

Hubungan *Respiratory Distress Syndrom* dengan kejadian *Acute Kidney Injury* pada Neonatus di *Neonatal Intensive Care Unit* Rumah Sakit Umum Zainoel Abidin Banda Aceh

Iwan Sabardi Arsa, Syafruddin Haris, Darnifayanti, Sulaiman Yusuf, Heru Noviat Herdata, Zaki Akbar

Departemen Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala/Rumah Sakit Umum Daerah dr. Zainoel Abidin, Banda Aceh

Latar belakang. *Respiratory Distress Syndrome* merupakan penyebab gangguan pernapasan, sering terjadi pada bayi baru lahir dan juga menjadi penyebab paling umum terjadinya morbiditas dan mortalitas pada neonatus. Salah satu komplikasi yang sering terjadi adalah *Acute Kidney Injury*.

Tujuan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara *Respiratory Distress Syndrome* dengan kejadian *Acute kidney injury* pada neonatus di Rumah Sakit dr. Zainoel Abidin Banda Aceh.

Metode. Penelitian ini menggunakan pendekatan analitik observasional dengan desain *cross-sectional*. Data dikumpulkan dari pasien yang dirawat dalam periode Januari 2021-Desember 2021. Sampel penelitian adalah populasi terjangkau yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Besar sampel penelitian adalah total populasi. Penelitian bersifat retrospektif dengan variabel dependen dan independen yang diamati secara sekaligus.

Hasil. Selama penelitian berlangsung didapatkan 50 sampel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi penelitian, jumlah neonatus berjenis kelamin laki-laki (50%) sebanding dengan perempuan (50%). Usia neonatus terbanyak pada kelompok 3 hari yakni 36 subjek (72%). Mayoritas jenis persalinan dijumpai pada kelompok *sectio caesarea* yakni 45 subjek (90%). Kelompok usia gestasi 34-36 minggu (*preterm*) terbanyak yakni 32 subjek (64%). Subjek kelompok Berat badan lahir 1000-<1500 gram (Bayi Berat Lahir Sangat Rendah) dijumpai terbanyak yakni 43 subjek (86%). Nilai Skor Downes >7 berhubungan dengan kejadian *Acute Kidney Injury*. Mayoritas subjek penelitian dengan *Respiratory Distress Syndrom* tidak dijumpai *Acute Kidney Injury*, sebanyak 39 subjek (78%) dengan hasil normal.

Kesimpulan. Pada penelitian ini didapatkan terdapat hubungan antara *Respiratory Distress Syndrom* dengan kejadian *Acute Kidney Injury* ($p<0,05$), Koefisien korelasi 0,668 menunjukkan hubungan yang kuat. **Sari Pediatri** 2024;26(1):36-42

Kata kunci: *respiratory, distress, syndrome, acute, kidney, injury*

The Relationship between Respiratory Distress Syndrome and the Incidence of Acute Kidney Injury in Neonates at Neonatal Intensive Care Unit Zainoel Abidin Hospital Banda Aceh

Iwan Sabardi Arsa, Syafruddin Haris, Darnifayanti, Sulaiman Yusuf, Heru Noviat Herdata, Zaki Akbar

Background. Respiratory Distress Syndrome is the most cause of respiratory distress in newborns. RDS is also the most common cause of morbidity and mortality in neonates, that one of the most complications occurs in RDS is Acute Kidney Injury.

Objective. To analyze the correlation between Respiratory Distress Syndrome and the incidence of Acute kidney injury in neonates at dr. Zainoel Abidin Banda Aceh Hospital.

Methods. This study used an observational analytic approach with a cross-sectional design. Data were collected from patients who treated in the period of January 2021-December 2021. The sample was an affordable population that met the inclusion and exclusion criteria. The sample of this research is using the total population/ total sampling. This is a retrospective study with the dependent and independent variables being observed simultaneously.

Result. During the study, 50 samples were obtained that met the inclusion and exclusion criteria, that the number of male neonates (50%) was comparable to females (50%). The most neonatal age was in the 3 day group 36 subjects (72%). The types of childbirth delivery were found in the SC group 45 subjects (90%). The group of gestational age 34-36 weeks (*preterm*) was 32 subjects (64%). The birth weight of 1000-<1500 grams (BBLSR) was 43 subjects (86%). The Downes Score > 7 is related to the incidence of AKI. And The majority of research subjects with Respiratory Distress Syndrome did not find Acute Kidney Injury, as many as 39 subjects (78%) with normal results.

