

Perbandingan Nilai Analisis Gas Darah, Elektrolit, dan Laktat Setelah Pemberian Ringer Asetat Malat dengan Ringer Laktat untuk *Early Goal Directed Therapy* Pasien Sepsis

Muhammad Fikri, Achsanuddin Hanafie, Nazaruddin Umar

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif RSUP Haji Adam Malik Medan
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara

Abstrak

Sepsis merupakan penyebab kedua tertinggi kematian di instalasi rawatan intensif dan merupakan 10 penyebab tertinggi kematian di seluruh dunia. Menurut *Survival Sepsis Campaign 2012* penanganan awal pada pasien sepsis dengan pemberian cairan memberikan respons yang lebih baik dengan pemberian 30 mL/kgBB cairan kristaloid. Penelitian ini bertujuan membandingkan jenis cairan kristaloid mana yang merupakan pilihan lebih baik untuk resusitasi atau *early goal directed therapy* (EGDT) pada pasien sepsis. Penelitian ini merupakan uji klinis acak tersamar ganda yang dilakukan pada periode bulan Desember 2016–Januari 2017 di RSUP Haji Adam Malik Medan. Empat puluh pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak termasuk eksklusi dinilai perubahan analisis gas darah, elektrolit (natrium, kalium, klorida), dan laktat sebelum dengan sesudah resusitasi cairan Ringer asetat malat dan Ringer laktat. Dari 40 pasien yang memenuhi kriteria, pemberian Ringer asetat malat yang dibandingkan dengan Ringer laktat pada pasien sepsis, nilai analisis gas darah (AGDA) mengalami perbaikan pada nilai HCO_3 ($p=0,001$), TCO_2 ($p=0,002$), *base excess* (BE) ($p=0,048$). Pemberian cairan ringer asetat malat menunjukkan peningkatan nilai analisis gas darah, natrium, dan laktat yang lebih baik daripada Ringer laktat. Simpulan, pemberian cairan Ringer asetat malat pada EGDT pasien sepsis lebih baik dalam menjaga keseimbangan asam basa di dalam tubuh dibanding dengan pemberian Ringer laktat.

Kata kunci: *Early goal-directed therapy*, keseimbangan asam basa, Ringer asetat malat, Ringer laktat, sepsis

Comparison of Blood Gas Analysis, Lactate and Electrolyte After Resuscitation with Ringer Acetate Malate and Ringer Lactate as Early Goal Directed Therapy for Sepsis Patients

Abstract

Sepsis is the second highest death-causing condition at the intensive care unit and the 10 highest death-causing condition globally. According to *Survival Sepsis Campaign 2012*, the standard for early management of sepsis is the administration of 30 mL/kgBW crystalloid. This study compared the use of crystalloids for resuscitation or early goal directed therapy (EGDT) in sepsis patients. This was a double blind randomized clinical trial during the period of December 2016–January 2017 in Haji Adam Malik General Hospital Medan. The changes in blood gas, electrolyte (sodium, phosphate and chloride), and lactate levels before and after fluid resuscitation were observed in 40 eligible patients. The use of Ringer acetate malate and Ringer lactate in these patients was also observed. There was an improvement of blood gas analysis (BGA) result on HCO_3 ($p=0.001$), TCO_2 ($p=0.002$), BE ($p=0.048$). The administration of Ringer acetate malate gave higher values for AGDA, sodium, and lactate compared to the administration of ringer lactate. In conclusion, the administration of Ringer acetate malate on EGDT for sepsis patient is better in maintaining acid-base equilibrium compared to the administration of Ringer lactate.

