

GLASGOW COMA SCALE (GCS), TEKANAN DARAH DAN KADAR HEMOGLOBIN SEBAGAI PREDIKTOR KEMATIAN PADA PASIEN CEDERA KEPALA

Sumarno¹, Moch. Hidajat², Ika Setyo Rini³

¹Program Studi Magister Keperawatan Universitas Brawijaya

²Staf Pengajar Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

³Staf Pengajar Program Studi Magister Keperawatan Universitas Brawijaya

ABSTRACT

The number of incidence and mortality of patients with traumatic brain injury (TBI) is high, so it is called for better service, on the other hand healthcare care facilities, particularly bed of intensive care unit (ICU) limited. So often the hospital should perform a selection against patients. Mortality predictors can be used as tool for selection. The aims of this research is to gain a predictive model of mortality in isolative TBI patients using a standardized examination in Emergency Department. Design of this study is a observational study with prospective approach. Respondents totaled 49 person by *consecutive sampling*.

The results of this research show that there is a correlation between all the independence variables with mortality of the patient. GCS ($p < 0,001$, $r = 0,732$), TDS ($p = 0,005$, $r = 0,420$), MAP ($p = 0,005$, $r = 0,429$), Hb ($p = 0,048$, $r = 0,272$). The result of logistic regression showed that GCS is the most dominant factor related to patient mortality is GCS ($p = 0,002$, correlation coefficient = - 0,906).

Keywords : Traumatic brain injury, mortality predictor, GCS, components of GCS

PENDAHULUAN

Angka kejadian cedera kepala di Amerika Serikat meningkat, dimana pada tahun 2010 mencapai 2,5 juta (*Center for Disease Control and Prevention/CDC*, 2015). Cedera kepala yang terjadi di dunia sebagian besar diakibatkan oleh kecelakaan lalu lintas (*International Brain Injury association/IBIA*, 2016), dimana kecelakaan lalu lintas menyebabkan 1,2 juta orang di dunia meninggal setiap tahun (*Rubin et al.*, 2015). Angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia dalam rentang 2010-2014 mengalami kenaikan rata-

rata 9,59% per tahun dengan diikuti kenaikan persentase korban meninggal dengan rata-rata 9,24% per tahun (*Badan Pusat Statistik/BPS*, 2016). Proporsi pasien trauma yang dirawat di rumah sakit mayoritas akibat kecelakaan darat (59,6%) dengan sebagian besar (47,5%) mengalami cedera kepala (*Riyadina et al.*, 2011). Kondisi IGD pada saat jumlah pasien yang melebihi kapasitas tenaga dan peralatan memerlukan kemampuan memprioritaskan pasien. Prioritas pasien dapat digunakan sebagai salah satu alat skrining untuk menentukan tempat

perawatan dan fasilitas perawatan yang tepat (Imhoff *et al.*, 2014). Perawatan pasien cedera kepala setelah di IGD sebagian memerlukan perawatan intensif. Pasien cedera kepala sedang dan berat memerlukan ruang intensif berupa ruang *Intensive Care Unit* dan *High Care Unit* (ICU dan HCU). Terbatasnya ruangan intensif mengakibatkan beberapa pasien tidak dapat masuk ruangan ICU maupun HCU. Kebutuhan fasilitas ICU maupun HCU pada sebuah rumah sakit sering tidak mampu untuk menampung seluruh pasien yang memerlukan fasilitas tersebut (Gutierrez & Ramaiah, 2014).

Beberapa pemeriksaan standar pada saat pasien cedera kepala masuk IGD menurut beberapa penelitian dapat digunakan sebagai prediktor kematian pasien cedera kepala. Pemeriksaan tersebut antara lain tekanan darah, saturasi oksigen, kadar hemoglobin dan *Glasgow Coma Scale*. GCS terdiri dari respon membuka mata, verbal dan motorik. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan adanya variasi prediktor kematian pada nilai variabel-variabel tersebut. Kondisi pasien cedera kepala pada beberapa kondisi tidak dapat dihitung nilai GCS total, namun hanya sebagian komponen saja. Komponen ini menurut Kung *et al.*, (2011) dan beberapa penelitian dapat digunakan sebagai prediktor kematian pasien cedera kepala, sedangkan penelitian-penelitian lain menunjukkan tidak semua komponen GCS dapat digunakan sebagai prediktor kematian. Hipotensi merupakan