Conclusion. This study found that there was a correlation between Respiratory Distress Syndrome and the incidence of Acute Kidney Injury ($p < 0.05$). The correlation coefficient of 0.668 indicating a strong correlation. **Sari Pediatri** 2024;26(1):36-42

Keywords: *respiratory, distress, syndrome, acute, kidney, injury*

Alamat korespondensi: Iwan Sabardi Arsa, Departemen Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala Jl. Teuku Tanoh Abee, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, 23111. Email: driwanarsa@gmail.com

Praktik perawatan ibu telah mengalami kemajuan pesat, tetapi angka kejadian kelahiran prematur masih tinggi dan membawa dampak buruk. World Health Organization (WHO) mendefinisikan kelahiran prematur sebagai semua kelahiran sebelum usia kehamilan 37 penuh, atau kurang dari 259 hari sejak tanggal pertama menstruasi terakhir wanita. Pada tahun 2016, komplikasi kelahiran prematur menjadi penyebab utama kematian anak di bawah usia 5 tahun secara global, dengan angka mencapai 16% dari semua kematian dan 35% kematian pada bayi baru lahir. Neonatus prematur yang berhasil bertahan hidup berisiko tinggi mengalami berbagai morbiditas jangka pendek dan jangka panjang. Komplikasi umum kelahiran prematur meliputi *Respiratory Distress Syndrome* (RDS), *bronchopulmonary dysplasia* (BPD), enterokolitis nekrotikans, sepsis, leukomalasia periventrikular, kejang, perdarahan intraventrikular, palsy serebral, infeksi, kesulitan makan, ensefalopati iskemik hipoksia, dan masalah penglihatan dan pendengaran.^{1,2}

Menurut penelitian potong lintang yang dilakukan Momtaz dkk³ pada tahun 2014, sepsis (77,5%), merupakan penyebab umum AKI pada neonatus. Penyebab lain termasuk hipovolemi akibat dehidrasi (46,9%), hipoksia akibat RDS (34,6%), *patent ductus arteriosus* (8,1%), asfiksia (4%) dan thrombosis vena ginjal (2%).

Respiratory Distress Syndrome merupakan penyebab tersering gagal napas pada neonatus prematur. Hal ini menjadikannya penyebab paling umum morbiditas dan mortalitas pada kelompok ini. Salah satu komplikasi yang sering terjadi pada RDS adalah AKI. Definisi AKI sebagai suatu kerusakan fungsi ginjal yang cepat, mengakibatkan retensi senyawa nitrogen dan ketidakmampuan ginjal untuk mengatur homeostasis cairan dan elektrolit. Beberapa penanda, seperti serum kreatinin dan produksi urin telah digunakan untuk mengidentifikasi AKI. Pada neonatus prematur, RDS merupakan penyebab azotemia prerenal, dengan angka kejadian 25-65%.⁴⁻⁸

Youssef dkk,⁹ melaporkan dalam sebuah penelitian prospektif pada tahun 2015 bahwa penyebab AKI pada neonatus paling umum adalah sepsis (63%), RDS (55,6%), dehidrasi (14,8%), dan penyakit jantung bawaan (PJB) 7,4%. Penelitian deskriptif retrospektif mengenai AKI di Indonesia sudah dilakukan pada tahun 2012, tetapi pada populasi anak. Hingga saat ini, belum ada data mengenai kejadian AKI pada neonatus. Oleh karena itu, deteksi dini terhadap kejadian AKI perlu dilakukan dalam upaya memperoleh luaran yang

baik pada neonatus prematur dengan RDS. Tujuan penelitian untuk mengetahui hubungan RDS dengan kejadian AKI pada neonatus.

