

HUBUNGAN KADAR NATRIUM SERUM DENGAN *OUTCOME* KLINIS PADA PASIEN CEDERA KEPALA BERAT DI RSUD ABDUL WAHAB SJAHRANIE SAMARINDA

Submitted : 02 Oktober 2019

Edited : 15 Juni 2020

Accepted : 25 Juni 2020

Achmad Rivaldi¹, Arie Ibrahim², Loly Rotua Dharmanita Siagian³

¹ Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman

² Laboratorium Ilmu Bedah Saraf, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman

³ Laboratorium Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman

Email: achmadrivaldi53@yahoo.com

ABSTRACT

Recently, Traumatic Brain Injury (TBI) has high mortality in the world. In severe TBI, secondary brain injury can occur. Electrolyte disorders are the most common in secondary brain insult especially sodium disorders. It remains unclear whether hyponatremia or hypernatremia can cause worse clinical outcome in TBI patients. This study aimed to determine association between serum sodium level with clinical outcome in severe TBI patients at RSUD Abdul Wahab Sjahrani Samarinda. A cross sectional analytical study by taking samples to the patients with diagnosed severe TBI (GCS \leq 8) which were hospitalized at RSUD Abdul Wahab Sjahrani Samarinda in the period of January-December 2018 that complied inclusion and exclusion criteria. Research variables are sodium serum level and clinical outcome that was assessed by structured interviews for Glasgow Outcome Scale (GOS). The relationship between variables was done using the Fisher's Exact test. A total of 41 severe TBI patients were administered. The characteristics of the sample were the most patients in 20s-40s (46.3%), patients were dominated by male (82.9%) and the most common CT scan characteristic were epidural hematoma (29.3%). The most of patients showed normonatremia in 25 patients (61%), 9 patients (22%) had hypernatremia and 7 patients (17.1%) had hyponatremia. The most clinical outcome on severe TBI patients were worse outcome with 70.7% while good outcome with 29.3%. Statistical result showed there's no association between serum sodium level (hyponatremia and hypernatremia) with clinical outcome in severe TBI patients with *p* values, 1.000 and 0.225, respectively. There's no association between serum sodium level with clinical outcome in severe TBI patients.

Keywords: Severe traumatic brain injury, serum sodium level, clinical outcome

PENDAHULUAN

Cedera kepala merupakan gangguan pada otak yang diakibatkan oleh suatu kekuatan mekanis dari luar tubuh yang dapat menyebabkan kelainan pada aspek kognitif, fisik, dan psikososial seseorang secara sementara ataupun permanen dan berhubungan dengan berkurang atau terganggunya status kesadaran seseorang. Menurut *Glasgow Coma Scale* (GCS),

cedera kepala dibagi menjadi cedera kepala berat (GCS \leq 8), sedang (GCS 9-13), dan ringan (GCS 14-15)⁽¹⁾. Cedera kepala adalah salah satu penyebab utama kematian dan kecacatan yang sering terjadi di seluruh dunia terutama di negara berkembang⁽²⁾.

Insidensi cedera kepala di Amerika Serikat setiap tahun sekitar 1,7 juta kasus, dimana dari jumlah tersebut 275.000 penderita menjalani rawat inap di rumah

sakit dan 52.000 meninggal⁽³⁾. Di Indonesia saat ini, cedera kepala merupakan penyebab hampir setengah dari seluruh kematian akibat trauma, mengingat bahwa kepala merupakan bagian yang tersering dan rentan terlibat dalam suatu kecelakaan⁽⁴⁾.

Cedera kepala dapat menyebabkan cedera otak sekunder yang bersifat sistemik yang akan memperburuk keadaan pasien, seperti hipoksia, hipotensi, hiperpireksia, hiperglikemia, kejang, dan gangguan elektrolit.⁴ Salah satu yang umum terjadi pada cedera kepala adalah gangguan elektrolit. Deteksi dini dan penanganan yang tepat terhadap pasien cedera kepala yang mengalami gangguan elektrolit akan meningkatkan status neurologis serta menurunkan morbiditas dan mortalitas⁽⁵⁾.

