



INTISARI SAINS MEDIS

Published by Intisari Sains Medis

## Hemodialisis *Sustained Low-Efficiency Dialysis*: Indikasi dan Penerapannya



CrossMark

Yenny Kandarini<sup>1\*</sup>, I Made Arya Winangun<sup>2</sup>

### ABSTRACT

Acute kidney injury (AKI) and chronic kidney disease (CKD) are still a global health burden. The global incidence of AKI reaches 21.6% with a mortality rate of 23.9%. AKI is associated with the need for renal support therapy of 4-5% patients. AKI that persists in a long period can lead to CKD. CKD are associated with increased economic burdens, risk of cardiovascular disease and death. One of treatments to prevent morbidity and death in AKI and CKD is through hemodialysis. Sustained low-efficiency dialysis (SLED) resembles the form of conventional intermittent hemodialysis (IHD) but by slowing down the blood flow and the dialysis flow with the duration

being extended to 6-12 hours can reduced the risk of hemodynamic instability compared to IHD. A recent meta-analysis and systematic review stated that there were no differences between SLED and continous renal replacement therapy (CRRT) regarding the recovery of renal function in AKI, days required for recovery and the incidence of hypotension in patients in ICU. SLED provides results that are almost the same as 24 hours continuous hemodialysis of CRRT in patients with unstable hemodynamics but with more affordable cost. Understanding the use and mechanism of SLED is important to manage patients with AKI and CKD in unstable hemodynamic conditions.

**Keywords:** AKI, CKD, hemodialysis, SLED.

**Cite This Article:** Kandarini, Y., Winangun, I.M.A. 2021. Hemodialisis *Sustained Low-Efficiency Dialysis*: Indikasi dan Penerapannya. *Intisari Sains Medis* 12(1): 453-459. DOI: [10.15562/ism.v12i1.935](https://doi.org/10.15562/ism.v12i1.935)

### ABSTRAK

*Acute kidney injury* (AKI) dan penyakit ginjal kronik (PGK) masih menjadi beban kesehatan di dunia. Angka insiden global AKI mencapai 21,6% dengan angka mortalitas 23,9%. AKI diasosiasikan dengan perlunya terapi pendukung ginjal pada 4-5% pasien. AKI yang menetap dalam periode yang lama dapat mengarah ke PGK. PGK diasosiasikan dengan meningkatnya beban ekonomi, risiko penyakit kardiovaskular dan kematian. Salah satu penanganan untuk mencegah morbiditas dan kematian pada AKI dan PGK yaitu melalui hemodialisis. *Sustained low-efficiency dialysis* (SLED) menyerupai bentuk hemodialisis konvensional *intermittent hemodialysis* (IHD) namun dengan memperlambat aliran darah dan aliran dialisis dengan durasi yang diperpanjang menjadi 6-12 jam

dapat mengurangi risiko instabilitas hemodinamik dibandingkan IHD. Sebuah meta analisis dan review sistematis menyebutkan tidak ada perbedaan antara SLED dan *continous renal replacement therapy* (CRRT) pada pemulihan fungsi ginjal pada AKI, hari yang diperlukan untuk pemulihan dan kejadian hipotensi pada pasien di ICU. SLED menunjukkan hasil yang hampir sama seperti pada hemodialisis yang dilakukan berkelanjutan selama 24 jam pada CRRT pada pasien hemodinamik yang tidak stabil namun dengan biaya yang lebih terjangkau. Pemahaman mengenai penerapan dan mekanisme SLED menjadi penting untuk menangani pasien AKI dan PGK dengan kondisi hemodinamik yang tidak stabil.

**Kata kunci:** AKI, PGK, hemodialisis, SLED.

**Sitasi Artikel ini:** Kandarini, Y., Winangun, I.M.A. 2021. Hemodialisis *Sustained Low-Efficiency Dialysis*: Indikasi dan Penerapannya. *Intisari Sains Medis* 12(1): 453-459. DOI: [10.15562/ism.v12i1.935](https://doi.org/10.15562/ism.v12i1.935)

<sup>1</sup>Divisi Ginjal dan Hipertensi, Departemen/KSM Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/RSUP Sanglah Denpasar, Bali, Indonesia;

<sup>2</sup>Departemen/KSM Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/RSUP Sanglah Denpasar, Bali, Indonesia;

\*Korespondensi:

Yenny Kandarini;

Divisi Ginjal dan Hipertensi, Departemen/KSM Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/RSUP Sanglah Denpasar, Bali, Indonesia;

[yenny\\_kandarini@unud.ac.id](mailto:yenny_kandarini@unud.ac.id)

Diterima: 17-01-2021

Disetujui: 15-04-2021

Diterbitkan: 30-04-2021

## PENDAHULUAN

*Acute kidney injury* (AKI) dan penyakit ginjal kronik (PGK) masih menjadi beban kesehatan di dunia dengan angka kejadian yang meningkat setiap tahunnya. Angka insiden AKI secara global mencapai 21,6% dengan angka mortalitas 23,9%.<sup>1</sup> Angka prevalensi AKI di Asia Tenggara tahun 2015 yaitu 31%.<sup>2</sup> AKI dapat menggambarkan kondisi suatu komplikasi penyakit yang serius.<sup>3,4</sup> AKI diasosiasikan dengan morbiditas dan mortalitas yang tinggi dengan perlunya terapi pendukung ginjal sebanyak 4-5%.<sup>3,5,6</sup> Angka prevalensi PGK secara global tahun 2016 antara 11-13%.<sup>7</sup> PGK diasosiasikan dengan meningkatnya beban ekonomi, risiko kardiovaskular dan mortalitas.<sup>8,9,10</sup>