Metode

Rancangan penelitian ini adalah penelitian analitik observasional dengan desain *cross-sectional*. Penelitian bersifat retrospektif dengan variabel dependen dan independen diamati secara sekaligus. Sampel penelitian diambil dengan *total sampling*. Pengambilan sampel dilakukan dari data rekam medis pasien NICU (*Neonatal Intensive Care Unit*) di Instalasi rekam medis, mulai bulan Januari-Desember 2021. Kriteria inklusi meliputi neonatus yang memenuhi kriteria RDS, sedangkan kriteria eksklusi meliputi neonatus dengan kelainan kongenital multipel, neonatus dengan penyakit jantung bawaan, neonatus dengan post operasi, sepsis. Penelitian ini telah memperoleh kelaikan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Rumah Sakit Umum Daerah dr. Zainoel Abidin, Banda Aceh.

Data yang diambil dimasukkan ke dalam program perangkat lunak SPSS® 22. Data dianalisis menggunakan analisis univariat. Tingkat kemaknaan dinyatakan bila $p < 0,05$.

Hasil

Subyek penelitian didapatkan 50 orang dari 152 pasien dengan diagnosa *Respiratory Distress Syndrom* yang memenuhi kriteria inklusi. Karakteristik sampel dari penelitian ini tertera pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, jumlah neonatus berjenis kelamin laki-laki dan perempuan seimbang, Usia neonatus terbanyak adalah 3 hari, dengan 36 subjek (72%) dari total sampel. Jenis persalinan terbanyak adalah operasi Caesar (SC) dengan 45 subjek (90%) dari total sampel. Kelompok usia gestasi 34-36 minggu (*preterm*) adalah yang terbanyak, dengan 32 subjek (64%) dari total sampel. Subjek dengan berat badan lahir rendah (BBLR) 1000-<1500 gram adalah yang terbanyak, dengan 43 subjek (86%). Nilai Skor Downes bervariasi, dengan 13 subjek (38%) pada kelompok 1-3, 23 subjek (46%) pada kelompok 4-7, dan 8 subjek (16%) pada kelompok >7. Mayoritas subjek penelitian dengan RDS tidak mengalami AKI, dengan 39 subjek

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Variabel	Jumlah (n)	(%)
Jenis kelamin		
Laki-laki	25	50
Perempuan	25	50
Usia (hari)		
2	14	28
3	36	72
Jenis persalinan		
PV	5	10
SC	45	90
Usia gestasi (minggu)		
28-31 (<i>very preterm</i>)	6	12
32-33 (<i>moderate preterm</i>)	12	24
34-36 (<i>preterm</i>)	32	64
Berat badan lahir (gram)		
< 1000 (BBLASR)	0	0
1000 - <1500 (BBLSR)	43	86
< 2500 (BBLR)	7	14
Skor Downes		
1-3	19	38
4-7	23	46
>7	8	16
<i>Acute kidney injury</i>		
Normal	39	78
Risk	7	14
<i>Injury</i>	4	8
<i>Failure</i>	0	0

(78%) menunjukkan hasil normal.

Analisis Tabel 2 menunjukkan bahwa karakteristik responden tidak menunjukkan hubungan dengan tingkat gangguan fungsi ginjal. Proporsi jenis kelamin laki-laki dan perempuan relatif sama pada setiap tingka gangguan. Usia responden juga menunjukkan juga tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kriteria nRIFLE. Jenis persalinan PV dan SC juga menunjukkan proporsi yang relatif sama pada setiap tingkatan gangguan. Namun, kelompok berat badan lahir 1000 - <1500 gram (BBLSR) menunjukkan kecenderungan lebih tinggi untuk mengalami gangguan fungsi ginjal pada kriteria nRIFLE *risk* dan *injury* dibandingkan dengan kelompok berat badan lahir <2500 gram.

Analisis kelompok usia gestasi menunjukkan hasil yang relatif sama pada setiap gangguan fungsi ginjal. Hubungan antara usia gestasi dengan fungsi ginjal tidak menunjukkan pola yang jelas. Meskipun nilai rata

rata menunjukkan bahwa semakin muda usia gestasi, semakin rendah nilai laju filtrasi glomerulus (LFG). Pada sisi lain, hasil analisis statistik menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel usia gestasi dengan kriteria nRIFLE ($p>0,050$). Hal ini berarti karakteristik usia gestasi responden tidak berhubungan dengan tingkat gangguan fungsi ginjal.