Pada penelitian Pin, et al⁽⁶⁾ menunjukkan bahwa pasien dengan gangguan elektrolit lebih sering ditemukan pada pasien cedera kepala berat (GCS \leq 8). Masih belum diketahui secara jelas bagaimana mekanisme meningkatnya resiko terjadinya gangguan elektrolit pada pasien cedera kepala berat⁽²⁾. Hiponatremia dan hipernatremia merupakan gangguan elektrolit yang paling sering terjadi dengan angka kejadian yang beragam^(5,7). Hiponatremia pada cedera kepala paling sering disebabkan oleh *Syndrome of Inappropriate Secretion of Antidiuretic Hormone* (SIADH)⁽⁸⁾. Selain itu, hiponatremia dapat juga disebabkan oleh *Cerebral Salt Wasting Syndrome* (CSWS)⁽⁹⁾. Sementara, hipernatremia pasca cedera kepala umumnya disebabkan oleh *Central Diabetes Insipidus* (CDI)⁽¹⁰⁾.

Evaluasi *outcome* setelah terjadinya cedera kepala perlu untuk dilakukan guna mengukur keefektifan suatu pengobatan karena cedera kepala tidak hanya dapat memberikan *outcome* buruk seperti kematian, tetapi mungkin juga dapat menyisahkan kecacatan atau disabilitas. *Glasgow Outcome Scale* (GOS) merupakan

salah satu parameter untuk *outcome* cedera kepala yang paling banyak digunakan peneliti seluruh dunia untuk menilai keadaan klinis dan neurologik pasien pasca cedera kepala⁽¹⁴⁾.

Hasil studi IMPACT (*International Mission on Prognosis Analysis of Clinical Trials in Traumatic Brain Injury*) melaporkan bahwa kadar natrium serum berhubungan dengan *outcome* pasien cedera kepala dimana hiponatremia memiliki hubungan yang lebih kuat dengan *outcome* klinis yang lebih buruk⁽¹¹⁾. Selain itu terdapat juga penelitian yang menyatakan bahwa hipernatremia lebih berhubungan dengan *outcome* buruk dan peningkatan mortalitas pada pasien dengan cedera kepala^(10,12). Hal ini membuktikan bahwa terdapat pengaruh gangguan natrium terhadap perburukan kondisi pasien pasca cedera kepala. Meskipun demikian, masih sedikit penelitian yang menjelaskan bagaimana hubungan antara kadar natrium dengan *outcome* klinis pasien cedera kepala.

Cedera kepala memiliki angka kejadian, mortalitas dan morbiditas yang tinggi sehingga diperlukan parameter dalam menentukan prognosis pada pasien cedera kepala yang berguna sebagai dasar pertimbangan tenaga medis agar dapat mencegah, mendeteksi, dan melakukan penanganan dini terhadap kondisi, seperti kadar natrium serum yang dapat menyebabkan perburukan *outcome* pada pasien cedera kepala khususnya cedera kepala berat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kadar natrium serum dengan *outcome* klinis pada pasien cedera kepala berat di RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat deskriptif analitik dengan desain *cross sectional*. Pertama, pengambilan data dilakukan secara retrospektif menggunakan data yang berasal

dari rekam medik untuk mendapatkan informasi pasien berupa usia, jenis kelamin, GCS awal, gambaran CT scan, dan status kadar natrium serum. Kedua, dilakukan wawancara dengan pasien atau keluarga pasien untuk penilaian *outcome* klinis berdasarkan GOS (*Glasgow Outcome Scale*).

Populasi penelitian adalah seluruh pasien yang didiagnosis cedera kepala (221 pasien) yang menjalani rawat inap di RSUD Abdul Wahab Sjahranie selama tahun 2018 (Januari-Desember). Sampel penelitian adalah pasien yang didiagnosis cedera kepala berat. Teknik sampling yang digunakan adalah *purposive sampling*. Kriteria inklusi penelitian ini adalah pasien yang didiagnosis cedera kepala berat (GCS ≤ 8), memiliki hasil pemeriksaan laboratorium kadar natrium serum, dan bersedia berpartisipasi dalam penelitian dengan mengisi *informed consent*. Kriteria eksklusinya adalah pasien dengan *multiple trauma* (10 pasien) atau penyakit ginjal (1 pasien) sehingga diperoleh subjek penelitian berjumlah 41 pasien.

