakukan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi penelitian kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Guyton AC, Hall JE.** Fungsi motorik medula spinalis refleks-refleks medula. Rachman LY, Hartono H, Novrianti A, Wulandari N, editors. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (11th ed). Jakarta: EGC, 2007; p. 705.
2. **Ahmad BA.** Gambaran histopatologis sel pyramid *cerebrum* tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang dipapar metilmerkuri dengan pemberian CDP-Choline sebagai neuroprotektan. Veterinaria Medika. 2014;7(1):49-56.
3. **Dinata C, Safrita Y, Susila S.** Gambaran faktor risiko dan tipe stroke pada pasien rawat inap di Bagian Penyakit Dalam RSUD Kabupaten Solok Selatan Periode 1 Januari 2010 - 31 Juni 2012. Jurnal Kesehatan Andalas. 2013; 2(2):57-61.
4. **Indriati E.** Mati: Tinjauan klinis dan antropologi forensik. Berkala Ilmu Kedokteran. 2013;35: 232-3.
5. **Hasan AF, Berata IK, Kardena IM.** Perbandingan autolisis organ jantung dan ginjal sapi Bali pada beberapa periode waktu pasca penyembelihan. Indonesia Medicus Veterinus. 2015;4(4):305-13.
6. Perbedaan kecepatan lisis sel ginjal tikus Wistar pada media tanah dan air tawar:

- berdasarkan gambaran histopatologi. 2010. [cited 2015 Oct 22]. Available from: <http://eprints.undip.ac.id/23650/1/Prarindra.pdf>
- 7. Azis SF.** Perbandingan antara durasi waktu pembekuan terhadap terjadinya pembusukan jaringan paru-paru pada kelinci. Des 2014. Available from: eprints.undip.ac.id/44885/
- 8. Pangaila S.** Gambaran kecepatan pembusukan hewan coba di daerah pesisir pantai Manado. e-Cl. 2014;2(2).
- 9. Hernanta I.** Ilmu Kedokteran Lengkap tentang Neurosains (1st ed). Jogjakarta: D-Medika, 2013; p. 42.
- 10. Arjadi F.** Jumlah sel piramidal CA3 hipokampus tikus putih jantan pada berbagai model stres kerja kronik. MKB. 2014;46(4):197-202.
- 11. Dayono B, Trianto HF, Ilmiawan MI.** Histology of hippocampal pyramidal cells rats after cessation of oral administration monosodium glutamate. Jurnal Vokasi Kesehatan. 2015;1(4):124-30.
- 12. Japardi I.** Neuropatologi Infark Serebri. digitized by USU digital library. 2002.
- 13. Humam H, Lisiswanti R.** Pengaruh tomat terhadap stroke. Majority. 2015;4:88.
- 14. Wibowo BA.** Kajian histomorfologi otak tikus putih pada kondisi hiperglikemia dan pemberian vitamin E [Skripsi]. Bogor: Fakultas Kedokteran Hewan IPB; 2007.
- 15. Lamsudin R.** Profil stroke di Yogyakarta. Supl BKM. 1998;XIV(1):9-14.
- 16. Putri, Agusti K, I Ketut Berata, I Kardena.** Perbandingan tingkat autolisis antara otot dan hati sapi Bali pada beberapa periode waktu pengamatan. Indonesia Medicus Veterinus. 2015;4(5):393-400.
- 17. Lilingan M, Kalangi SJR, Wangko S.** Gambaran histologik gaster pada hewan coba selama 24 jam postmortem. e-BM. 2016;4(1).