Hemodialisis (HD) masih menjadi terapi yang sering dipergunakan dalam tatalaksana AKI dan PGK selain dialisis peritoneal dan transplantasi ginjal.<sup>9,11,12</sup> Hemodialisis dibagi menjadi beberapa jenis yaitu jenis *intermittent hemodialysis* (IHD), jenis dialisis hibrid atau *prolonged intermittent renal replacement therapy* (PIRRT) yang salah satunya yaitu *sustained low-efficiency dialysis* (SLED), jenis dialisis peritoneal dan jenis *continuous renal replacement therapy* (CRRT). Prinsip dasar SLED yaitu dengan memperlambat aliran darah Qb dan memperlambat aliran dialisis Qd sehingga risiko ketidakstabilan hemodinamik dapat dikurangi namun dengan lama HD yang diperpanjang menjadi 6-12 jam sehingga tercapai efisiensi hemodialisis yang cukup.<sup>3,4,13</sup>

Angka insiden AKI pada pasien ICU di RS di daerah Jakarta, Indonesia disebutkan sebesar 43%.<sup>14</sup> Sebesar 24,6% pasien AKI memerlukan terapi pengganti ginjal berupa IHD 71,7%, diikuti SLED 22,8%, CRRT 4,3% dan dialisis peritoneal 1,1%.<sup>14</sup> Data survei internasional oleh Ricci dkk menyebutkan ketersediaan fasilitas teknik terapi pengganti ginjal dari partisipan di berbagai negara, hanya 10% yang memiliki semua bentuk terapi pengganti ginjal mencakup IHD, SLED, CRRT dan dialisis peritoneal.<sup>15</sup> Ricci dkk menyebutkan pemakaian teknik terapi pengganti ginjal yang dipilih oleh klinisi yaitu CRRT 91%, diikuti IHD 69% dan SLED 24%.<sup>15</sup> Walaupun demikian, Patel dkk menyebutkan SLED merupakan dialisis yang mudah diterapkan oleh

klinisi.<sup>16</sup>

SLED memiliki efikasi dan tolerabilitas yang baik dalam koreksi asidosis, elektrolit dan kelebihan cairan pada kondisi AKI dengan syok sepsis.<sup>17</sup> Pada pasien kritis dengan AKI dan hemodinamik yang tidak stabil, memulai SLED tidak diasosiasikan dengan risiko kematian jangka pendek dibandingkan CRRT.<sup>18</sup> Pada pasien kritis dengan AKI, luaran angka mortalitas dalam 90 hari dan 1 tahun pun tidak berbeda diantara yang menjalani SLED dibandingkan CRRT.<sup>19</sup> Pasien yang menjalani SLED mengalami pemulihan fungsi ginjal pada AKI, hari yang diperlukan untuk pemulihan dan kejadian hipotensi pada pasien di ICU yang tidak berbeda bermakna dibandingkan dengan yang menjalani CRRT.<sup>20</sup>

SLED memiliki keuntungan dibandingkan IHD dengan kontrol azotemia atau pembuangan solut atau toksin yang hampir sama dengan IHD dengan keadaan hemodinamik yang dapat ditoleransi.<sup>13</sup> SLED efektif dalam mengurangi cairan, dapat memfasilitasi nutrisi parenteral, pengobatan intravena, keseimbangan asam basa dan elektrolit yang lebih baik dan keadaan kimia yang lebih stabil.<sup>13</sup> Pada peralatan dan sumber daya manusia yang tidak tersedia atau terbatas dalam mengerjakan CRRT, SLED memberi keuntungan dan hasil yang hampir sama seperti dialisis CRRT pada pasien dengan hemodinamik yang tidak stabil namun dengan biaya yang lebih terjangkau.<sup>13,20-22</sup> Pemahaman mengenai hemodialisis SLED, indikasi dan mekanismenya menjadi penting dalam tatalaksana pasien AKI dan PGK yang memerlukan dialisis terutama dengan kondisi hemodinamik yang tidak stabil.

## ACUTE KIDNEY INJURY DAN PENYAKIT GINJAL KRONIK

*Acute kidney injury* merupakan kondisi penurunan laju filtrasi ginjal yang cepat.<sup>2</sup> Sekitar 4-5% pasien AKI memerlukan terapi pendukung ginjal.<sup>3</sup> AKI dalam perawatan intensif, biasanya disertai dengan gagal jantung, syok, gagal hati atau kondisi komorbid lainnya.<sup>5</sup> AKI pada perawatan intensif dengan kondisi hemodinamik yang tidak stabil merupakan indikasi dilakukannya SLED atau CRRT.<sup>5,20</sup> Patofisiologi AKI terjadi

akibat kondisi prerenal, renal dan *post renal*.<sup>23,24</sup> Pada kondisi AKI prerenal, terjadi penurunan aliran darah ke ginjal seperti pada kondisi perdarahan, kekurangan cairan, vasodilatasi sistemik, sepsis, atau curah jantung yang rendah.<sup>23,24</sup> Pada kondisi AKI renal, terjadi gangguan pada parenkim ginjal, vaskular ginjal, glomerulus atau tubulointerstitial ginjal.<sup>24</sup> Pada kondisi *post renal*, terjadi obstruksi seperti pada pembesaran prostat, batu atau keganasan yang mengganggu aliran urine sehingga menyebabkan cedera struktural pada ginjal.<sup>23,24</sup>

Penyakit ginjal kronik merupakan keadaan klinis dengan penurunan fungsi ginjal yang ireversibel dan pada suatu derajat memerlukan terapi pengganti ginjal yang tetap berupa dialisis atau transplantasi ginjal.<sup>11</sup> Terapi pengganti ginjal dilakukan pada PGK stadium 5 atau laju filtrasi glomerulus (LFG) yang kurang dari 15 ml/menit yang dapat dilakukan melalui suatu hemodialisis.<sup>11</sup>