Kadar natrium serum yang digunakan dalam penelitian ini adalah kadar natrium serum dari data hasil pemeriksaan laboratorium pertama saat pasien masuk rumah sakit. Kadar natrium serum yang didapatkan dikategorikan menjadi normal (135-145 mEq/L), hiponatremia (<135 mEq/L) dan hipernatremia (>145 mEq/L). Penilaian *outcome* berdasarkan GOS dilakukan saat 3 bulan setelah cedera. GOS adalah parameter *outcome* yang diperoleh dari hasil wawancara dengan panduan dari *Structured Interviews for The Glasgow Outcome Scale and The Extended Glasgow Outcome Scale*⁽³³⁾. Klasifikasi GOS terdiri dari pemulihan yang baik (5), disabilitas sedang (4), disabilitas berat (3), kondisi vegetatif (2), dan meninggal (1). Selanjutnya semua *outcome* dikelompokkan menjadi 2 kategori *outcome* klinis, yaitu *outcome* baik

dan *outcome* buruk. *Outcome* buruk (1-3) dan *outcome* baik (4-5). Penelitian ini telah mendapatkan surat persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan dua cara yaitu statistik deskriptif dan statistik analitik, dengan dibantu perangkat lunak *Microsoft Excel* dan *SPSS (Statistical Package for Social Science)* versi 2. Statistik deskriptif dilakukan terhadap variabel usia, jenis kelamin, gambaran CT scan, kadar natrium serum, GOS dan *outcome* klinis. Data deskriptif menampilkan data angka dalam bentuk tabel frekuensi dan persentase. Statistik analisis digunakan untuk menganalisis hubungan antar variabel, yaitu gangguan natrium (hiponatremia dan hipernatremia) dengan *outcome* klinis (baik dan buruk). Analisis dilakukan menggunakan uji *Chi-square* / uji *Fisher* untuk tabel 2x2. Jika tidak memenuhi syarat untuk dilakukan uji *Chi-square*, yaitu terdapat sel yang memiliki *expected count* kurang dari 5 akibat sampel yang relatif kecil maka digunakan uji *Fisher* sebagai alternatifnya. Uji *Chi-square* / uji *Fisher* menggunakan data jenis kategorik yaitu nominal dan ordinal. Penentuan hasil dari kedua uji ini dilihat dari nilai *p*, jika nilai *p* < 0,05 maka terdapat hubungan yang bermakna antar variabel yang diuji.

HASIL PENELITIAN

Pada penelitian ini diperoleh 41 pasien rawat inap yang di diagnosa cedera kepala berat (GCS ≤ 8) di RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda periode Januari - Desember 2018. Karakteristik pasien pada tabel 1, dapat diketahui kelompok usia 20-40 tahun merupakan yang paling banyak yaitu 19 pasien (46,3%) sedangkan yang paling sedikit adalah kelompok usia >40 tahun yaitu 6 pasien (14,6%) dengan jenis kelamin

yang didominasi oleh jenis kelamin laki-laki sebanyak 34 pasien (82,9%). Skor GCS awal saat masuk rumah sakit yang paling banyak adalah 8 dengan jumlah 16 pasien (39%). Gambaran CT scan kepala yang paling banyak adalah hematoma epidural sebanyak 12 pasien (29,3%) diikuti hematoma subdural sebanyak 10 pasien (24,4%). Terdapat 4 pasien (9,8%) dengan lesi multipel (perdarahan intraserebral + hematoma subdural).

Tabel 2 memperlihatkan karakteristik pasien berdasarkan kategori kadar natrium dan outcome. Sebagian besar pasien cedera kepala berat dengan kadar natrium normal (135-145 mEq/L) sebanyak 25 pasien (61%). Hiponatremia (< 135 mEq/L) sebanyak 7 pasien (17,1%) sedangkan hipernatremia (> 145 mEq/L) sebanyak 9 pasien (22%). GOS yang paling banyak pada pasien cedera kepala berat adalah meninggal sebanyak 25 pasien (61%). Pada outcome klinis terdapat 12 pasien (29,3%) dengan outcome baik dan 29 pasien (70,7%) dengan outcome buruk.