penyebab kematian pada pasien cedera kepala, hal ini berkaitan dengan penurunan suplai oksigen dan pengangkutan glukosa ke otak yang merupakan faktor utama prognosis pada pasien cedera kepala (Vigue, Ract, & Tazarourte, 2011). Perfusion jaringan otak juga ditentukan oleh kadar oksigen yang dibawa darah ke otak. Kemampuan darah membawa oksigen ke otak selain dipengaruhi oleh CPP juga tergantung kadar hemoglobin.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan sebuah model prediksi kematian pada pasien murni cedera kepala dengan menggunakan pemeriksaan standar yang ada di Instalasi Gawat Darurat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan prospektif dengan populasi pasien cedera kepala dengan GCS 3-13. Pengambilan data dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Juni 2016. Responden yang masuk dalam penelitian ini berjumlah 49 pasien, didapatkan dengan metode *consecutive sampling*. Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan analisis bivariat menggunakan uji *Spearman Rank* untuk mengetahui korelasi skor GCS dengan kematian, uji kontingensi untuk mengetahui korelasi TDS, MAP, dan Hb dengan kematian pasien. Analisa multivariat menggunakan regresi logistik untuk mengetahui faktor yang paling berhubungan dengan

kematian pasien dan prediktor kematian.
menentukan persamaan

HASIL DAN BAHASAN

Tabel 1 Hasil Uji Bivariat GCS, TDS, MAP, Hb, dengan Kematian Pasien

Variabel Bebas	Kematian Pasien	
	r	p value
GCS	0,732	<0,001
TDS	0,420	0,005
MAP	0,429	0,005
Hb	0,272	0,048

1. Pengaruh GCS dengan Kematian Pasien Cedera Kepala

Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor total GCS memiliki korelasi yang bermakna terhadap kematian pada pasien cedera kepala yang ditunjukkan nilai signifikansi <0,001. Kekuatan korelasi 0,732 yang menunjukkan korelasi yang bersifat kuat. Arah korelasi ditunjukkan oleh nilai positif, yang berarti bahwa semakin tinggi nilai variabel GCS maka pasien akan lebih berpotensi hidup. Hasil analisa dengan menggunakan uji regresi logistik pada tabel 6 menunjukkan bahwa GCS merupakan faktor yang paling dominan dan dapat digunakan sebagai prediktor kematian.

Skor GCS merupakan salah satu komponen yang berkaitan erat dengan kematian pasien cedera kepala. Penelitian Mizraji *et al.*, (2009) melaporkan bahwa pasien cedera kepala dengan skor total GCS kurang atau sama dengan 8 memiliki rata-rata kematian sebesar 56%. Penelitian yang dilakukan Baum, *et al.*, (2015) menemukan bahwa setiap penurunan satu nilai GCS berhubungan dengan 14 % kematian atau pasien jatuh pada tingkat vegetatif. Penelitian Ting

et al., (2010) sejalan dengan hasil penelitian ini. Penelitian yang dilakukan pada pasien-pasien paska operasi bedah saraf yang masuk ke ICU ini menyatakan terdapat hubungan skor GCS dengan kematian pasien cedera kepala. Skor GCS 5 atau lebih kecil berhubungan dengan terjadinya kematian. Penelitian lain dilakukan oleh Nijboer *et al.*, (2010) yang dilakukan pada pasien-pasien dengan skor GCS 3, menemukan bahwa bahwa pasien dengan skor GCS 3 sebanyak 80% meninggal. Namun penelitian ini dilakukan tidak hanya pada pasien cedera kepala, tetapi terhadap semua jenis trauma.