Key words: Acid-base balance, early goal-directed therapy, Ringer asetat malate, Ringer lactate, sepsis

Korespondensi: Muhammad Fikri, dr, SpAn, Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara, RSUD Haji Adam Malik Medan, Jl. Bunga Lau No. 17, Kemenangan Tani, Medan, Sumatera Utara 20136, Tlpn 061-8362080, Email muhammadfikri.an17@gmail.com

Pendahuluan

Sepsis sebagai penyebab kedua tertinggi kematian di *Intensive Care Unit* (ICU) dan merupakan 10 penyebab tertinggi kematian di seluruh dunia. Angka kejadian sepsis meningkat sebesar 9% setiap tahunnya. Mortalitas pada pasien sepsis tanpa disfungsi organ ialah 15%, dengan kegagalan fungsi organ sebesar 70%, dan syok septik sebesar 45–60%. Angka kematian dapat diturunkan sebesar 16% jika dilakukan optimalisasi hemodinamik sebelum terjadi gagal organ pada pasien dengan trauma atau bedah risiko tinggi yang disertai dengan sepsis dibanding dengan setelah terjadi gagal organ.^{1,2}

Early goal directed therapy (EGDT) merupakan tindakan resusitasi untuk memperbaiki kondisi pasien dengan keadaan sepsis berat atau syok septik. *Early goal directed therapy* berhasil meningkatkan harapan hidup serta menurunkan angka mortalitas setelah hari ke-28 sebanyak 16% dan dapat menstabilkan hemodinamik pasien dengan memberikan obat-obatan, cairan, antibiotik, mengontrol derajat infeksi sehingga mengurangi kerusakan organ vital lebih lanjut dan menurunkan angka mortalitas pada pasien.^{3,4}

Pemberian Ringerfundin memberikan hasil elektrolit dan keseimbangan asam basa yang lebih baik dibanding dengan Ringer laktat. Ringerfundin juga lebih stabil mempertahankan komposisi elektrolit dan osmolaritas plasma, juga tidak menyebabkan depleksi kalsium. Cairan yang berbasis asetat lebih stabil terhadap perubahan pH dan kadar HCO_3^- dibanding dengan cairan berbasis laktat.^{5,6}

Semua pasien sepsis berat yang menjalani pembedahan dilakukan EGDT, mayoritas memberikan respons baik dengan pemberian cairan resusitasi dengan kristaloid.⁷

Subjek dan Metode

Penelitian ini bertujuan menilai analisis gas darah (AGD), elektrolit, dan laktat setelah pemberian cairan Ringer asetat malat

dengan cairan Ringer laktat pada pasien sepsis menggunakan uji klinis *double blind randomized controlled trial*. Pengumpulan data penelitian dilakukan di RSUP H. Adam Malik Medan pada bulan Desember 2016 hingga Januari 2017. Sampel penelitian merupakan seluruh pasien dewasa dengan diagnosis sepsis yang memiliki skor Q SOFA ≥ 2 yang dirawat di RSUP H. Adam Malik Medan. Pasien yang memiliki riwayat penyakit hati, ginjal, kanker paru, kanker payudara, diabetes, dan pasien dengan luka bakar tidak diikuti dalam penelitian ini. Ada pun kriteria *drop out* pada penelitian ini adalah pasien yang meninggal dunia atau menyatakan mundur selama intervensi dan observasi, pasien yang pindah ke RS luar, dan mengalami reaksi alergi terhadap bahan perlakuan.

Subjek dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok cairan asetat malat (A) dan kelompok cairan Ringer laktat (B), jumlah cairan yang diberikan masing-masing 30 mL/kgBB. Setelah dilakukan resusitasi cairan 3 jam, kemudian dilakukan pemeriksaan kadar AGDA, elektrolit, dan laktat.

Hasil

Penelitian diikuti oleh 40 subjek yang dibagi menjadi dua kelompok dengan jumlah yang sama, yaitu sebanyak 20 orang masing-masing terdiri atas 11 orang laki-laki dan 9 orang perempuan ($p=1$). Usia rata-rata pasien adalah 46,35 tahun pada kelompok A dan 48,95 tahun pada kelompok B ($p=0,647$). Berat badan pada setiap kelompok dihitung rata-ratanya, kelompok A memiliki berat badan rata-rata 56,75 kg dan kelompok B adalah 56,4 kg. Berdasar atas karakteristik subjek tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok pada jenis kelamin, usia, dan berat badan pasien ($p>0,05$).