Pada Tabel 3 terlihat hasil analisis hubungan antara masing-masing gangguan kadar natrium (hiponatremia dan hipernatremia) dengan outcome klinis (baik dan buruk). Analisis menggunakan uji Fisher karena tidak memenuhi syarat untuk dilakukan uji Chi-square, yaitu terdapat sel yang memiliki expected count kurang dari 5. Hasil penelitian antara hiponatremia dengan outcome klinis menunjukkan bahwa pasien dengan hiponatremia yang berada pada kelompok outcome baik sebanyak 2 pasien (28,6%) dan 5 pasien (71,4%) berada pada kelompok outcome buruk. Sementara, hasil penelitian antara hipernatremia dengan outcome klinis menunjukkan bahwa pasien dengan hipernatremia yang berada pada kelompok outcome baik hanya 1 pasien (11,1%) dan pada kelompok outcome buruk sebanyak 8 pasien (88,9%). Hasil uji statistik menunjukkan hiponatremia

memiliki nilai *p value* = 1,000 dan hipernatremia memiliki nilai *p value* = 0,225 terhadap outcome klinis. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara kadar natrium serum dengan outcome klinis pada pasien cedera kepala berat.

Tabel 1. Karakteristik pasien cedera kepala berat

Variabel	Frekuensi (%)
Usia	
< 20	16 (39)
20-40	19 (46,3)
> 40	6 (14,6)
Jenis Kelamin	
Laki-laki	34 (82,9)
Perempuan	7 (17,1)
GCS	
3	3 (7,3)
4	2 (4,9)
5	7 (17,1)
6	10 (24,4)
7	3 (7,3)
8	16 (39)
Gambaran CT scan	
Normal	2 (4,9)
Hematoma epidural	12 (29,3)
Hematoma subdural	10 (24,4)
Perdarahan subarakhnoid	4 (9,8)
Perdarahan intraserebral	6 (14,6)
Lesi multipel	4 (9,8)
Diffuse Axonal Injury	3 (7,3)

GCS = Glasgow Coma Scale,

Tabel 2. Karakteristik Kadar Natrium dan Outcome

Variabel	Frekuensi (%)
Kategori Kadar Natrium	
Normal (135-145 mEq/L)	25 (61)
Hiponatremia (<135 mEq/L)	7 (17,1)

Hipernatremia (>145 mEq/L)	9 (22)
GOS	
Meninggal (1)	25 (61)
Status vegetatif (2)	0 (0)
Disabilitas berat (3)	4 (9,8)
Disabilitas sedang (4)	8 (19,5)
Pemulihan yang baik (5)	4 (9,8)
Outcome klinis	12 (29,3)
Baik (4-5)	29 (70,7)
Buruk (1-3)	

GOS = Glasgow Outcome Scale

Tabel 3. Analisis Hubungan gangguan kadar natrium dengan outcome klinis

Variabel	Outcome Klinis		p-value
	Baik n (%)	Buruk n (%)	
Hiponatremia	2	5 (71,4)	1,000
Normal	(28,6) 9 (36)	16 (64)	
Hipernatremia	1	8 (88,9)	0,225
Normal	(11,1) 9 (36)	16 (64)	

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini didapatkan pasien cedera kepala berat terbanyak berada pada kelompok usia 20-40 tahun yaitu sebanyak 19 pasien (46,3%) diikuti usia < 20 tahun sebanyak 16 pasien (39%). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Saini, *et al.* di India, yaitu insidensi cedera kepala berat tertinggi terjadi pada kelompok usia 20-40 tahun⁽¹⁵⁾. Hasil penelitian penelitian Harrison-Felix, *et al.* juga mendapatkan hasil serupa bahwa pasien cedera kepala terbanyak terdapat pada kelompok usia 25–34 tahun dan 35-44 tahun⁽¹⁶⁾. Banyaknya kejadian cedera kepala pada usia dewasa muda diakibatkan kecelakaan lalu lintas karena lebih banyak yang berkendara motor

dengan kecepatan kendaraan tinggi, kurang waspada, tidak berhati-hati, atau dalam keadaan mabuk⁽¹⁷⁾.