## JENIS-JENIS HEMODIALISIS

Pada tahun 1944, Willem Kolff sukses melakukan dialisis pada pasien gangguan ginjal yang kemudian mengawali dimulainya terapi hemodialisis.<sup>4</sup> Pada tahun 1998, teknik SLED pertama kali dilaporkan oleh Marshal dkk di Amerika Serikat yang melakukan dialisis dengan teknik hibrid.<sup>4</sup> Marshal dkk menggunakan mesin dialisis pada umumnya, namun dengan memperlambat aliran darah dan aliran dialisis dengan memperpanjang waktu dialisis.<sup>4</sup> SLED menyerupai bentuk IHD namun dengan memperlambat aliran darah Qb dan aliran dialisis Qd dengan lama HD diperpanjang menjadi 6-12 jam.<sup>4,13,25</sup>

Dialisis dengan IHD merupakan dialisis konvensional yang paling umum dan lebih familiar dilakukan oleh kebanyakan klinisi.<sup>26</sup> Jonny dkk menyebutkan data pasien ICU di RS di Jakarta, Indonesia yang memerlukan terapi pengganti ginjal menjalani dialisis dengan IHD sebesar 71,7%, diikuti SLED 22,8%, CRRT 4,3% dan dialisis peritoneal 1,1%.<sup>14</sup> Tidak semua rumah sakit atau unit hemodialisis memiliki fasilitas terapi pengganti ginjal untuk SLED dan CRRT yang umumnya lebih banyak tersedia di rumah sakit pusat atau unit hemodialisis yang besar dengan

sumber daya yang besar.

Hemodialisis didefinisikan sebagai proses pengubahan komposisi solut darah oleh larutan lain (cairan dialisat) melalui membran semipermeabel (membran dialisis).<sup>9</sup> Hemodialisis secara umum dapat dibagi menjadi beberapa jenis. Jenis hemodialisis dikelompokkan seperti tertera pada tabel 1.

*Intermittent hemodialysis* atau disebut juga *intermittent renal replacement therapy* (IRRT) merupakan dialisis konvensional yang rutin dilakukan. Dialisis dilakukan *intermittent* yang berarti 4-5 jam setiap dialisis dengan 2-3 kali setiap minggunya.<sup>4</sup>

Dialisis hibrid disebut juga *prolonged intermittent renal replacement therapy* (PIRRT) merupakan penggabungan atau hibrid antara teknik IHD dengan CRRT.<sup>4</sup> Lama dialisis hibrid ini diperpanjang atau *prolonged* dari IHD dan dilakukan *intermittent* atau tidak terus menerus selama 24 jam.<sup>4</sup> SLED menyerupai bentuk IHD namun dengan memperlambat aliran darah Qb dan memperlambat aliran dialisis Qd sehingga risiko ketidakstabilan hemodinamik dapat dikurangi dengan lama HD diperpanjang menjadi 6-12 jam sehingga tercapai efisiensi yang cukup.<sup>4,13,27</sup> SLEDD merupakan SLED

yang dilakukan tiap hari sedangkan SLEDD-f menggunakan proses dialisis dan mengutamakan filtrasi di dalamnya.<sup>28</sup>

Dialisis peritoneal dapat bermanfaat pada hemodinamik kurang stabil karena dilakukan secara lama dan perlahan, namun pada kondisi gangguan rongga peritoneum, overhidrasi berat, hiperkalemia berat maka proses hemodialisis dengan mesin dialisis lebih menguntungkan karena dapat dilakukan dengan lebih cepat.<sup>4</sup> CRRT dilakukan secara berkesinambungan lebih dari 24 jam dan memberikan keuntungan lebih stabil secara hemodinamik dan aritmia lebih jarang.<sup>6</sup> CRRT dapat dengan akurat mengontrol volume cairan, koreksi elektrolit, asam dan basa, dan mempertahankan hemodinamik yang stabil pada pasien dewasa dan pediatri.<sup>29</sup> CRRT mempunyai kerugian berupa perlunya cairan substitusi yang banyak sehingga biaya menjadi mahal, risiko tinggi perdarahan karena antikoagulan yang terus-menerus dan imobilisasi yang lebih lama.<sup>4,6</sup> Perbandingan dan keuntungan antara jenis dialisis IHD, SLED dan CRRT tertera seperti pada tabel 2.

## KEUNTUNGAN HEMODIALISIS SLED

Keuntungan potensial dari SLED yaitu kondisi hemodinamik yang lebih stabil

**Tabel 1. Jenis-jenis hemodialisis.<sup>4</sup>**

<b>Intermittent (&lt;12 jam/hari)</b>	<b>Continuous (24 jam)</b>
<i>Intermittent hemodialysis</i> (IHD)	Dialisis peritoneal
Dialisis hibrid	<i>Continuous renal replacement therapy</i> (CRRT)
<i>Extended daily dialysis</i> (EDD)	<i>Slow continuous ultrafiltration</i> (SCUF)
<i>Slow continuous dialysis</i> (SCD)	<i>Continuous arterio-venous hemofiltration</i> (CAVH)
<i>Sustained low-efficiency dialysis</i> (SLED)	<i>Continuous veno-venous hemofiltration</i> (CVVH)
<i>Sustained low-efficiency daily dialysis</i> (SLEDD)	<i>Continuous arterio-venous hemodialysis</i> (CAVHD)
<i>Sustained low-efficiency daily dial-filtration</i> (SLEDD-f)	<i>Continuous veno-venous hemodialysis</i> (CVVHD)
	<i>Continuous arterio-venous hemodia-filtration</i> (CAVHDF)
	<i>Continuous veno-venous hemodia-filtration</i> (CVVHDF)