Dari Tabel 1 didapati hasil penilaian analisis gas darah pada dua kelompok studi antara sebelum dan sesudah pemberian terapi. Tidak ditemukan perbedaan rata-rata yang signifikan hasil nilai analisis gas darah antara kelompok subjek yang diberikan Ringer asetat malat dan Ringer laktat pada saat sebelum pemberian

terapi cairan dan sesudah pemberian terapi cairan ($p > 0,05$). Berdasar atas perubahan nilai parameter analisis gas darah antara sebelum dan sesudah pemberian cairan sebagian besar menunjukkan peningkatan. Namun, untuk parameter PaO_2 menunjukkan penurunan. Penurunan PaO_2 pada kelompok A adalah sebesar 5,17 dan kelompok B sebesar 6,15. Namun, berdasar atas uji statistik dengan uji

T independen tidak menunjukkan perbedaan rata-rata yang signifikan ($p = 0,950$). Perubahan (delta) nilai parameter analisis gas darah antara kelompok A dan kelompok B umumnya tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$). Hanya delta BE yang menunjukkan perbedaan rata-rata yang signifikan ($p = 0,048$). Peningkatan BE yang lebih besar terjadi pada subjek yang memperoleh Ringer asetat malat (kelompok

Tabel 1 Perbedaan Analisis Gas Darah antara Kelompok A dan Kelompok B Sebelum dengan Sesudah Pemberian Cairan

Analisis Gas Darah	Kelompok A n=20	Kelompok B n=20	p
pH, rata-rata (SD)			
T0	7,36 (0,12)	7,37 (0,12)	0,709 ^a
T1	7,39 (0,11)	7,36 (0,16)	0,417 ^a
Delta pH, rata-rata (SD)	0,04 (0,09)	-0,02 (0,1)	0,100 ^a
pCO ₂ , rata-rata (SD)			
T0	28,88 (5,59)	28,27 (8,67)	0,786 ^b
T1	31,59 (6,81)	31,88 (8,07)	0,978 ^b
Delta pCO ₂	2,72 (7,15)	3,61 (6,76)	0,424 ^b
pCO ₂ , rata-rata (SD)			
T0	152,61 (48,66)	157,35 (38,23)	0,734 ^a
T1	147,44 (44,68)	151,2 (33,77)	1,000 ^b
Delta PaO ₂ , rata-rata (SD)	-5,17 (52,99)	-6,15 (44,75)	0,950 ^a
HCO ₂ , rata-rata (SD)			
T0	16,48 (5,24)	17 (7,52)	0,860 ^b
T1	24,71 (21,07)	26,15 (34,03)	0,409 ^b
Delta HCO ₂ , rata-rata (SD)	8,23 (20,59)	9,14 (33,75)	0,208 ^b
TCO ₂ , rata-rata (SD)			
T0	17,68 (5,62)	17,95 (7,41)	0,897 ^a
T1	21,19 (5,28)	19,19 (7,82)	0,348 ^a
Delta TCO ₂	3,51 (4,35)	1,24 (4,82)	0,054 ^b
BE, rata-rata (SD)			
T0	-5,4 (12,68)	-6,77 (8,03)	0,989 ^b
T1	-2,6 (5,47)	-5,89 (9,46)	0,191 ^a
Delta BE, rata-rata (SD)	2,77 (11,66)	0,87 (5,79)	0,048 ^b
Sa O ₂ , rata-rata (SD)			
T0	98,25 (2,49)	99,05 (0,99)	0,875 ^b
T1	99,04 (1,19)	98,95 (1,05)	0,729 ^b
Delta Sa O ₂ , rata-rata (SD)	0,79 (1,8)	-0,1 (1,29)	0,213 ^b