Penelitian ini memperlihatkan pasien cedera kepala berat terbanyak adalah laki-laki sebesar 82,9%. Penelitian ini sesuai dengan penelitian Kadar, *et al.* di Amerika Serikat yang menyatakan bahwa kasus cedera kepala dari tahun ke tahun menunjukkan pasien laki-laki selalu lebih banyak daripada perempuan⁽¹⁸⁾. Beberapa faktor yang mungkin mempengaruhi tingginya angka kejadian cedera kepala sedang dan berat pada laki-laki yaitu aktivitas fisik dan pekerjaan pada laki-laki lebih beresiko dibandingkan perempuan⁽¹⁹⁾.

Berdasarkan hasil penelitian pada gambaran CT Scan kepala pasien cedera kepala berat didapatkan jenis gambaran CT scan kepala terbanyak adalah hematoma epidural (29,3%) diikuti hematoma subdural (24,4%). Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan di India yang menyatakan gambaran CT Scan terbanyak pada cedera kepala adalah kontusio serebri (43%)⁽²⁰⁾. Hasil penelitian ini juga tidak sesuai dengan penelitian Sarkar, *et al.* di Amerika Serikat yang menunjukkan bahwa gambaran CT scan kepala yang paling banyak ditemukan pada pasien cedera kepala dewasa adalah hematoma subdural⁽²¹⁾. Hal ini menunjukkan bahwa gambaran CT scan kepala pada pasien cedera kepala sangat bervariasi dalam beberapa penelitian.

Pada penelitian ini didapatkan Glasgow Outcome Scale (GOS) pada saat 3 bulan setelah cedera kepala menunjukkan persentase terbesar adalah meninggal (61%). Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian King, *et al.* yang dilakukan di Amerika Serikat bahwa outcome pasien cedera kepala berat yang dinilai dengan GOS pada saat 3 bulan paling banyak menunjukkan disabilitas berat (41%)⁽²⁵⁾. Angka mortalitas dan morbiditas cedera kepala di negara berkembang memang jauh

lebih tinggi dibandingkan dengan negara maju⁽²⁶⁾.

Kategori kadar natrium serum normal paling banyak didapatkan pada penelitian ini yaitu sebesar 61%. Sementara, hiponatremia sebesar 17,1% dan hipernatremia sebesar 22%. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suman, *et al.* di India yang mendapatkan pasien cedera kepala dengan kadar natrium serum normal lebih banyak dibandingkan dengan pasien yang mengalami gangguan natrium, yaitu sebesar 53,5%⁽²⁾. Insidensi gangguan natrium (hiponatremia dan hipernatremia) pada cedera kepala sangat bervariasi dalam berbagai penelitian. Insidensi hiponatremia pada pasien cedera kepala yang dilaporkan pada penelitian-penelitian sebelumnya, yaitu penelitian Sherlock, *et al.* sebesar 9,6%⁽²²⁾, penelitian Rajagopal, *et al.* sebesar 13,2%⁽⁸⁾ dan penelitian Yumoto, *et al.* sebesar 51%⁽²³⁾ Sedangkan, insidensi hipernatremia pada cedera kepala juga sangat bervariasi yaitu antara 16-40%⁽²⁴⁾.

Ada beberapa penyebab yang menimbulkan gangguan natrium pada pasien cedera kepala. Hiponatremia yang terjadi pada cedera kepala umumnya disebabkan oleh SIADH atau CSWS. Pada SIADH terjadi retensi cairan yang menyebabkan hiponatremia hipoosmolalitas karena terjadi pelepasan ADH yang berlebihan dari aksis hipotalamus-hipofisis akibat cedera kepala. Mekanisme terjadinya SIADH masih belum jelas^(8,27). Sedangkan, CSWS ditandai dengan poliuria, natriuresis, hiponatremia dan hipovolemia. Pada pasien cedera kepala dengan CSWS ditemukan peningkatan aktivitas *Brain Natriuretic Peptide* (BNP) yang merupakan diuretik, natriuretik, agen vasodilatasi, dan inhibitor dari aldosteron, renin dan ADH sehingga menyebabkan ekskresi cairan dan natrium berlebihan. Peningkatan BNP banyak ditemukan pada pasien dengan perdarahan subaraknoid⁽²⁷⁾. Selain itu, hiponatremia pada cedera kepala

dapat disebabkan oleh muntah terus-menerus pasca cedera kepala, perdarahan masif akibat cedera, pemberian berlebihan cairan hipotonis, peningkatan ADH sebagai respon stres yang sering terjadi pasca operasi, disfungsi *Hypothalamic-Pituitary-Adrenal* (HPA) atau *Adrenal Insufficiency* (AI) sekunder^(27,28,29).