Skor GCS adalah nilai dari tingkat kesadaran pasien secara kuantitatif, merupakan sebuah metode yang baik untuk mengukur kesadaran, prediktor outcome pasien, dan sebagai prediktor untuk melakukan evaluasi pada pelayanan trauma (Osler *et al.*, (2016). Skor GCS merupakan salah satu pemeriksaan wajib pada pasien dengan cedera kepala pada saat masuk di rumah sakit. Skor GCS awal yang rendah menunjukkan adanya gangguan yang berat pada otak. Semakin berat gangguan yang terjadi akan menimbulkan terganggunya

fungsi otak yang berat yang berhubungan dengan risiko kematian pasien.

2. Pengaruh TDS dengan Kematian Pasien Cedera Kepala

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara TDS dengan kematian pasien cedera kepala dengan kekuatan korelasi sedang. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fuller *et al.*, (2014) yang menyatakan terdapat korelasi antara tekanan darah sistolik saat pasien masuk dengan kematian pasien cedera kepala. Penelitian *cohort* tersebut mengambil responden sebanyak 5057 pasien selama 7 tahun. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa pasien dengan TDS <100 mmHg memiliki risiko kematian 1,5 kali lebih besar, TDS <100 lebih besar 2 kali, <90 lebih besar 3 kali, dan <70 meningkat 6 kali.

Penelitian retrospektif terhadap pasien cedera kepala berat dengan jumlah sampel 198 menyatakan bahwa TDS dibawah 90 mmHg berhubungan dengan kematian pasien cedera kepala (Imen, *et al.*, 2015). Hubungan TDS dengan kematian juga terjadi pada cedera kepala pada anak, hal ini disampaikan oleh Mohamed *et al.*, (2011), bahwa TDS yang bermasalah merupakan prediktor outcome yang buruk pada cedera kepala. Hipotensi dapat menyebabkan kematian dalam periode yang singkat, sehingga dituntut untuk melakukan monitor secara kontinyu dan penanganan

hipotensi pada pasien cedera kepala. Hipotensi akan meningkatkan risiko kematian pasien cedera kepala, hal ini berkaitan dengan terganggunya aliran darah ke otak (*Cerebral blood flow/CBF*).

CBF yang tidak adekuat akan menimbulkan gangguan perfusi otak yang dapat meningkatkan cedera jaringan otak dan risiko kematian. Otak sangat membutuhkan CBF yang adekuat, maka sangat penting untuk mempertahankan keadekuatannya. CBF dipengaruhi oleh kondisi fisiologi sistemik, salah satunya adalah hipotensi. Otak tergantung langsung kepada tekanan darah sistemik dan PaO₂, pada saat mekanisme autoregulasi otak terganggu maka hipotensi dan hipoksia akan menyebabkan terganggunya CBF dan oksigenasi, sedangkan pada saat autoregulasi baik maka hipotensi bersama hipoksia yang berat dapat memicu vasodilatasi otak. Hal ini yang berakibat meningkatnya volume otak dan tekanan intra kranial yang diikuti menurunnya tekanan perfusi otak (Gilkes & Whitfield, 2009).

Hipotensi dan hipoksia merupakan dua penyebab cedera sekunder pada pasien trauma kepala yang dapat menjadi penyebab kematian, sehingga ada istilah "*lethal duo*" (Stahel *et al.*, 2008). Hipotensi sistemik menyebabkan hipoperfusi otak, tekanan perfusi otak yang adekuat ditentukan berdasarkan TDS, yang merupakan elemen penting untuk mempertahankan aliran darah otak yang optimal (Pasquier, *et al.*, 2012).

Hasil uji regresi logistik menunjukkan bahwa TDS tidak dapat digunakan sebagai prediktor kematian pada pasien cedera kepala. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Fuller *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa pasien dengan TDS <100 mmHg memiliki risiko kematian 1,5 kali lebih besar, TDS <100 lebih besar 2 kali, <90 lebih besar 3 kali, dan <70 meningkat 6 kali. Perbedaan ini dapat terjadi kemungkinan diakibatkan karena jumlah sampel yang berbeda, dimana penelitian Fuller *et al* tersebut mengambil responden sebanyak 5057 pasien selama 7 tahun.