Keterangan: ^aT independen ^bMann Whitney

Tabel 2 Perbedaan Kadar Elektrolit antara Kelompok A dan Kelompok B Sebelum dengan Sesudah Pemberian Cairan

Elektrolit	Kelompok A n=20	Kelompok B n=20	p
Natrium, rata-rata (SD)			
T0	134,5 (6,86)	135,3 (5,65)	0,690 ^a
T1	136,55 (5,39)	134,25 (5,3)	0,062 ^b
Delta natrium, rata-rata (SD)	2,05 (5,31)	-1,05 (5,68)	0,033 ^b
Kalium, rata-rata (SD)			
T0	5,87 (9,7)	4,03 (0,93)	0,364 ^b
T1	4 (0,87)	3,82 (0,91)	0,527 ^a
Delta kalium, rata-rata (SD)	1,87 (9,73)	0,21 (0,92)	0,291 ^b
Klorida, rata-rata (SD)			
T0	103,3 (6,9)	103,65 (6,18)	0,881 ^b
T1	104,55 (4,83)	104,1 (4,7)	0,175 ^b
Delta klorida, rata-rata (SD)	1,25 (6,05)	0,45 (9,06)	0,745 ^a

Keterangan: ^aT independen ^bMann Withney

A) dengan peningkatan rata-rata sebesar 2,77 (SD=11,66). Pada kelompok subjek yang memperoleh asetat malat (kelompok B) peningkatan rata-rata hanya sebesar 0,87 (SD=5,79).

Tabel 2 menyatakan hasil penilaian elektrolit pada dua kelompok studi antara sebelum dan sesudah pemberian terapi. Tidak ditemukan perbedaan rata-rata yang signifikan nilai elektrolit antara kelompok subjek yang diberikan Ringer asetat malat dan Ringer laktat pada saat sebelum pemberian terapi cairan dan sesudah pemberian terapi cairan ($p > 0,05$).

Tabel 3 menjelaskan hasil pengukuran kadar laktat pada dua kelompok studi antara sebelum dan sesudah pemberian terapi.

Laktat rata-rata pada kelompok A sebelum dan sesudah pemberian terapi tampak lebih tinggi dibanding dengan rata-rata pada kelompok B. Laktat rata-rata sebelum pemberian ringer asetat malat adalah 4,24 (SD=5,72), sedangkan pada kelompok B yang menerima Ringer laktat rata-rata laktat adalah 1,78 (SD=0,79). Ditemukan perbedaan delta laktat rata-rata yang signifikan antara kelompok A dan B ($p < 0,001$). Terjadi penurunan laktat yang lebih besar pada subjek di kelompok A dengan penurunan rata-rata sebesar 2,3 (SD=5,5) dibanding dengan penurunan laktat di kelompok B dengan penurunan hanya 0,16 (SD=0,69).

Tabel 4 memperlihatkan tidak ditemukan perbedaan rata-rata yang signifikan untuk

Tabel 3 Perbedaan Laktat antara Kelompok A dan Kelompok B Sebelum dengan Sesudah Pemberian Cairan

Laktat	Kelompok A n=20	Kelompok B n=20	p*
Laktat, rata-rata (SD)			
T0	4,24 (5,72)	1,78 (0,79)	0,003
T1	1,94 (1,48)	1,62 (1,09)	0,400
Delta laktat, rata-rata (SD)	-2,3 (5,5)	-0,16 (0,69)	<0,001

Keterangan: *Mann Whitney

Tabel 4 Perbedaan Analisis Gas Darah antara Sebelum dan Sesudah Pemberian Cairan pada Kelompok A dan B