Penyebab hipernatremia pada cedera kepala umumnya disebabkan CDI. CDI bisa terjadi karena terdapat kerusakan pada aksis hipotalamus-hipofisis di otak sehingga terjadi kegagalan pelepasan ADH. Adanya CDI pasca cedera kepala menjadi penanda penting dari peningkatan morbiditas dan mortalitas pasien cedera kepala. Selain itu, hipernatremia pada cedera kepala juga dapat diakibatkan penggunaan berlebihan diuretik osmotik seperti mannitol⁽³⁰⁾. Diuretik osmotik mengakibatkan peningkatan ekskresi cairan melalui urin sehingga terjadi hipernatremia dan peningkatan osmolaritas serum^(10,27).

Tidak terdapat hubungan yang bermakna antara hiponatremia dan hipernatremia dengan *outcome* klinis pada penelitian ini. Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian dari studi IMPACT yang menunjukkan bahwa kadar natrium serum saat masuk rumah sakit dapat digunakan untuk memprediksi *outcome* pada pasien cedera kepala yang digambarkan dengan kurva *U-shaped*, dimana hiponatremia memiliki hubungan yang lebih kuat dengan *outcome* buruk⁽¹¹⁾ dan penelitian Paydar, *et al.* di Iran yang melaporkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara kadar natrium serum terutama hipernatremia dengan *outcome* pasien cedera kepala⁽¹²⁾.

Mekanisme hiponatremia dan hipernatremia yang mempengaruhi *outcome* cedera kepala belum sepenuhnya jelas. Hiponatremia yang menyebabkan perburukan *outcome* kemungkinan karena mempengaruhi perkembangan cedera kepala

primer menjadi edema serebri. Saat terjadi penurunan kadar natrium serum maka terjadi pergeseran osmotik cairan dari ekstraseluler ke intraseluler^(8,9). Sementara hipernatremia yang dapat mempengaruhi *outcome* dan peningkatan mortalitas pasien cedera kepala karena perubahan homeostatis mengakibatkan kerusakan mielin dan bahkan kematian sel saraf di otak⁽³¹⁾.

Pada penelitian-penelitian sebelumnya didapatkan hubungan yang bermakna antara kadar natrium dengan *outcome* cedera kepala, namun hasil pada penelitian ini menunjukkan tidak terdapat hubungan. Walaupun, pada penelitian ini ditemukan proporsi pasien cedera kepala dengan hiponatremia maupun hipernatremia yang berada pada kelompok *outcome* buruk lebih banyak dibandingkan yang berada pada kelompok *outcome* baik namun tetap tidak didapatkan hubungan yang bermakna secara statistik.

Tidak adanya hubungan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa *outcome* pada pasien cedera kepala berat tidak hanya dipengaruhi oleh faktor kadar natrium saja melainkan ada beberapa faktor yang dapat dijadikan penelitian selanjutnya. Faktor-faktor yang selama ini sering digunakan untuk menentukan *outcome* pada pasien cedera kepala antara lain usia, GCS, reaksi pupil, gambaran CT scan (terutama klasifikasi Marshall), dan kondisi tanda vital pasien seperti hipotensi dan hipoksia⁽³²⁾.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Tidak lengkapnya pencatatan pada data rekam medik mengenai riwayat penyakit dan informasi terapi cairan yang telah diberikan sebelumnya dapat mempengaruhi nilai kadar natrium serum pasien yang didapatkan. Dalam penelitian yang menilai *outcome* sebaiknya dilakukan menggunakan metode *cohort* sehingga perkembangan *outcome* dapat diikuti hingga periode tertentu dan meminimalisir terjadinya bias. Selanjutnya, kami

menyarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan sampel yang lebih homogen.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tidak didapatkan hubungan bermakna antara kadar natrium serum dengan *outcome* klinis pada pasien cedera kepala berat di RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda. Walaupun pasien cedera kepala dengan hiponatremia dan hipernatremia sebagian besar berada pada *outcome* buruk.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dawodu, S. T. Traumatic Brain Injury (TBI): Definition, Epidemiology, Pathophysiology. 2017. Diunduh pada tanggal 03 Desember 2018 dari <https://emedicine.medscape.com/article/326510-overview>.
2. Suman, S., Kumar, N., Singh, Y., Kumar, V., Yadav, G., Gupta, B.K., et al. Evaluation of Serum Electrolytes in Traumatic Brain Injury. *J Anesth Crit Care Open Access*. 2016; 5(3): 1-6.
3. Faul, M., Xu, L., Wald, M.M., & Coronado V.G. Traumatic Brain Injury in The United States: emergency department visits, hospitalizations, and deaths. *Centers for Disease Control and Prevention*. 2010.
4. Satyanegara. *Ilmu Bedah Saraf*. Edisi ke-5. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama; 2014.
5. Rafiq, M.F., Ahmed, N., & Khan, A.A. Serum Electrolyte Derangements in Patients with Traumatic Brain Injury. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2013; 25(1-2), 162-164.
6. Pin-on, P., Saringkarinkul, A., Punjasawadwong, Y., Kacha, A., & Wilairat, D. Serum Electrolyte Imbalance and Prognostic Factors of Postoperative Death in Adult Traumatic

- Brain Injury Patients. *Medicine*. 2018; 97(45), 1-6.
7. Rhoney, D.H. & Parker, D. Considerations in Fluids and Electrolytes after Traumatic Brain Injury. *Nutr Clin Pract*. 2006; 21(5), 462-478.
 8. Rajagopal, R., Swaminathan, G., Nair, S., & Joseph, M. Hyponatremia in Traumatic Brain Injury - A Practical Management Protocol. *World Neurosurgery*. 2017; 108, 529-533.
 9. Audibert, G., Hoche, J., Baumann, A., & Mertes, P. M. Water and Electrolytes Disorders After Brain Injury: Mechanism and Treatment. *Ann Fr Anesth Reanimin*. 2012; 31(6), 109-115.
 10. Maggiore, U., Picetti, E., Anonucci, E., Parenti, E., Regolisti, G., Mergoni, M., et al. The Relation Between The Incidence of Hypernatremia and Mortality in Patients with Severe Traumatic Brain Injury. *Crit Care*. 2009; 13(4), 1-9.
 11. Van Beek, J.G., Mushkudiani, N.A., Steyerberg, E.W., Butcher, I., McHugh, G.S., Lu, J., et al. Prognostic Value of Admission Laboratory Parameters in Traumatic Brain Injury: Results from The IMPACT Study. *J Neurotrauma*. 2007; 24(2), 315-328.
 12. Paydar, S., Bordbar, E., Taghipour, M., Khalili, H., & Jafari, M. Initial GCS and Laboratory Findings of Patients with TBI are Associated with the GOSE and Mortality Rate at One Year. *Int J Res Med Sci*. 2018; 6(1), 14-19.
 13. Ho, K.M. Predicting Outcomes after Severe Traumatic Brain Injury: Science, Humanity Or Both?. *J Neurosurg Sci*. 2018; 62(5), 593-598.
 14. Wilson, J. T., Sliker, F.J., Legrand, V., Murray, G., Stocchetti, N., & Maas, A.I. Observer Variation in The Assessment of Outcome in Traumatic Brain Injury: Experience from a Multicenter, International Randomized Clinical Trial. *Neurosurgery*. 2007; 2(2), 123-129.
 15. Saini, N. S., Rampal, V., Dewan, Y., & Grewal, S. S. Factors Predicting Outcome in Patients with Severe Head Injury: Multivariate Analysis. *Indian J Neurotrauma*. 2012; 9(1), 45-48.
 16. Harrison-Felix, C., Kolakowsky-Hayner, S. A., Hammond, F. M., Wang, R., Englander, J., Dams-O'Connor, K., et al. Mortality After Surviving Traumatic Brain Injury. *J Head Trauma Rehabil*. 2012; 27(6), E45-E56.
 17. Damanik, R. P., Jemadi., & Hiswani. Karakteristik Penderita Cedera Kepala Akibat Kecelakaan Lalu Lintas Darat Rawat Inap di RSUP DR. H. Kumpulan Pane Tebing Tinggi Tahun 2010-2011. *Gizi, Kesehatan Reproduksi dan Epidemiologi*. 2013; 2(4), 1 – 10.
 18. Kadar, R., Rochford, D., Omi, E. Thomas, Y., Patel, K., & Kulstad. Trends in Demographics and Outcome of Patients Presenting with Traumatic Brain Injury. *Clinl Exp Emerg Med*. 2019; 6(2), 113-118.
 19. Rawis, M. L., Lalenoh, D. C., & Kumaat, L. I. Profil Pasien Cedera Kepala Sedang dan Berat yang Dirawat di ICU dan HCU. *J e-Clinic*. 2016; 4(2). 1-8.
 20. Imitaz, A. M. Trauma Radiology: Importance of Computed Tomography Scans in Acute Traumatic Brain Injury. *Int J Pharm Sci Bus Manag*. 2016; 4(4), 7-15.
 21. Sarkar, K., Keachie, K., Nguyen, U., Muizelaar, J. P., Zwienerberg-Lee, M., & Shahlaie, K. Computed tomography characteristics in pediatric versus adult traumatic brain injury. *J Neurosurg Pediatrics*. 2014; 13(3), 307-314.
 22. Sherlock, M., O'Sullivan, E., Agha, A., Behan, L. A., Owens, D., Finucane, F.,