3. Pengaruh MAP dengan Kematian Pasien Cedera Kepala

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara MAP dengan kematian pasien dengan kekuatan hubungan yang sedang. Arah korelasi yang positif berarti jika nilai MAP rendah maka pasien berisiko untuk meninggal. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Prisco *et al.*, (2012), yang meneliti terhadap 112 pasien secara retrospektif. Hasil penelitian tersebut juga menyatakan bahwa terdapat hubungan bermakna antara MAP dengan kematian pada pasien cedera kepala. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian Tjahjadi *et al.*, (2013). Penelitian lain yang dilakukan pada pasien cedera kepala berat menyatakan bahwa MAP dibawah 70 mmHg berhubungan dengan kematian

pasien dalam rentang 72 jam perawatan, MAP yang adekuat akan dapat mencegah hipoksia yang dapat berlanjut kepada cedera otak sekunder (Romadhon, 2015). Cedera sekunder yang terjadi pada pasien akan menyebabkan meningkatnya risiko kematian pasien cedera kepala lebih besar.

Pengaruh MAP terhadap kematian pasien berkaitan dengan iskemia jaringan otak. Iskemia otak dianggap sebagai satu kejadian dampak sekunder dari cedera kepala yang terpenting. Iskemia otak akan dapat mempengaruhi *outcome* pada pasien cedera kepala. Iskemia otak sangat dipengaruhi oleh aliran darah ke otak yang tergantung pada oleh tekanan perfusi otak disamping tahanan pembuluh darah otak. Tekanan perfusi serebral sangat dipengaruhi MAP dan tekanan intra kranial. Hal ini tergambar pada rumus persamaan tekanan perfusi otak, yaitu MAP dikurangi dengan ICP (Kirkman & Smith, 2014), hal ini berarti semakin adekuat MAP maka akan mengakibatkan tekanan perfusi otak makin baik dan iskemia otak dapat dicegah. Tekanan perfusi otak yang adekuat akan menjamin perfusi dan oksigenasi jaringan otak sehingga dapat mencegah iskemia otak. Tekanan perfusi otak yang rendah dapat membahayakan bagian-bagian otak dengan memicu timbulnya iskemia, sebaliknya tekanan perfusi otak yang adekuat dapat membantu mencegah iskemia otak. Tekanan perfusi otak yang adekuat dapat dikaitkan sebagai faktor penting penurunan

kematian dan peningkatan kualitas hidup (Haddad & Arabi, 2012).

Hasil uji regresi logistik menunjukkan bahwa MAP tidak dapat digunakan sebagai prediktor kematian. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Romadhon (2015), hal ini kemungkinan diakibatkan oleh kriteria sampel pada penelitian tersebut berbeda dengan dengan penelitian ini. Penelitian Romadhon tidak menjadikan trauma-trauma ekstrakranial yang dapat menimbulkan turunnya MAP sebagai kriteria eksklusi. Trauma -trauma tersebut dalam penelitian ini dijadikan kriteria eksklusi, yaitu trauma abdomen, fraktur femur dan fraktur pelvis. Pasien-pasien cedera kepala dengan trauma lain yang dapat menurunkan MAP tentu akan memperbesar risiko kematian pasien, namun pada penelitian ini faktor-faktor tersebut dieksklusi, sehingga penelitian ini lebih spesifik hanya pada pasien cedera kepala murni.

4. Pengaruh Hb dengan Kematian Pasien Cedera Kepala

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang bermakna antara Hb dengan kematian pasien cedera kepala dengan kekuatan korelasi lemah. Arah korelasi positif berarti semakin rendah Hb maka akan memiliki risiko kematian lebih besar. Hemoglobin adalah protein dalam darah yang berfungsi untuk mengikat dan mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh yang diperlukan metabolisme jaringan (Pearce,

2009; Muttaqin, 2011). Kondisi seseorang dengan kadar hemoglobin rendah (anemia) akan berakibat rendahnya konsentrasi oksigen yang diikat dan diangkut oleh darah (hipoksemia), sehingga pasokan oksigen ke jaringan berkurang dan menyebabkan terganggunya metabolisme jaringan. Hipoksemia pada pasien dengan cedera kepala tentu akan dapat mengakibatkan terjadinya gangguan metabolisme otak sehingga mengakibatkan makin beratnya kerusakan jaringan otak. Hal ini berkaitan dengan kurangnya oksigen yang sangat dibutuhkan untuk metabolisme jaringan otak, sehingga menimbulkan iskemia jaringan otak. Kondisi ini tentu sangat mengganggu penanganan pasien cedera otak yang menggunakan prinsip neuroprotektif dengan memenuhi kebutuhan oksigen dan glukosa untuk mempertahankan perfusi otak (Smith, 2008).