Analisis Gas Darah	Kelompok A n=20	p	Kelompok B n=20	p
pH, rata-rata (SD)				
T0	7,36 (0,12)	0,101 ^a	7,37 (0,12)	0,484 ^a
T1	7,39 (0,11)		7,36 (0,16)	
pCO ₂ , rata-rata (SD)				
T0	28,88 (5,59)	0,107 ^b	28,27 (8,67)	0,035 ^b
T1	31,59 (6,81)		31,88 (8,07)	
PaO ₂ , rata-rata (SD)				
T0	152,61 (48,66)	0,823 ^b	157,35 (38,23)	0,540 ^a
T1	147,44 (44,68)		151,2 (33,77)	
HCO ₂ , rata-rata (SD)				
T0	16,48 (5,24)	0,001 ^b	17 (7,52)	0,071 ^b
T1	24,71 (21,07)		26,15 (34,03)	
TCO ₂ , rata-rata (SD)				
T0	17,68 (5,62)	0,002 ^a	17,95 (7,41)	0,266 ^a
T1	21,19 (5,28)		19,19 (7,82)	
BE, rata-rata (SD)				
T0	-5,4 (12,68)	0,005 ^b	-6,77 (8,03)	0,509 ^a
T1	-2,6 (5,47)		-5,889 (0,99)	
Sa O ₂ , rata-rata (SD)				
T0	98,25 (2,49)	0,048 ^b	99,05 (0,99)	0,676 ^b
T1	99,04 (1,19)		98,95 (1,05)	

Keterangan: ^aT dependen, ^bWilcoxon

parameter pH, pCO₂, dan PaO₂ pada kelompok A. Sebaliknya, ditemukan perbedaan rata-rata yang signifikan kadar pCO₂ rata-rata antara sebelum dan sesudah pemberian cairan Ringer laktat (kelompok B). Terjadi peningkatan pCO₂ pada kelompok B, dari 28,27 menjadi 31,88. Parameter lain yang menunjukkan peningkatan yang signifikan pada subjek di kelompok A adalah HCO₃, TCO₂, BE, dan SaO₂. Tidak jauh berbeda dengan subjek pada kelompok B, parameter HCO₃, TCO₂, dan BE juga meningkat, namun tidak berbeda secara signifikan. Berbeda dengan parameter lainnya, saturasi oksigen rata-rata mengalami sedikit penurunan dari 99,05% menjadi 98,95% pada kelompok B, namun tidak berbeda bermakna.

Tabel 5 terlihat bahwa hasil penelitian memperlihatkan peningkatan yang signifikan

(p=0,016) untuk kadar natrium pada kelompok A dari 134,5 mEq/L menjadi 136,55 mEq/L. Sementara itu, kadar natrium rata-rata pada kelompok B menunjukkan penurunan dari 135,3 mEq/L menjadi 134,25 mEq/L, namun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (p=0,419). Kalium rata-rata kedua kelompok studi menunjukkan penurunan setelah pemberian terapi. Berbeda dengan kalium, klorida rata-rata menunjukkan sedikit peningkatan pada kedua kelompok. Baik kalium dan klorida tidak menunjukkan perbedaan rata-rata yang signifikan pada kelompok A dan B (p>0,05).

Tabel 6 memperlihatkan penurunan yang signifikan (p<0,001) untuk laktat pada kelompok A dari 4,24 menjadi 1,94. Sementara itu, laktat rata-rata pada kelompok B hanya

Tabel 5 Perbedaan Elektrolit antara Sebelum dan Sesudah Pemberian Cairan pada Kelompok A dan B

Elektrolit	Kelompok A n=20	p	Kelompok B n=20	p
Natrium, rata-rata (SD)				
T0	134,5 (6,86)	0,016 ^b	135,3 (5,65)	0,419 ^a
T1	136,55 (5,39)		134,25 (5,3)	
Kalium, rata-rata (SD)				
T0	5,87 (9,7)	0,386 ^b	4,03 (0,93)	0,319 ^a
T1	4 (0,87)		3,82 (0,91)	
Chlorida, rata-rata (SD)				
T0	103,3 (6,9)	0,197 ^b	103,65 (6,18)	0,931 ^b
T1	104,55 (4,83)		104,1 (4,7)	