- et al.* Incidence and Pathophysiology of Severe Hyponatremia in Neurosurgical Patients. *Postgrad Med J.* 2009; 85(1002), 171-175.
23. Yumoto, T., Sato, K., Ugawa, T., Ichiba, S., & Ujike, Y. Prevalence, Risk Factors, and Short-term Consequences of Traumatic Brain Injury-Associated Hyponatremia. *Acta Medica Okayama.* 2015; 69(4), 213-218.
 24. Kolmodin, L., Sekhon, M. S., Henderson, W. R., Turgeon, A. F., & Griesdale, D. E. Hyponatremia in Patients with Severe Traumatic Brain Injury: A Systematic Review. *Annals of Intensive Care.* 2013; 3(35), 1-7.
 25. King, J. T., Carlier, P. M., & Marion, D. W. Early Glasgow Outcome Scale Scores Predict Long-Term Functional Outcome in Patients with Severe Traumatic Brain Injury. *J Neurotrauma.* 2005; 22(9), 947-954.
 26. MRC CRASH Trial Collaborators. Predicting Outcome After Traumatic Brain Injury: Practical Prognostic Models Based on Large Cohort of International Patients. *Brit Med J.* 2008; 336(7641), 425-429.
 27. Bradshaw, K., & Smith, M. Disorders of Sodium Balance After Brain Injury. *Brit J Anaesth.* 2008; 8(4), 129-133.
 28. Dimopoulou, I., Tsagarakis, S., Kouyialis, A. T., Roussou, P., Assithianakis, G., Christoforaki, M., et al. Hypothalamic-pituitary-Adrenal Axis Dysfunction in Critically Ill Patients with Traumatic Brain Injury: Incidence, Pathophysiology, and Relationship to Vasopressor Dependence and Peripheral Interleukin-6 Levels. *Crit Care Med.* 2004; 32(2), 404-408.
 29. Cohan, P., Wang, C., McArthur, D. L., Cook, S. W., Dusick, J. R., Armin, B., et al. Acute Secondary Adrenal Insufficiency after Traumatic Brain Injury: A Prospective Study. *Crit Care Med.* 2005; 33(10), 2358-2366.
 30. Powner, D. J., Boccia, C., Alp, M. S., & Vollmer, D. G. Endocrine Failure After Traumatic Brain Injury. *Neurocrit Care.* 2006; 5(1), 61-70.
 31. Ayus, J.C., Armstrong, D.L., & Arieff, A.I. Effects of Hyponatremia in The Central Nervous System and Its Therapy in Rats and Rabbits. *J Physiol.* 1996; 492(1), 243-255.
 32. Kulesza, B., Nogalski, A., Kulesza, T., & Prystupa, A. Prognostic Factors in Traumatic Brain Injury and Their Association with Outcome. *J Pre-Clin Clin Res.* 2015; 9(2), 163-166.
 33. Wilson, J. T., Pettigrew, L. E., & Teasdale, G. M. Structured Interviews for The Glasgow Outcome Scale and The Extended Glasgow Outcome Scale: Guidelines for Their Use. *J Neurotrauma.* 1998; 15(3), 573-585.