Kondisi pasien cedera kepala yang diperberat kondisi anemia tentu akan meningkatkan resiko perburukan kondisi pasien, dan dapat meningkatkan resiko kematian pasien. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Salim *et al.*, (2008) dan penitian Imen *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan antara kadar hemoglobin yang rendah dengan kematian pasien. Penelitian Litofsky *et al.*, (2016) bahwa kadar hemogobin yang lebih tinggi 1 gr/dl berhubungan dengan peningkatan outcome pasien lebih baik sebesar 33%, atau setiap penurunan kadar

hemoglobin 1 g/dl akan memperburuk outcome pasien sebesar 67%.

Hasil uji regresi logistik menunjukkan bahwa Hb tidak dapat digunakan untuk persamaan prediktor kematian. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Litofsky *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa bahwa kadar hemoglobin yang lebih tinggi 1 gr/dl berhubungan dengan peningkatan outcome pasien lebih baik sebesar 33%, atau

setiap penurunan kadar hemoglobin 1 g/dl akan memperburuk outcome pasien sebesar 67%. Hal ini kemungkinan berhubungan dengan jumlah dan kriteria eksklusi subyek penelitian, bahwa penelitian Litofsky menggunakan subyek penelitian sebanyak 939 pasien, dengan mengikutkan pasien-pasien cedera kepala dengan trauma lain.

5. Probabilitas Kematian Pasien Cedera Kepala

Tabel 2. Hasil regresi Logistik

Variabel	koefisien	p	RR (IK95%)
GCS	-0,906	,002	
Konstanta	6,289	,022	538,664

Tabel 2 menunjukkan bahwa melalui uji regresi logistik hanya variabel GCS saja yang dapat dimasukkan ke dalam persamaan regresi logistik

$$y = k + (a \times x)$$

Keterangan:

y: Persamaan kematian pasien cedera kepala

k: Nilai konstanta

a: Nilai koefisien setiap variabel

x: Nilai variabel bebas

x_1 : Nilai GCS (3-13)

Persamaan regresi logistik yang didapatkan sebagai berikut :

$$y = 7,728 + \{(-0,965) (GCS)\}$$

Persamaan yang didapat digunakan untuk menghitung probabilitas kematian pasien cedera kepala, dengan rumus sbb.:

$$P = 1 / (1 + e^{-y})$$

Keterangan:

P = probabilitas kematian pasien

e = 2,7 (bilangan natural)

y = konstanta + (a \times x)

Persamaan probabilitas kematian pasien cedera kepala yang didapatkan adalah sbb:

$$P = 1 / (1 + 2,7^{-[7,728 + \{(-0,965) (GCS)\}]})$$

Persamaan ini dapat kita gunakan untuk menghitung nilai probabilitas kematian pada pasien cedera kepala, meskipun hal ini juga berkaitan dengan faktor yang lain. Prediksi risiko kematian pasien cedera kepala dalam 7 hari setelah kejadian cedera kepala berdasarkan rumus probabilitas tersebut dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7 Prediksi Kematian Pasien Cedera Kepala dalam 7 Hari.