**Tabel 2. Perbandingan teknik dialisis IHD, SLED dan CRRT.<sup>5,13</sup>**

	<b>IHD</b>	<b>SLED</b>	<b>CRRT</b>
Permeabilitas membran	Bervariasi	Bervariasi	Tinggi
Antikoagulan	Pendek	Panjang	Berkelanjutan
Kecepatan aliran darah (ml/menit)	250-400	100-200	100-300
Kecepatan aliran dialisat (ml/menit)	500-800	100-300	0-35
Filtrat (L per hari)	0-4	0-4	0-96
Cairan pengganti (L per hari)	0	0	0-90
Saturasi effluent (%)	15-40	60-70	85-100
Mekanisme pembersihan larutan	Difusi	Difusi	Difusi dan atau konveksi
Pembersihan urea (ml/menit)	180-240	75-90	17-67
Durasi (jam)	4-5, hari berbeda	6-12, hari berbeda	>24, berkelanjutan
Instabilitas hemodinamik	Kurang baik	baik	Sangat baik
Konsentrasi serum dari obat yang dapat dibersihkan dari ginjal	Banyak berfluktuasi	Beberapa berfluktuasi	Sedikit berfluktuasi
Kompatibel dengan volume infus yang besar (seperti nutrisi)	Tidak	Perlu sesi lebih lama atau tiap hari	Paling kompatibel
Mobilisasi	Lebih kompatibel	Bisa kompatibel bila dilakukan pada sesi malam hari	Tidak kompatibel
Harga	+	++	++++

Keterangan: IHD, *intermittent hemodialysis*; SLED, *sustained low-efficiency dialysis*; CRRT, *continuous renal replacement therapy*.

dibandingkan IHD. Keuntungan lain yaitu kontrol terhadap azotemia atau pembuangan solut atau toksin yang hampir sama dengan IHD, perubahan kecil pada osmolaritas plasma, keseimbangan asam basa dan elektrolit yang lebih baik dan keadaan kimia yang lebih stabil.<sup>13</sup> SLED efektif dalam mengurangi cairan, dapat memfasilitasi nutrisi parenteral, pengobatan intravena dan memiliki efek yang lebih sedikit pada tekanan intrakranial.<sup>13</sup> Walaupun demikian, khusus mengenai pemberian obat antibiotik pada mode dialisis yang diperpanjang seperti SLED masih memerlukan kajian mendalam karena terjadinya perubahan farmakokinetik dan farmakodinamik akibat proses dialisis yang diperpanjang ini.<sup>30</sup> Ye dkk menyebutkan SLED bila dibandingkan dengan IHD memberikan efikasi perbaikan fungsi renal dan angka *survival* yang lebih baik pada pasien kritis dengan *multiple organ dysfunction syndrome* (MODS) yang sekunder akibat sengatan tawon.<sup>31</sup> IHD sulit atau tidak dapat digunakan pada pasien hipotensi atau hemodinamik yang tidak stabil sehingga menjadi sulit untuk mengeluarkan cairan yang diperlukan saat dialisis.<sup>21</sup> SLED dapat digunakan pada pasien kritis yang gagal atau tidak dapat dilakukan IHD.<sup>26</sup>

SLED memiliki keuntungan dan luaran yang sama dalam tatalaksana pasien hemodinamik tidak stabil seperti pada teknik CRRT, namun dengan biaya yang lebih terjangkau.<sup>13,22</sup> Kovacs dkk dalam sebuah meta analisis dan review sistematis menyebutkan bahwa tidak ada perbedaan statistik yang bermakna mengenai pemulihan fungsi ginjal pada AKI, hari yang diperlukan untuk pemulihan dan kejadian hipotensi antara SLED dengan CRRT pada pasien di ICU.<sup>20</sup> Kovacs dkk juga menyebutkan kedua modalitas HD tersebut aman dan efektif dalam mengobati pasien AKI pada kondisi yang kritis.<sup>20</sup>

## INDIKASI HEMODIALISIS SLED

Indikasi terapi dialisis yaitu adanya kelebihan volume cairan ekstraseluler seperti: 1) edema paru, 2) oligouria atau urin <200 ml/12 jam, 3) anuria atau urin <50 ml/12 jam, 4) azotemia dengan urea >30 mmol/L atau BUN >100 mg/dl, 5)

ensefalopati uremik, 6) asidosis metabolik pH <7,1 yang refrakter terhadap terapi bikarbonat, 7) hiperkalemia K >6,5 mmol/L refrakter terhadap restriksi diet atau dengan farmakologi, 8) hiperkalemia K >6 mmol/L dengan kelainan EKG, 9) disnatremia berat Na >160 mmol/L atau Na <115 mmol/L, 10) AKI derajat 3 dengan peningkatan kreatinin >3 kali dari nilai dasar atau peningkatan kreatinin ≥4 mg/dl yang memerlukan terapi pengganti ginjal, atau 11) sudah pada PGK stadium 5.<sup>4,5,9,13</sup>

Indikasi SLED serupa dengan indikasi pada HD konvensional namun dengan hemodinamik yang tidak stabil. Kondisi hemodinamik yang tidak stabil seperti adanya 1) penurunan tekanan darah, 2) penurunan *mean arterial pressure* (MAP) <65 mmHg, 3) syok, 4) penggunaan vasopressor atau inotropik, 5) gangguan fungsi jantung dengan berkurangnya fraksi ejeksi ventrikel kiri <35% dan 6) adanya kejadian aritmia sebelum HD.<sup>3</sup>

## PROSES HEMODIALISIS SLED

Hemodialisis pada prinsipnya yaitu memisahkan darah melalui suatu membran semipermeabel. Hemodialisis terdiri dari 3 komponen, yaitu komponen darah, komponen cairan pencuci (dialisat) dan ginjal buatan (dialiser).<sup>8</sup> Darah yang keluar dari pembuluh darah dengan kecepatan tertentu masuk ke mesin melalui pemompaan dan mengalami dialisis. Darah yang bersih dan telah mengalami dialisis ini masuk ke pembuluh vena kemudian mengalir di dalam tubuh.<sup>8</sup> Prinsip hemodialisis yaitu bahan terlarut atau solut suatu larutan (kompartemen darah) akan berubah dengan pemaparan larutan lain (kompartemen dialisat) melalui membran semipermeabel (dialiser).<sup>8</sup>