Keterangan: ^aT dependen, ^bWilcoxon

Tabel 6 Perbedaan Laktat antara Sebelum dan Sesudah Pemberian Cairan pada Kelompok A dan B

Laktat	Kelompok A n=20	p	Kelompok B n=20	p
rata-rata (SD)				
T0	4,24 (5,72)	<0,001*	1,78 (0,79)	0,187*
T1	1,94 (1,48)		1,62 (1,09)	

Keterangan: *Wilcoxon

menunjukkan sedikit penurunan dari 1,78 menjadi 1,62, namun tidak berbeda signifikan ($p=0,187$).

Pembahasan

Penelitian diikuti oleh 40 subjek yang dibagi menjadi dua kelompok dengan jumlah yang sama, yaitu sebanyak 20 orang masing-masing kelompok A memperoleh Ringer asetat malat dan kelompok B menerima Ringer laktat. Subjek laki-laki lebih banyak dibanding dengan perempuan pada kedua kelompok dengan jumlah yang sama, yaitu 11 orang masing-masing. Berdasar atas data umum karakteristik subjek terlihat bahwa jenis kelamin, usia, tinggi badan, dan berat badan sebelum perlakuan kedua kelompok tidak berbeda signifikan secara statistik yang berarti sampel yang diambil relatif homogen ($p>0,05$) sehingga kedua kelompok ini layak untuk dibandingkan.

Perubahan (delta) nilai parameter analisis gas darah antara RAM dan RL umumnya tidak berbeda signifikan ($p>0,05$). Hanya delta BE yang menunjukkan perbedaan rata-rata yang signifikan. Peningkatan BE yang lebih besar terjadi pada subjek yang memperoleh Ringer asetat malat dengan rata-rata peningkatan sebesar 2,77 (SD=11,66).

Parameter lain yang menunjukkan peningkatan yang signifikan pada subjek kelompok A adalah HCO_3^- , TCO_2 , BE, dan SaO_2 . Tidak jauh berbeda dengan subjek pada kelompok B, parameter HCO_3^- , TCO_2 , dan BE juga meningkat, namun tidak berbeda secara signifikan. *Base excess*, konsentrasi HCO_3^- dan konsentrasi TCO_2 semuanya merupakan alat ukur komponen metabolik dari status asam basa, sementara PCO_2 mengevaluasi ventilasi dan mewakili komponen respiratorik dari status asam basa. Berdasar atas persamaan Henderson-Hasselbach, pH dapat ditentukan dengan rasio konsentrasi HCO_3^- dengan

konsentrasi CO_2 yang terlarut dalam cairan ekstrasel.⁸

Peningkatan H^+ dalam tubuh di-buffer oleh penurunan HCO_3^- , mengakibatkan penurunan rasio $\text{HCO}_3^-:\text{PCO}_2$ sehingga menurunkan pH. Ketika peneliti melakukan resusitasi menggunakan Ringer asetat malat (RAM) mengandung anion asetat dan malat yang dapat dimetabolisme di hati menjadi bikarbonat. Asetat dan malat akan dimetabolisme di hati menjadi bikarbonat, satu mol asetat akan diubah menjadi satu mol bikarbonat, sedangkan satu mol malat akan diubah menjadi dua mol bikarbonat dan dalam Ringer laktat sebagian besar dimetabolisme melalui proses glukoneogenesis.⁹⁻¹¹ Setiap satu mol laktat akan menghasilkan satu mol bikarbonat. Diharapkan dapat meningkatkan bikarbonat, lalu proses asidosis metabolik dapat dibalikkan. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian cairan kristaloid RAM memberikan perubahan yang lebih baik dibanding dengan RL terhadap peningkatan kadar HCO_3^- secara keseluruhan dan dapat mencegah asidosis metabolik. Sesuai dengan sebuah penelitian menunjukkan pemberian Ringerfundin dihubungkan dengan hasil pemeriksaan elektrolit dan keseimbangan asam basa yang lebih baik dibanding dengan pemberian Ringer laktat, Penelitian menyimpulkan bahwa cairan yang berbasis asetat lebih stabil terhadap perubahan pH dan kadar HCO_3^- dibanding dengan cairan berbasis laktat.¹¹⁻¹³