No	Skor GCS	Probabilitas kematian (%)
1	3	99
2	4	98
3	5	95
4	6	87
5	7	73
6	8	50
7	9	28

Sumber : Hasil analisa penelitian 2016

Hasil penelitian ini menunjukkan skor GCS 8 atau kurang GCS memiliki prediksi kematian yang besar. Penelitian tentang skor GCS sebagai prediktor kematian pasien cedera kepala antara lain yang dilakukan oleh Mahdian *et al.*, (2014) menemukan bahwa GCS kurang dari 4,5 pada saat masuk ICU berhubungan dengan tingginya risiko kematian pasien dengan cedera kepala. Hasil penelitian tersebut berbeda dengan hasil penelitian ini, hal ini mungkin berkaitan dengan bahwa penelitian Mahdian *et al.*, tersebut dilakukan terhadap pasien-pasien yang semuanya masuk di ICU, sehingga kemungkinan perawatannya lebih intensif dan mampu menurunkan risiko kematian pasien cedera kepala bila dibandingkan penelitian ini dimana tidak semua pasien dirawat di ICU. Penelitian tentang penggunaan GCS sebagai prediktor kematian antara lain penelitian yang dilakukan oleh Lesko *et al.*, (2012) menyatakan bahwa berdasarkan penelitian yang dilakukan maka skor total GCS merupakan prediktor kematian pasien cedera kepala yang baik.

GCS berkaitan dengan adanya gangguan pada struktur atau jaringan otak (Matis & Birbilis, 2008). Gangguan otak yang berlanjut dengan kematian jaringan otak merupakan suatu hal yang penting, karena sifat jaringan otak yang cenderung irreversibel bila terjadi kematian. Gangguan dan kerusakan otak yang merupakan pusat regulasi sistem-sistem vital dalam tubuh yang lain seperti pernafasan dan

kardiovaskuler. Gangguan maupun kerusakan yang terjadi akan mengganggu kerja sistem-sistem tersebut, sehingga dapat mengakibatkan ancaman kematian.

GCS merupakan pemeriksaan pasien cedera kepala yang sudah puluhan tahun digunakan dan merupakan salah satu standar emas dalam pemeriksaan pasien cedera kepala dalam dunia kesehatan (AL-Quraan & AbuRuz, 2016). Menurut Slusarz *et al.*, (2015) GCS merupakan pemeriksaan kesadaran dalam bentuk numerik yang penting. Aplikasi penilaian skala numerik yang adekuat merupakan hal yang penting dalam pemeriksaan kondisi pasien. Sejak ditemukannya GCS sampai saat ini perlu sosialisasi yang lebih baik kepada petugas kesehatan yang berkaitan dengan penanganan pasien cedera kepala. GCS yang rendah menurut banyak penelitian sangat berkaitan dengan kematian pasien, sehingga petugas harus meningkatkan perhatian kepada pasien dengan GCS yang rendah. Perhatian kepada keluarga pasien juga harus diberikan untuk memberikan dukungan emosional maupun spiritual.

Perawatan kepada pasien cedera kepala dengan GCS yang rendah akan mendapatkan prioritas, hal ini ditunjukkan dengan digunakannya tingkat kesadaran sebagai komponen dalam triage yang berfungsi untuk melakukan prioritas pengelolaan pasien. Pasien dengan kesadaran rendah akan masuk ke dalam kategori

prioritas pertama. Prioritas dilakukan untuk mencegah terjadinya komplikasi yang lebih buruk bahkan kematian pada pasien. Dukungan psikologi diperlukan oleh keluarga untuk menghadapi kemungkinan terburuk yang dapat terjadi pada pasien. Hal ini berkaitan dengan GCS yang rendah merupakan prediktor kematian pada pasien cedera kepala.

SIMPULAN

GCS merupakan faktor yang paling dominan dan dapat digunakan sebagai prediktor kematian pasien cedera kepala.