Hemodialisis merupakan gabungan dari proses difusi dan ultrafiltrasi. Proses transpor yang melewati membran adalah difusi (dialisis) dan konveksi (ultrafiltrasi).<sup>9</sup> Difusi merupakan pergerakan zat terlarut melalui membran semipermeabel karena perbedaan konsentrasi zat atau molekul dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah melewati membran.<sup>8</sup> Zat terlarut yang dapat dikeluarkan yaitu molekul kecil seperti urea, kreatinin dan elektrolit.<sup>9</sup> Ultrafiltrasi merupakan

aliran konveksi (air dan zat terlarut) yang terjadi akibat perbedaan tekanan osmotik dan hidrostatis.<sup>8,9</sup> Ultrafiltrasi terjadi akibat perbedaan tekanan positif pada kompartemen darah dengan tekanan negatif pada kompartemen dialisat yang dihasilkan dari pompa dialisat atau *transmembrane pressure* (TMP).<sup>8,9</sup> Metode konveksi ini banyak digunakan pada gangguan ginjal akut karena dapat mengeluarkan cairan lebih banyak.<sup>9</sup>

Pada SLED, mekanisme yang terjadi yaitu difusi namun disertai ultrafiltrasi dengan aliran darah dan dialisis yang pelan. Terjadi pergerakan zat terlarut melalui membran semipermeabel karena perbedaan konsentrasi zat dan juga terjadi ultrafiltrasi akibat perbedaan *transmembrane pressure* (TMP).<sup>9</sup> Penurunan aliran darah atau Qb yang melalui dialiser dapat menurunkan klirens dari zat terlarut dengan berat molekul rendah.<sup>9</sup> Proses difusi pun dapat menurun dengan menurunnya suhu larutan.<sup>9</sup> Kecepatan aliran darah Qb mempengaruhi klirens molekul kecil seperti urea, namun ultrafiltrasi mempengaruhi klirens molekul besar seperti inulin.<sup>8</sup> Pada penggunaan dialiser *high flux* dengan pori membran yang besar, maka ultrafiltrasi dapat membuang molekul yang lebih besar.<sup>9,12</sup> Kecepatan ultrafiltrasi sebaiknya dibatasi tidak lebih dari 13 ml/kg/jam karena dihubungkan dengan tingginya mortalitas dan morbiditas.<sup>8</sup>

## PENERAPAN HEMODIALISIS SLED

Peralatan hemodialisis HD konvensional dapat digunakan pada SLED sepanjang kecepatan aliran darah dan dialisat mendukung.<sup>13</sup> Semua mesin yang dapat memperlambat aliran darah Qb dan aliran dialisat Qd dapat dipergunakan pada SLED.<sup>4</sup> Sirkuit SLED dan IHD tidak berbeda pada umumnya. Dialiser yang digunakan pada umumnya sama dengan dialiser pada IHD.<sup>4</sup> Dialiser yang efisien memiliki membran dialiser yang luas terlepas dari ukuran pori membrannya dan dapat membuang molekul kecil namun hanya sedikit membuang molekul besar.<sup>12</sup> Kebanyakan membran dialiser memiliki luas permukaan 0,8-2,1 m<sup>2</sup>.<sup>10</sup> Pori membran yang besar menentukan gradien tekanan hidrostatis dan terjadinya konveksi.<sup>12</sup> Dialiser *high flux* memiliki

pori membran yang besar dan dapat membuang molekul besar seperti  $\beta$ -mikroglobulin.<sup>12</sup>

Mengawali dialisis SLED biasanya dengan kecepatan aliran darah Qb 50 ml/menit kemudian ditingkatkan menjadi 100 ml/menit sampai keseluruhan sirkuit terisi dengan darah.<sup>13</sup> *Priming* cairan pada dialiser atau tabung dapat diberikan ke pasien atau dikeluarkan ke drain.<sup>13</sup> Pada pasien yang tidak stabil, *priming* cairan biasanya diberikan ke pasien untuk mempertahankan volume darah.<sup>13</sup> Ketika sirkuit telah terisi dengan darah, aliran darah dapat ditingkatkan sampai keadaan yang diinginkan. Aliran cairan dialisis kemudian dapat dimulai.<sup>13</sup> Dialisis pada umumnya memiliki kecepatan aliran darah sekitar 200 ml/menit dan kecepatan aliran dialisis 100-300 ml/menit.<sup>13</sup> Pada pasien dengan hemodinamik yang tidak stabil, aliran darah diatur antara 100-150 ml/menit dan aliran dialisis antara 100-300 ml/menit, namun beberapa merk mesin tidak dapat menurunkan aliran dialisis <300 ml/menit.<sup>4,32</sup>

Ultrafiltrasi pada pasien HD umumnya dapat mentoleransi filtrasi sampai 0,35 ml/kgBB/menit atau 1 liter/jam tanpa mengalami mual, keram atau hipotensi walaupun variasi diantara pasien juga dapat terjadi.<sup>10</sup> Pada kondisi hemodinamik tidak stabil, *profiling* ultrafiltrasi dapat sangat rendah 0-100 ml/jam dan dinaikkan bertahap bila hemodinamik lebih stabil.<sup>4</sup> Semakin tidak stabil pasien, maka ultrafiltrasi dapat semakin kecil setiap jamnya dan disesuaikan dengan kondisi tiap pasien.<sup>4,33</sup> Target ultrafiltrasi tergantung kebutuhan dan bila filtrasi banyak maka dapat melakukan SLED tiap hari atau SLEDD.<sup>4</sup>