Perbedaan elektrolit antara sebelum dan sesudah pemberian cairan pada kelompok A dan B memperlihatkan peningkatan yang signifikan ($p=0,016$) untuk kadar natrium pada kelompok A dari 134,5 mEq/L menjadi 136,55 mEq/L. Sementara itu, kadar natrium rata-rata pada kelompok B menunjukkan penurunan dari 135,3 mEq/L menjadi 134,25 mEq/L, namun berbeda signifikan.

Kalium rata-rata pada kedua kelompok menurun setelah pemberian terapi. Berbeda dengan kalium, klorida rata-rata sedikit meningkat pada kedua kelompok. Dalam hal ini terjadi peningkatan natrium dalam cairan RAM, sedangkan kalium dan klorida menunjukkan sedikit peningkatan, namun

tidak bermakna. Kation dalam tubuh adalah Natrium (Na^+), Kalium (K^+), Kalsium (Ca^{2+}), dan Magnesium (Mg^{2+}). Anion adalah klorida (Cl^-), HCO_3^- , HPO_4^- , SO_4^- . Dalam cairan ekstrasel (cairan di luar sel), kation utama adalah Na^+ , sedangkan anion utamanya adalah Cl^- . Di intrasel (di dalam sel) kation utamanya adalah kalium (K^+).

Penelitian lain menyatakan pemberian Ringerfundin dihubungkan dengan hasil pemeriksaan elektrolit dan keseimbangan asam basa yang lebih baik dibanding dengan pemberian Ringer laktat. Penelitian lain membandingkan Ringerfundin sebagai cairan Ringer asetat malat dengan *Plasmalyte*, didapatkan Ringerfundin lebih stabil dalam mempertahankan komposisi elektrolit dan osmolaritas plasma, juga tidak menyebabkan penurunan (deplesi) kalsium dan tidak meningkatkan katabolisme protein selama dan setelah pemberian Ringerfundin.^{5,14}

Hasil pengukuran kadar laktat pada kedua kelompok antara sebelum dan sesudah pemberian terapi. Laktat rata-rata pada kelompok A lebih tinggi dibanding dengan kelompok B. Ditemukan perbedaan delta laktat rata-rata yang signifikan antara kelompok A dan B ($p<0,001$). Perbedaan laktat antara sebelum dan sesudah pemberian cairan pada kelompok A dan B memperlihatkan penurunan yang signifikan ($p<0,001$).

Sesuai dengan siklus Cori dan siklus sitrat melalui siklus Krebs glikogen menjadi unit-unit glukosa 1-fosfat dan tiap-tiap unit dibagi menjadi dua fragmen 3-karbon, perombakan glukosa adalah asam piruvat.¹⁴⁻¹⁶

Energi yang bermanfaat dari glikolisis adalah 3 *adenosine diphosphate* (ADP) dan mengalami fosforilasi kembali untuk menghasilkan 3-*adenosine triphosphate* (ATP) sebagai energi untuk membantu metabolisme tubuh. RAM lebih baik daripada RL untuk tindakan resusitasi cairan terhadap pasien sepsis dikarenakan melalui siklus Krebs. Satu mol laktat menghasilkan 1 mol bikarbonat, sedangkan 1 mol asetat menghasilkan 1 mol bikarbonat, 1 mol malat menghasilkan 2 mol bikarbonat. Hal ini berarti bahwa larutan Ringer asetat malat menghasilkan

3 mol bikarbonat yang diubah menjadi ATP, sedangkan pada larutan Ringer laktat hanya menghasilkan 1 mol bikarbonat yang diubah menjadi ATP.^{15,16}

Simpulan

Terdapat perbedaan perbaikan nilai AGDA, elektrolit, dan laktat setelah pemberian cairan Ringer asetat malat dengan Ringer laktat pada pasien sepsis. Pemberian cairan Ringer asetat malat menunjukkan peningkatan nilai analisis gas darah, natrium, dan laktat yang lebih baik daripada Ringer laktat. Perbaikan nilai AGDA, elektrolit, dan laktat setelah resusitasi dengan cairan Ringer asetat malat lebih baik daripada cairan Ringer laktat.