Tabel 3 menunjukkan nilai rata-rata fungsi ginjal berdasarkan Skor Downes subjek penelitian. Kelompok dengan nilai Skor Downes >7 memiliki nilai rata-rata LFG 9,4 ml/menit/1,73 m². Hal ini menunjukkan penurunan fungsi ginjal berdasarkan nilai rentang LFG normal.

Tabel 4 menunjukkan nilai rata-rata fungsi ginjal berdasarkan usia gestasi subjek penelitian. Kelompok usia gestasi 28-31 minggu dijumpai nilai rata-rata dari LFG 13,5 ml/menit/1,73 m². Kelompok usia gestasi 32-33 minggu dijumpai nilai LFG 14,1 ml/menit/1,73

Tabel 2. Gambaran tingkat gangguan fungsi ginjal dengan AKI

	Kriteria nRIFLE								Total	p	
	Normal		Risk		Injury		Failure				
	n	%	n	%	n	%	n	%			
Jenis kelamin											
Laki-laki	21	84,0	3	12,0	1	4,0	0	0	25	100,0	0,503
Perempuan	18	72,0	4	16,0	3	12,0	0	0	25	100,0	
Usia (hari)											
2	11	78,6	2	14,3	1	7,1	0	0	14	100,0	0,990
3	28	77,8	5	13,9	3	8,3	0	0	36	100,0	
Jenis persalinan											
PV	2	40,0	2	40,0	1	20,0	0	0	5	100,0	0,095
SC	37	82,2	5	11,1	3	6,7	0	0	45	100,0	
Berat badan lahir											
1000-<1500 g	34	79,1	6	14,0	3	7,0	0	0	43	100,0	0,800
<2500 g	5	71,4	1	14,3	1	14,3	0	0	7	100,0	
Usia gestasi (minggu)											
28-31	3	50,0	2	33,3	1	16,7	0	0	6	100,0	0,50
32-33	6	50,0	3	25,0	3	25,0	0	0	12	100,0	
34-36	30	93,8	2	6,3	0	0	0	0	32	100,0	
Skor Downes											
1-3	19	100,0	0	0	0	0	0	0	19	100,0	0,66
4-7	20	87,0	2	8,7	1	4,3	0	0	23	100,0	
>7	0	0	5	62,5	3	37,5	0	0	8	100,0	

Tabel 3. Gambaran Skor Downes, ureum/kreatinin dan LFG subjek penelitian

Skor Downes		Ureum	Kreatinin	LFG*
1-3	Mean	22,7	0,6	25,9
	SD	8	0,13	12,8
4-7	Mean	31	0,7	19,6
	SD	22	0,15	5
>7	Mean	57,3	1,2	9,4
	SD	56,4	0,3	2,8
Total	Mean	32,1	0,7	20,4
	SD	28,9	0,28	10,2

Keterangan : * (ml/menit/1,73 m²)

Tabel 4. Gambaran usia gestasi, ureum/kreatinin dan LFG subjek penelitian

Usia gestasi (minggu)		Ureum	Kreatinin	LFG*
28-31	Mean	27,5	0,9	13,5
	SD	15,9	0,3	5,7
32-33	Mean	51	1,03	14,1
	SD	48,1	0,3	5,5
34-36	Mean	25,9	0,6	24
	SD	16,5	0,15	10,5
Total	Mean	32,1	0,7	20,4
	SD	28,9	0,28	10,2

Keterangan : * (ml/menit/1,73 m²)

Tabel 5. Hubungan Skor Downes, usia gestasi dengan gangguan fungsi ginjal

Variabel independen	Variabel dependen	r	p*
Skor Downes	Kriteria nRIFLE	+0,668	0,000
Usia gestasi	Kriteria nRIFLE	-0,505	0,000

Keterangan: * Spearman's rho

m². Nilai-nilai LFG ini menunjukkan penurunan fungsi ginjal berdasarkan nilai rentang LFG normal.

Tabel 5 menunjukkan hubungan Skor Downes, usia gestasi dengan gangguan fungsi ginjal. Berdasarkan tabel tes korelasi non parametrik, terdapat hubungan positif yang signifikan antara variabel Skor Downes dan *Acute Kidney Injury* nilai korelasi sebesar +0,668. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi Skor Downes, semakin besar terjadinya AKI. Hubungan antara usia gestasi dan AKI juga menunjukkan hubungan yang signifikan, tetapi dengan arah yang berlawanan. Nilai korelasi -0,505 menunjukkan bahwa semakin rendah usia gestasi, maka semakin besar kemungkinan terjadinya AKI.

Analisis menunjukkan hubungan yang signifikan antara Skor Downes, usia gestasi dengan tingkat gangguan fungsi ginjal ($p < 0,05$). Kekuatan hubungan antar variabel penelitian dapat dilihat dari koefisien korelasi (r) yang memiliki rentang 0-1, dengan interpretasi dari sangat rendah hingga sangat kuat. Koefisien korelasi dalam penelitian ini diperoleh sebesar 0,668 dan 0,505, yang menunjukkan hubungan yang kuat.

Pembahasan

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan sejak September hingga November 2022. Sebanyak 50 subjek yang memenuhi kriteria inklusi dilibatkan dalam penelitian ini. Hasil analisis data menunjukkan bahwa proporsi jenis kelamin laki-laki dan perempuan sama besar. Penelitian serupa oleh Ghobrial dkk¹⁰ pada 30 subjek dengan RDS menemukan proporsi jenis kelamin laki-laki dan perempuan masing-masing 15 (50%), dan 15 (50%). Temuan ini sedikit berbeda dengan penelitian Momtaz dkk³ yang melaporkan bahwa RDS lebih sering terjadi pada perempuan (43 subjek atau 87%), dibandingkan laki-laki (6 subjek atau 22,4%). Berdasarkan rekomendasi, pemeriksaan kadar ureum kreatinin dilakukan 48-72 jam setelah lahir. Pada penelitian ini, 36 (72%) menjalani pemeriksaan ureum kreatinin pada usia 3 hari, sedangkan 14 (28%) pada usia 2 hari. Hasil ini sejalan dengan penelitian Jetton dkk¹³ yang melakukan pemeriksaan pada usia 2-7 hari.

Sebanyak 45 subjek (90%) pada penelitian ini dilahirkan melalui operasi SC. Hal ini sejalan dengan penelitian Shrestha dkk¹⁴ yang menemukan bahwa 89

(73,6%) subjek dengan RDS dilahirkan melalui SC sebanyak dibandingkan dengan persalinan pervaginam (PV). Berbeda dengan penelitian Rusmawati dkk¹⁵ yang melaporkan bahwa 38 (68%) subjek dengan RDS dilahirkan melalui PV dan 18 (32%) melalui SC. Menurut Condo dkk,¹¹ persalinan secara SC dan berat lahir rendah merupakan faktor risiko terjadinya RDS.

Condo dkk¹¹ dalam penelitiannya mengenai faktor risiko dan insiden RDS pada usia gestasi berbeda, mengungkapkan bahwa frekuensi kejadian RDS menurun seiring dengan bertambahnya usia gestasi. Berat badan lahir rendah dan persalinan SC merupakan faktor risiko utama RDS.¹¹

Pada penelitian ini, kelompok usia gestasi 28-31 minggu (*very preterm*) terdiri dari 6 subjek (12%). Dari kelompok ini, 3 subjek (50%) tidak mengalami AKI, 2 subjek (33,3%) mengalami AKI *risk*, dan 1 subjek (16,7%) mengalami AKI *injury*. Temuan ini sejalan dengan penelitian Charlton dkk¹⁶ yang menemukan AKI sebanyak 127 (14%) dengan usia gestasi yang sama. Penelitian serupa oleh Koralkar dkk¹⁷ melaporkan insiden AKI pada usia gestasi 28-31 minggu sebanyak 4 (6%). Pada kelompok usia gestasi 32-33 minggu (*moderate preterm*) terdiri dari 12 subjek (24%), dengan 6 subjek (50%) mengalami AKI. Temuan ini berbeda dengan penelitian Lee dkk¹⁸ yang menemukan AKI pada 4 subjek (17%) pada usia gestasi 32-33 minggu. Pada kelompok usia gestasi 34-36 minggu, terdapat 32 subjek (64%) dan AKI dijumpai 2 subjek (6,3%).

Penelitian oleh Ghobrial dkk¹⁰ yang menganalisis faktor risiko AKI pada neonatus di NICU rumah sakit Kairo, Mesir, melaporkan bahwa 50% (15 dari 30 bayi) dalam termasuk dalam kategori prematur. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa usia gestasi yang lebih muda berhubungan dengan fungsi tubular ginjal yang belum sempurna sehingga meningkatkan risiko AKI. Hubungan ini diperkuat oleh tes korelasi yang menunjukkan angka korelasi negatif sebesar -0,505, yang berarti semakin rendah usia gestasi, semakin besar skor terjadinya AKI.

Berat badan lahir mayoritas dijumpai pada penelitian ini adalah 1000- $<$ 1500 gram (BBLSR) dengan 43 subjek (86%). Di kelompok ini, 6 subjek (14%) mengalami AKI *risk* dan 3 subjek (7%) mengalami AKI *injury*. Temuan ini sejalan dengan penelitian Koralkar dkk¹⁷ yang melaporkan insiden AKI 41 subjek (18%) pada BBLR. Sebaliknya, penelitian Mwamanenge dkk¹⁹ di Tanzania menemukan kejadian AKI pada BBLSR yang

lebih rendah, yaitu 64 subjek (6,3%).

Penelitian ini menemukan bahwa nilai Skor Downes >7 berhubungan dengan kejadian AKI. Delapan subjek (16%) memiliki nilai >7. Dari kelompok ini, 5 subjek (62,5%) mengalami AKI *risk*, dan 3 subjek (37,5%) mengalami AKI *injury*. Skor Downes dapat digunakan untuk menilai hipoksemia pada bayi baru lahir dengan gangguan pernapasan, yang merupakan faktor risiko tinggi terjadinya AKI. Kaur dkk²⁰ melaporkan insiden AKI terjadi pada 15 subjek (41,7%) dengan hipoksia yang berat.

Tingkat keparahan AKI dinilai menggunakan kriteria neonatal RIFLE berdasarkan nilai LFG. Sebagian besar subjek (78%) tidak mengalami AKI, 7 (14%) mengalami AKI stadium *risk*, 4 (8%) mengalami AKI stadium *injury*, dan tidak ada yang mengalami AKI stadium *failure*. Analisis statistik menunjukkan hubungan bermakna antara RDS dengan kejadian AKI. Skor Downes digunakan untuk menilai RDS dengan nilai >7 menunjukkan ancaman gagal napas dan hipoksia berat. Delapan subjek dengan nilai Skor Downes >7 mengalami AKI. Tabel tes korelasi menunjukkan koefisien korelasi positif sebesar +0,668, yang berarti semakin tinggi nilai Skor Downes, semakin tinggi pula risiko AKI. Hubungan antara usia gestasi dan kejadian AKI juga bermakna. Koefisien korelasi hasil penelitian sebesar -0,505 menunjukkan hubungan yang kuat, dengan semakin rendah usia gestasi, semakin terganggu fungsi ginjal. Penelitian kami memiliki keterbatasan, yaitu penelitian ini menggunakan data sekunder dari rekam medis pasien sehingga beberapa data tidak terisi dengan lengkap.

Kesimpulan

Analisis statistik menunjukkan hubungan bermakna antara *Respiratory Distress Syndrome* (RDS) dengan kejadian *Acute Kidney Injury* (AKI). Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan hubungan positif. Artinya, semakin berat RDS, semakin besar risiko terjadinya AKI.

Daftar pustaka

1. Chawanpaiboon S, Vogel JP, Moller AB, Lumbiganon P, Petzold M, Hogan D, dkk. Global, regional, and national

- estimates of levels of preterm birth in 2014: a systematic review and modelling analysis. *Lancet Glob Heal* 2019;e37-46.
2. Elmas AT, Serdal G, Tabel Y, Onc M. Evaluation of renal functions in preterm infants with respiratory distress syndrome. *J Clin Lab Anal* 2014;28:310-4.
3. Momtaz H, Sabzehei M, Rasuli B, Torabian S. The main etiologies of acute kidney injury in the newborns hospitalized in the neonatal intensive care unit. *J Clin Neonatol* 2014;3:99-102.
4. Nickavar A, Choobdar FA, Mazouri A, Talebi A. Predictive factors of acute renal failure in the neonates with respiratory distress syndrome. *Iran J Neonatol* 2018;1-6.
5. Elmas AT, Tabel Y, Elmas ÖN. Serum cystatin C predicts acute kidney injury in preterm neonates with respiratory distress syndrome. *Pediatr Nephrol* 2013;28:477-84.
6. Goldstein SL, Zappitelli M. Evaluation and management of acute kidney injury in children. Dalam: Avner ED, Harmon WE, Niaudet P, Yoshikawa N, Emma F, Goldstein SL, penyunting. *Pediatric Nephrology*. Ketujuh. London: Springer; 2015.h.2140-61.
7. Gomella TL, Eyal FG, Mohammad FB. Acute kidney injury. Dalam: Gomella TL, Eyal FG, Mohammad FB, penyunting. *Gomella's Neonatology Management, Procedures, On-Call Problems, Diseases, and Drugs*. Edisi keenam. Baltimore: McGraw-Hill Education; 2020.h. 802-8.
8. Alatas H, Laksmi E. Gangguan ginjal akut (acute kidney injury/AKI) Dalam: Rachmadi D, Sekarwana N, Hilmanto D, Garna H, penyunting. *Buku ajar nefrologi anak*. Edisi Ketiga. Jakarta: Badan Penerbit Ikatan Dokter Anak Indonesia; 2017.h.589-605.
9. Youssef D, Abd-elrahman H, Shehab MM, Abd-elrheem M. Incidence of acute kidney injury in the Neonatal Intensive Care Unit 2015;26:67-72.
10. Ghobrial EE, Elhouchi SZ, Eltawy SS, Beshara LO. Risk Factors Associated with Acute Kidney injury in Newborns. *Saudi J Kidney Dis Transpl* 2018;9:81-7.
11. Condò V, Cipriani S, Colnaghi M, Bellù R, Bulfoni C, Parazzini F, dkk. Neonatal respiratory distress syndrome: are risk factors the same in preterm and term infants? *J Matern Neonatal Med* 2016;30:1267-72.
12. Filler G, Bhayana V, Schott C, Díaz-González de Ferris ME. How should we assess renal function in neonates and infants? *Int J Paediatr* 2021;110:773-80.
13. Jetton JG, Boohaker LJ, Sethi SK, Wazir S, Rohatgi S, Soranno DE, dkk. Articles Incidence and outcomes of neonatal acute kidney injury (AWAKEN): a multicentre , multinational , observational cohort study. *Lancet* 2017;4642:1-11.
14. Shrestha S, Shrestha SK, Shrestha GS, Dhakal MS. Assessment of hypoxemia using downes score in neonates with respiratory distress. *Nepal Med Coll J* 2021;23:194-7.
15. Rusmawati A, Haksari EL, Naning R. Downes score as a clinical assessment for hypoxemia in neonates with respiratory distress. *Paediatr Indones* 2008;48:342-5.
16. Charlton JR, Boohaker L, Askenazi D, Brophy PD, D'Angio C, Fuloria M, dkk. Incidence and risk factors of early onset neonatal AKI. *Clin J Am Soc Nephrol* 2019;14:184-95.

17. Koralkar R, Ambalavanan N, Levitan EB, McGwin G, Goldstein S, Askenazi D. Acute kidney injury reduces survival in very low birth weight infants. *Pediatr Res* 2011;69:354-8.
18. Lee CC, Chan OW, Lai MY, Hsu KH, Wu TW, Lim WH, dkk. Incidence and outcomes of acute kidney injury in extremely-low-birth-weight infants. *PLoS One* 2017;12:e0187764.
19. Mwamanenge NA, Assenga E, Furia FF. Acute kidney injury among critically ill neonates in a tertiary hospital in Tanzania; Prevalence, risk factors and outcome. *PLoS One* 2020;15: e0229074.
20. Kaur S, Jain S, Saha A, Chawla D, Parmar VR, Basu S, dkk. Evaluation of glomerular and tubular renal function in neonates with birth asphyxia. *Ann Trop Paediatr* 2011;31:129-34.