*Profiling* natrium, bikarbonat dan suhu dialisis diperlukan pada SLED.<sup>4,32,34</sup> Kadar natrium dialisis yaitu berkisar pada 140 mEq/L.<sup>8</sup> Kadar natrium normalnya dipertahankan konstan sepanjang dialisis, namun pengaturan natrium lebih tinggi digunakan pada SLED.<sup>8,12,32</sup> Kadar natrium pada saat awal dialisis yang diatur diatas normal dapat mengurangi hipotensi intradialitik.<sup>8,33</sup> Natrium kemudian dapat diturunkan secara bertahap selama sesi hemodialisis.<sup>8</sup> Walaupun demikian, perlu pertimbangan karena bila pengaturan kadar natrium sangat tinggi, dapat

menyebabkan rasa haus, minum lebih banyak, meretensi air dan meningkatkan berat badan selama HD.<sup>8,34</sup>

Pengaturan suhu dialisis biasanya dipertahankan antara suhu 35°C-37°C.<sup>10</sup> Pengaturan suhu yang lebih rendah dapat digunakan pada keadaan hemodinamik yang tidak stabil.<sup>32,33</sup> Pada saat HD, temperatur inti pasien biasanya meningkat karena respon termoregulasi.<sup>12</sup> Penurunan suhu ke 0,5°C di bawah temperatur inti pasien masih aman dan kondisi yang relatif lebih dingin ini dapat meningkatkan stabilitas vaskular saat dialisis.<sup>10,12,34</sup> Dialisis yang lebih dingin pada 35,5°C sampai 36°C dapat menginduksi pelepasan katekolamin, menyebabkan vasokonstriksi dan memperbaiki hipotensi.<sup>10,12</sup> Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan hemolisis dan denaturasi protein namun suhu yang rendah juga menyebabkan pasien menggigil.<sup>8</sup>

Akses vaskular penting untuk mendapatkan aliran darah yang cukup besar. KDIGO menyarankan akses vaskular pada pasien AKI melalui vena jugularis interna kanan diikuti akses melalui vena femoral, vena jugularis interna kiri, dan yang terakhir vena subklavia.<sup>10</sup> Akses vaskular dapat berupa kateter intravena, graft atau fistula arteri-vena.<sup>9</sup> Kateter temporer *non-cuffed* dapat dipilih karena insersi yang mudah pada pasien kritis AKI, namun dapat diganti dengan kateter *cuffed tunneled* karena risiko infeksi lebih rendah dan dapat digunakan bila memerlukan dialisis jangka panjang.<sup>10</sup>

Antikoagulan pada SLED diperlukan untuk mencegah pembekuan darah ekstrakorporeal.<sup>8</sup> Antikoagulan dapat berupa *unfractionated* heparin (UFH) atau *low-molecular weight* heparin (LMWH).<sup>9</sup> Antikoagulan dapat diberikan secara berkelanjutan melalui infus, bolus heparin berulang pada UFH atau bolus LMWH tunggal.<sup>9</sup> Heparin dapat diberikan dengan dosis bolus awal 50 unit/kg atau 500-2.000 unit IV kemudian dilanjutkan dengan infus berkelanjutan kecepatan 10-20 unit/kg/jam atau 500-1.000 unit/jam.<sup>8</sup> Hentikan heparin 15-60 menit sebelum terminasi dialisis.<sup>8,10</sup> Pada pasien yang berisiko perdarahan dapat diberikan dosis heparin minimal dengan bolus 500-1.000 unit IV dilanjutkan dengan 5-10 unit/kg/jam atau 500 unit/jam.<sup>8,10</sup> LMWH memiliki berat

molekul yang lebih rendah, waktu paruh yang panjang dan risiko perdarahan yang lebih rendah dibanding heparin.<sup>8</sup> Enoxaparin merupakan salah satu LMWH yang umum dipakai dengan dosis tunggal 0,7-1,0 mg/kg tiap sesi dialisis.<sup>8</sup>

Antikoagulan dapat tidak diberikan pada SLED namun dapat menyebabkan pembekuan darah sebesar 26-46% tergantung seberapa rendah alirannya.<sup>3,4</sup> Antikoagulan dapat tidak diberikan pada keadaan koagulopati, gagal hati atau trombositopenia.<sup>35</sup> Pada perdarahan aktif, heparin dapat tidak diberikan, maka pada awal sebelum dialisis diberikan dahulu 2.000-5.000 unit heparin ke selang darah dan dialiser kemudian membilasnya dengan 1 liter NaCl 0,9% yang bertujuan untuk melapisi selang darah dan dialiser dengan heparin.<sup>8</sup> Pada dialisis yang tanpa heparin, hal yang harus diperhatikan yaitu pemberian bolus cairan normal salin 100-250 ml setiap 15-30 menit ke jalur arteri dan untuk mencegah kelebihan akibat penambahan cairan ini, maka penarikan cairan ditambahkan sejumlah volume cairan normal salin yang diberikan.<sup>8</sup> Ketika heparin tidak digunakan, dialiser biasanya akan membeku dalam 8 jam.<sup>13</sup> Seorang pasien yang sudah menggunakan terapi antikoagulan sistemik untuk indikasi lain dapat tidak memerlukan antikoagulan tambahan.<sup>13</sup>

Tidak ada studi yang khusus memberikan pedoman mengenai peresepan pada SLED. Pedoman KDIGO merekomendasikan bahwa Kt/V mingguan minimal yaitu 3,9 bila menggunakan teknik PIRRT.<sup>10,13</sup> Kt/V mingguan didefinisikan sebagai jumlah dari dialisis yang diberikan setiap minggu. Biasanya pada SLED yang dilakukan selama 6-12 jam, empat sampai tujuh kali per minggu, dosis seperti itu sudah dapat jauh melampaui Kt/V 3,9 mingguan berdasarkan pedoman oleh KDIGO.<sup>13</sup>