DAFTAR PUSTAKA

- AL-Quraan, H., AbuRuz, M.E., (2016). "Simplifying Glasgow Coma Scale use for nurses." *International Journal of Nursing Didactics* 6(01): 6.
- Badan Pusat Statistik (BPS), (2015). *Statistik Transportasi darat 2014*. Jakarta, Badan Pusat Statistik.
- Baum, J., Entezami, P., Shah, K., Medhkour, A., (2015). "Predictors of outcome in traumatic brain injury." *World Neurosurgery*.
- Center for Disease Control and Prevention/CDC (2015). "Rates of TBI-related Emergency Department Visits, Hospitalizations, and Deaths — United States, 2001–2010." <http://www.cdc.gov/traumaticbraininjury/data/rates.html> Retrieved 10/02/2016.
- Chi, J. H., Knudson, M.M., Vassar, M.J., McCarthy, M.C., Shapiro, M.B., Mallet, S., Holcroft, J.J., Moncrief, H., Noble, J., Wisner, D., Kaups, K.L., Bennick, L., Manley, G.T., (2006). "Prehospital hypoxia affects outcome in patients with traumatic brain injury: a prospective multicenter study." *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care* 61(5): 8.
- Fuller, G., Hasler, R.M., Mealing, N., Lawrence, T., Woodford, M., Juni, P., Lecky, F., (2014). "The association between admission systolic blood pressure and mortality in significant traumatic brain injury: A multi-centre cohort study." *Injury, International Journal Care Injured* 45: 6.
- Gilkes, C. E., Whitfield, P.C., (2009). "Intracranial pressure and cerebral blood flow. A pathophysiological and clinical perspective." *Neurosurgery* 27(3): 6.
- Gutiez, M. T., Ramaiah, R., (2014). "Demand versus supply in intensive care: in ever-growing problem." *Critical Care* 18(1): 9.
- Haddad, S. H., Arabi, Y.M., (2012). "Critical care management of severe traumatic brain injury in adults." *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 20(12): 15.
- Imen, R. B., Olfa, C., Kamilia, C., Meriam, B., Hichem, K., Adel, C., Mabrouk, B., Nouredine, R., (2015). "Factors predicting early outcome in patients admitted at emergency

- department with severe head trauma." *Journal of Acute Disease* 2015: 7.
- International Brain Injury Association (IBIA). (2016). "Brain Injury Facts worldwide." <http://www.internationalbrain.org/brain-injury-facts/>. Retrieved 10/02/2016.
- Imhoff, B. F., Thompson, N.J., Hastings, M.A., Nazir, N., Moncure, M., Cannon, C.M., (2014). "Rapid Emergency Medicine Score (REMS) in the trauma population: a retrospective study." *BMJ Open* 4(5): 7.
- Kirkman, M. A., Smith, M., (2014). "Intracranial pressure monitoring, cerebral perfusion pressure estimation, and ICP/ CPP-guided therapy: a standard of care or optional extra after brain injury?" *British Journal of Anaesthesia* 112(1): 12.
- Kung, W., Tsai, S., Chiu, W., Hung, K., Wang, S., Lin, J., Lin, M., (2011). "Correlation between Glasgow coma score components and survival in patients with traumatic brain injury." *Injury, International Journal of Neurotrauma* 42: 5.
- Lesko, M. M., Jenks, T., O'Brien, S.J., Childs, C., Boumara, O., Woodford, M., Lecky, F., (2012). "Comparing Model Performance for Survival Prediction Using Total GCS and Its Components in Traumatic Brain Injury." *Journal of Neurotrauma*: 23.
- Levine, J. M., Kumar, M.A., (2013). "Traumatic Brain Injury." *Neurocritical Care Society Practice Update*: 28.
- Litofsky, N. S., Martin, S., Diaz, J., Ge, B., Petroski, G., Miller, D.C., Barnes, S.L., (2016). "The negative impact of anemia on outcome from traumatic brain injury." *World Neurosurgery*.
- Matis, G. K., Birbilis, T., (2008). "The Glasgow Coma Scale – a brief review Past, present, future." *Acta Neurologica Belgica*. 108: 16.
- Mizraji, R., Perez-protto, S., Etchegaray, A., Castro, A., Lander, M., Buccino, E., Severo, L., Alvares, I., (2009). "Brain death epidemiology in Uruguay and utilization of the Glasgow Coma Score in acute brain injured patients as a predictor of brain death." *Transplantation Proceedings* 41(8): 3.
- Mohamed, A. A., Ibrahim, W.A., Safan, T.F., (2011). "Hemodynamic and intracranial pressure changes in children with severe traumatic brain injury." *Egyptian Journal of Anaesthesia* 27(4): 6.
- Muttaqin, A. (2011). *Buku Ajar Asuhan Keperawatan Klien dengan Gangguan Sistem Pernafasan*. Jakarta, Salemba Medika.
- Nijboer, J. M. M., van der Naalt J., ten Duis, H., (2010). "Patients beyond salvation? Various categories of trauma patients with a minimal Glasgow Coma Score." *Injury, International Journal Care Injured* 41: 6.