Daftar Pustaka

1. Pasinato VF, Berbigier MC, Bde AR, Castro K, Moraes RB, Perry ID. Enteral nutritional therapy in septic patients in the intensive care unit: compliance with nutritional guideline for critically ill patients. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2013;25(1):17–24.
2. Martin GS, Mannino MA, Eaton S, Moss M. The epidemiology of sepsis in the United States from 1979 through 2000. *N Engl J Med*. 2010;348(1):1546–54.
3. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Opal SM, dkk. Surviving sepsis campaign: international guideline for severe sepsis and septic shock. *Crit Care Med*. 2013;41(2):580–637.
4. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis 3). *JAMA*. 2016;315(8):801–10.
5. Galas F, Hajjar L, Simoes C, Vieira S, Kalil FR, Auler J. Effect of ringer's lactate or ringerfundin resuscitation on the acid-base status and serum electrolytes in septic oncologic patients. *Crit Care*. 2009;13(suppl 1):447–9.
6. Hoffmann KF, Chappell D, Kammerer T, Jacob M, Paptistella M, Conzen P, dkk. Influence of an acetate and a lactate-based balanced infusion solution on acid base physiology and hemodynamics. *Eur J Med Res*. 2012;17(1):21–5.
7. Lee SJ. Increased fluid administration in the first three hours of sepsis resuscitation is associated with reduced mortality. *Chest*. 2014;146(4):908–15.
8. Jones AE, Shapiro NI, Trzeciak S, Arnold RC, Claremont HA, Kline JA. Lactate clearance vs central venous oxygen saturation as goals of early sepsis therapy a randomized clinical trial. *JAMA*. 2010;303(8):739–46.
9. Zadak Z, Hyspler R, Hronek M, Ticha A. The energetic and metabolic effect of ringerfundin infusion and comparison with plasma-lyte in healthy volunteers. *Acta Medica (Hradec Kralove)*. 2010;53(3):131–7.
10. Siggaard-Andersen O, Fogh-Andersen N. Base excess or buffer base (strong ion difference) as measure of a non-respiratory acid-base. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl*. 2015;107(1):123–8.
11. Malmir J, Bolvardi E, Aghae MA. Serum lactate is a useful predictor of death in severe sepsis and septic shock. *Rev Clin Med*. 2014;1(3):97–104.
12. Khalil DC, Sales WA, Amaral PV, Morais MMM, Crespo ES, Teodoro ALFS, dkk. Glucosa and electrolyte absorption in sepsis: modulation by angiotensin-(1–7). *Austin Crit Care J*. 2015;2(1):1–6.
13. Andersen LW, Mackenhauer J, Roberts JC, Berg KM, Cocchi MN, Donning MW. Etiology and therapeutic approach to elevated lactate levels. *Mayo Clinic*. 2013;88(10):1127–40.
14. Gunnerson KJ, Saul M, He S, Kellum JA. Lactate versus nonlactate metabolik acidosis: a retrospective outcome evaluation of critically ill patients. *Crit Care*. 2009;10(1):R22–5.
15. Beck FK, Rosenthal TC. Prealbumin as a marker for nutritional evaluation. *Am Fam Physician*. 2008;65(8):1575–8.
16. Elamin M, Camporesi E. Evidence-based nutritional support in the intensive care unit. *Intern Anesthesiol Clin*. 2009;47(1):121–38.