## KOMPLIKASI

Kondisi hemodinamik yang tidak stabil seperti hipotensi masih dapat terjadi selama hemodialisis karena ultrafiltrasi dalam jumlah besar atau mekanisme kompensasi pengisian vaskular (*vascular filling*) yang tidak adekuat, gangguan respon vasoaktif dan otonom dan menurunnya kemampuan pompa

jantung.<sup>9,34</sup> Pada dialisis, hipotensi dapat terjadi walau hanya dengan sedikit penurunan volume darah.<sup>34</sup> Hipotensi intradialitik dapat memperburuk iskemik dan memperlambat perbaikan fungsi renal.<sup>32</sup> Ramesh dkk dalam studinya menyebutkan komplikasi kejadian instabilitas hemodinamik yang terjadi dapat berupa kebutuhan meningkatnya inotropik sebesar 78%, hipotensi 19% dan sampai henti jantung saat SLED berlangsung sekitar 3%.<sup>25</sup> Kuipers dkk dalam sebuah meta analisis dan review sistematis menyebutkan prevalensi komplikasi hipotensi intradialitik pada pasien hemodialisis sebesar 11,6%.<sup>36</sup> Penanganan awal yang dapat dilakukan untuk mengembalikan volume sirkulasi darah yaitu dengan menempatkan pasien pada posisi Trendelenburg, memberikan bolus normal saline 0,9% 100 ml atau lebih bila diperlukan, memberikan atau menaikkan dosis vasopressor dan mengurangi atau menghentikan ultrafiltrasi.<sup>12,34</sup> Pencegahan hipotensi dapat dilakukan dengan evaluasi berat badan kering dan modifikasi ultrafiltrasi.<sup>9</sup>

## SIMPULAN

SLED merupakan dialisis hibrid yang menggabungkan teknik IHD dengan CRRT. Indikasi SLED serupa dengan indikasi HD dengan keuntungan dapat diberikan pada kondisi hemodinamik yang tidak stabil. Penerapan dialisis pada SLED meliputi pengaturan aliran darah dan aliran dialisis, ultrafiltrasi, *profiling* natrium, bikarbonat, suhu dialisis dan pemberian antikoagulan yang disesuaikan dengan hemodinamik dan kondisi setiap pasien. SLED memberi keuntungan pada pasien dengan hemodinamik tidak stabil dengan peralatan dan sumber daya manusia yang tidak tersedia atau terbatas dalam mengerjakan CRRT, namun memberi luaran hasil yang hampir sama seperti CRRT dengan biaya yang lebih terjangkau.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak terdapat konflik kepentingan terkait penulisan artikel ini.

## PENDANAAN

Artikel ini tidak mendapat pendanaan dari pihak manapun.

## KONTRIBUSI PENULIS

Masing-masing penulis memiliki kontribusi yang sama dalam penulisan artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Susantitaphong P, Cruz DN, Cerda J, Abulfaraj M, Alqahtani F, Koulouridis I, Jaber BL. World incidence of AKI: a meta-analysis. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2013;8:1482-93.
2. Hoste EAJ, Kellum JA, Selby NM, Zarbock A, Palevsky PM, Bagshaw SM, Goldstein SL, Cerda J, Chawla LS. Global epidemiology and outcomes of acute kidney injury. *Nature*. 2018;14:607-25.
3. Fatema K, Faruq MO, Hoque MM, Ahsan ASMA, Khanam PA, Ahmed F. Hemodynamic tolerability of sustained low efficiency dialysis in critically ill patients with acute kidney injury. *BIRDEM Medical Journal*. 2017;6(2):84-90.
4. Roesli RMA. Diagnosis dan pengelolaan gangguan ginjal akut (acute kidney injury), edisi ke-2. Bandung: Pustaka Swara; 2011. p.1-166.
5. Ahmed AR, Obilana A, Lappin D. Renal replacement therapy in the critical care setting. *Critical Care Research and Practice*. 2019;1-11.
6. Markum HMS. Gangguan ginjal akut. In: Setiati S, Alwi I, Sudoyo AW, Simadibrata KM, Setiyohadi B, Syam AF, editor. Buku ajar ilmu penyakit dalam jilid II, edisi ke-6. Jakarta: InternaPublishing; 2014. p.2168-77.
7. Hill NR, Fatoba ST, Oke JL, Hirst JA, Callaghan CAO, Lasserson DS, Hobbs FDR. Global prevalence of chronic kidney disease-a systematic review and meta-analysis. *Plos One*. 2016;1-18.
8. Widiana IGR. Terapi dialisis. Denpasar: Udayana University Press; 2017. p.12-163.
9. Suhardjono. Hemodialisis: prinsip dasar dan pemakaian kliniknya. In: Setiati S, Alwi I, Sudoyo AW, Simadibrata KM, Setiyohadi B, Syam AF, editor. Buku ajar ilmu penyakit dalam jilid II, edisi ke-6. Jakarta: InternaPublishing; 2014. p.2194-204.
10. Yeun JY, Ornt DB, Depner TA. Hemodialysis. In: Skorecki K, Chertow GM, Marsden PA, Taal MW, Yu ASL, editor. Brenner & Rector's the kidney, 10<sup>th</sup> ed. United States of America: Elsevier; 2016. p.2058-105.
11. Suwitra K. Penyakit ginjal kronik. In: Setiati S, Alwi I, Sudoyo AW, Simadibrata KM, Setiyohadi B, Syam AF, editor. Buku ajar ilmu penyakit dalam jilid II, edisi ke-6. Jakarta: InternaPublishing; 2014. p.2161-7.
12. Kotanko P, Kuhlmann MK, Levin NW. Hemodialysis: Principles and techniques. In: Floege J, Johnson RJ, Feehally J, editor. Comprehensive clinical nephrology. United