- Osler, T., Cook, A., Glance, L.G., Lecky, F., Bouamra, O., Garrett, M., Buzas J.S., Hosmer, D.W., (2016). "The differential mortality of Glasgow Coma Score in patients with and without head injury." *Injury, International Journal Care Injured* 30: 7.
- Pasquier, P., Schaal, J.V., Jarrassier, A., Renner, J., Villeveille, T., Merat, S., (2012). "From redefined hypotension to optimal cerebral blood flow in traumatic brain injury: Let's use transcranial Doppler." *Injury, International Journal Care Injured* 44: 1.
- Pearce, E. C. (2009). *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta, PT Gramedia Pustaka Utama.
- Philipi, B., Tirtayasa, P.M.W., (2013). "Prediction of mortality rate of trauma patients in emergency room at Cipto Mangunkusumo Hospital by several scoring system." *Medical Journal of Indonesia* 22(4): 5.
- Prisco, L., Iskra, F., Berlot, G., (2012). "Early predictive factors on mortality in head injured patients: a retrospective analysis of 112 traumatic brain injured patients." *Journal of Neurosurgical Sciences* 56(2): 6.
- Rubin, G., Peleg, K., Givon, A., Rozen, N., (2015). "Upper extremity fractures among hospitalized road traffic accident adults." *The American Journal of Emergency Medicine* 33(2): 4.
- Salim, A., Hadjizacharia, P., DuBose, J., Brown, C., Inaba, K., Chan, L., Margulies, D.R., (2008). "Role of Anemia in Traumatic Brain Injury." *Journal of American College of Surgeons* 207(3): 9.
- Safrizal, S., S., Bachtiar, H., (2013). Hubungan nilai oxygen delivery dengan outcome tawatan pasien cedera kepala sedang. *Bagian Ilmu Bedah Fakultas Kedokteran. Padang, Universitas Andalas*.
- Slusarz, R., Jablonska, R., Krowlikowska, A., Haor, B., Barczykowska, E., Biercewicz, M., Glowacka, M., Szradja, J., (2015). "Measuring scales used for assessment of patients with traumatic brain injury: multicenter studies." *Patient Prefer Adherence* 9: 7.
- Smith, M. (2008). "Monitoring Intracranial Pressure in Traumatic Brain Injury." *Anesthesia & Analgesia* 106(1): 9.
- Stahel, P. F., Smith, W.R., Moore, E.E., (2008). "Hypoxia and hypotension, the "lethal duo" in traumatic brain injury: implications for prehospital care." *Intensive Care Medicine* 34: 3.
- Ting, H., Chen, M., Hsieh, Y., Chan, C., (2010). "Good Mortality Prediction by Glasgow Coma Scale for Neurosurgical Patients." *J Chin Med Assoc* 73(3): 5.

- Tjahjadi, Mardjono, Arifin, Muhammad Z., Gill, Arwinder Singh, & Faried, Ahmad. (2013). Early mortality predictor of severe traumatic brain injury: A single center study of prognostic variables based on admission characteristics. *The Indian Journal of Neurotrauma*, 10(1), 3-8.
- Vigue, B., Ract, C., Tazarourte, K., (2011). The first 24 hours after severe head trauma. *Annual Update in Intensive Care and Emergency Medicine 2012*, Springer-Verlag Berlin.
- Yan, E. B., Satgunaseelan, L., Paul, E., Bye, N., Nguyen, P., Agyapomaa, D., Kossmann, T., Rosenfeld, J.V., Morganti-Kossmann, M.C., (2014). "Post-traumatic hypoxia Is associated with prolonged cerebral cytokine production, higher serum biomarker levels, and poor outcome in patients with severe traumatic brain injury." *Journal of Neurotrauma* 31(7): 12.