- States of America: Elsevier Saunders; 2010. p.1053-9.
13. Teo BW, Messer JS, Chua HR, How P, Demirjian S. Continuous renal replacement therapies. In: Daugirdas JT, Blake PG, Ing TS, editor. Handbook of dialysis, 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2015. p.268-301.
  14. Jonny J, Hasyim M, Angelia V, Jahya AN, Hilman LP, Kusumaningrum VF, Srisawat N. Incidence of acute kidney injury and use of renal replacement therapy in intensive care unit patients in Indonesia. *BMC Nephrology*. 2020;191(21):1-8.
  15. Ricci Z, Ronco C, D'amico G, Felice RD, Rossi S, Bolgan I, Bonello M, Zamperetti N, Petras D, Salvatori G, Dan M, Piccinni P. Practice patterns in the management of acute renal failure in the critically ill patient: an international survey. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2006;21:690-6.
  16. Patel R, Pirret AM, Manna S, Sherringa CL. Local experience with the use of sustained low efficiency dialysis for acute renal failure. *Intensive and Critical Care Nursing*. 2009;25:45-49.
  17. Mishra SB, Singh RK, Baronia AK, Poddar B, Azim A, Gurjar M. Sustained low-efficiency dialysis in septic shock: hemodynamic tolerability and efficacy. *Indian Journal of Critical Care Medicine*. 2016;20(12):701-7.
  18. Kitchlu A, Adhikari N, Burns KEA, Friedrich JO, Garg AX, Klein D, Richardson RM, Wald R. Outcomes of sustained low efficiency dialysis versus continuous renal replacement therapy in critically ill adults with acute kidney injury: a cohort study. *BMC Nephrology*. 2015;127(16):1-8.
  19. Harvey AK, Burns KEA, McArthur E, Adhikari NKJ, Li D, Kitchlu A, Meraz-Munoz A, Garg AX, Nash DM, Perez-Sanchez A, Beaubien-Souigny W, Bagshaw SM, Friedrich JO, Silver SA, Wald R. Short-and long-term outcomes of sustained low efficiency dialysis vs continuous renal replacement therapy in critically ill patients with acute kidney injury. *Journal of Critical Care*. 2021;62:76-81.
  20. Kovacs B, Sullivan KJ, Hiremath S, Patel RV. Effect of sustained low efficient dialysis versus continuous renal replacement therapy on renal recovery after acute kidney injury in the intensive care unit: a systematic review and meta-analysis. *Nephrology*. 2017;22:343-53.
  21. Berbec AN, Richardson RMA. Sustained low-efficiency dialysis in the ICU: cost, anticoagulation, and solute removal. *Kidney International*. 2006;70:963-8.
  22. Neuenfeldt T, Hopfb HB. Sustained low efficiency dialysis as standard renal replacement therapy in an interdisciplinary intensive care unit - a five year cost-benefit analysis. *Colombian Journal of Anesthesiology*. 2013;41(2):88-96.
  23. Moore PK, Hsu RK, Liu KD. Management of acute kidney injury: core curriculum 2018. *American Journal of Kidney Diseases*. 2018;72(1):136-48.
  24. Steddon S, Ashman N, Chesser A, Cunningham J. Acute kidney injury (AKI). Oxford Handbook of Nephrology and Hypertension, 2<sup>nd</sup> ed. United

- Kingdom: Oxford University Press; 2014. p.87-105.
25. Ramesh M, Balan S, Murlidharan P. Feasibility and hemodynamic tolerability of sustained low-efficiency dialysis in critically ill patients with acute kidney injury. *Asian Journal of Research in Nephrology*. 2020;3(1):24-32.
  26. Marshall MR, Golper TA, Shaver MJ, Alam MG, Chatoth DK. Sustained low-efficiency dialysis for critically ill patients requiring renal replacement therapy. *Kidney International*. 2001;60:777-85.
  27. Szamosfalvi B, Yee J. Considerations in the critically ill ESRD patient. *Advances in Chronic Kidney Disease*. 2013;20(1):102-9.
  28. Marshall MR, Ma T, Galler D, Rankin APN, Williams AB. Sustained low-efficiency daily diafiltration (SLEDD-f) for critically ill patients requiring renal replacement therapy: towards an adequate therapy. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2004;19(4):877-84.
  29. Karkar A, Ronco C. Prescription of CRRT: a pathway to optimize therapy. *Annals of Intensive Care*. 2020;10(32):1-10.
  30. Brown P, Battistella M. Principles of drug dosing in sustained low efficiency dialysis (SLED) and review of antimicrobial dosing literature. *Pharmacy*. 2020;8(33):1-21.
  31. Ye TT, Gou R, Mao YN, Shen JM, He D, Deng YY. Evaluation on treatment of sustained low efficiency hemodialysis against patients with multiple organ dysfunction syndrome following wasp stings. *BMC Nephrology*. 2019;240(20):1-6.
  32. Lima EQ, Silva RG, Donadi ELS, Fernandes AB, Zanon JR, Pinto KR, Burdmann EA. Prevention of intradialytic hypotension in patients with acute kidney injury submitted to sustained low-efficiency dialysis. *Renal Failure*. 2012;34(10):1238-43.
  33. Douvris A, Malhi G, Hiremath S, McIntyre L, Silver SA, Bagshaw SM, Wald R, Ronco C, Sikora L, Weber C, Clark EG. Interventions to prevent hemodynamic instability during renal replacement therapy in critically ill patients: a systematic review. *Critical Care*. 2018;22(41):1-11.
  34. Kooman J, Basci A, Pizzarelli F, Canaud B, Haage P, Fouque D, Konner K, Martin-Malo A, Pedrini L, Tattersall J, Tordoir J, Vennegoor M, Wanner C, Wee P, Vanholder R. EBPG guideline on haemodynamic instability. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2007;22(2):22-44.
  35. Singh S. Anticoagulation during renal replacement therapy. *Indian Journal of Critical Care Medicine*. 2020;24(3):112-6.
  36. Kuipers J, Verboom LM, Ipema KJR, Paans W, Krijnen WP, Gaillard CAJM, Westerhuis R, Franssen CFM. The prevalence of intradialytic hypotension in patients on conventional hemodialysis: a systematic review with meta-analysis. *American Journal of Nephrology*. 2019;49:497-506.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution