

TESIS

**FAKTOR RISIKO *ACUTE KIDNEY INJURY* (AKI)
PADA ANAK DI PICU RSUP DR. MOHAMMAD HOESIN
PALEMBANG**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Dokter Spesialis Anak
Pada Program Pendidikan Dokter Spesialis 1 Ilmu Kesehatan Anak Fakultas
Kedokteran Universitas Sriwijaya



Oleh :
dr. Nila Sari Batubara
04022721923005

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS 1
ILMU KESEHATAN ANAK
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Faktor Risiko *Acute Kidney Injury* (AKI) Pada Anak di
PICU RSUP DR. Mohammad Hoesin Palembang
Nama Mahasiswa : dr. Nila Sari Batubara
Nomor Induk Mahasiswa : 04022721923005
Program Studi : Program Studi Ilmu Kesehatan Anak Program Pendidikan
Dokter Spesialis Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP dr. Mohammad Hoesin Palembang

Palembang, 05 April 2024

Pembimbing I

dr. Hertanti Indah Lestari, Sp.A(K)
NIP. 197610092008012015



Pembimbing II

dr. Eka Intan Fitriana, Sp.A(K), M.Kes
NIP. 198008202020122001



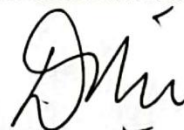
Pembimbing III

dr. Indra Saputra, Sp.A(K), M.Kes
NIP. 197501012002121007



Pembimbing IV

dr. Desti Handayani, Sp.A(K), M.Kes
NIP. 198012202006042011



Pembimbing V

dr. Moretta Damayanti, Sp.A(K), M.Kes
NIP. 197603142002122007



HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Faktor Risiko *Acute Kidney Injury* (AKI) Pada Anak di PICU RSUP DR. Mohammad Hoesin Palembang
Nama Mahasiswa : dr. Nila Sari Batubara
Nomor Induk Mahasiswa : 04022721923005
Program Studi : Program Studi Ilmu Kesehatan Anak Program Pendidikan Dokter Spesialis Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya RSUP dr. Mohammad Hoesin Palembang

Setelah menilai draft akhir naskah tesis, mendengar masukan selama presentasi tesis di hadapan presentasi tesis di hadapan Staf Pengajar Program Studi serta beberapa narasumber dan memperhatikan perbaikan akhir yang dilakukan peserta didik, menyatakan tesis yang bersangkutan telah memenuhi syarat sebagai tesis, yang merupakan salah satu persyaratan dalam pendidikan Program Studi Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya.

Palembang, 05 April 2024

Penguji I

dr. Rismarini, Sp.A(K)
NIP. 195801261985032001

Penguji II

dr. Indrayady, Sp.A(K)
NIP. 197409072008041001

Penguji III

dr. Ariesti Karmila, Sp.A(K), Phd
NIP. 197904112006042021



Mengetahui,
Dekan Fakultas Kedokteran UNSRI

Dr. Syarif Husin, M.S
NIP. 196112091992031003

Koordinator Program Studi
Ilmu Kesehatan Anak

dr. Ariesti Karmila, Sp.A(K), Phd
NIP. 197904112006042021



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : dr. Nila Sari Batubara

Nomor Induk Mahasiswa : 04022721923005

Program Studi : Program Studi Ilmu Kesehatan Anak Program
Pendidikan Dokter Spesialis Fakultas Kedokteran
Universitas SriwijayaRSUP dr. Mohammad Hoesin
Palembang

Judul penelitian :Faktor Risiko *Acute Kidney Injury* (AKI) Pada
Anak di PICU RSUP DR. Mohammad Hoesin
Palembang: Studi Pendahuluan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Seluruh data, informasi, interpretasi, serta pernyataan dalam pembahasan dan kesimpulan yang disajikan dalam karya ilmiah ini, kecuali yang disebutkan sumbernya, adalah hasil pengamatan, penelitian, pengelolaan, serta pemikiran saya dengan pengarahan dari pembimbing yang ditetapkan.
2. Karya ilmiah yang saya tulis adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di Universitas Sriwijaya maupun di perguruan tinggi lainnya.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila di kemudian hari ditemukan adanya bukti ketidakbenaran dalam pernyataan tersebut di atas, maka saya bersedia menerima sanksi akademis berupa pembatalan gelar yang saya peroleh melalui pengajuan karya ilmiah ini.

Palembang, 01 April 2024



yang membuat pernyataan

dr. Nila Sari Batubara

NIM 04022721923005

ABSTRAK

FAKTOR RISIKO *ACUTE KIDNEY INJURY* (AKI) PADA ANAK DI PICU RSUP DR. MOHAMMAD HOESIN PALEMBANG

Latar Belakang. *Acute kidney injury* (AKI) merupakan suatu kondisi ketidakmampuan ginjal dalam mengatur keseimbangan cairan dan elektrolit yang ditandai dengan laju filtrasi glomerulus (LFG) yang menurun, berlangsung secara tiba-tiba, dan dapat kembali normal. *Acute kidney injury* merupakan salah satu komplikasi yang paling umum ditemukan pada anak sakit kritis dan memengaruhi prognosis pasien pada unit *pediatric intensive care unit* (PICU). Ada beberapa faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian AKI di PICU, antara lain penyakit dasar, pengobatan sebelumnya, perubahan kondisi medis pasien, pengobatan yang diterima di PICU, usia, berat badan, penggunaan vasopressor, drip diuretik, ventilasi mekanik, *illness severity score* (PRISM, PELOD 2), penyakit jantung, sepsis, *fluid balance* positif, *fluid balance* negatif, dan obat-obatan nefrotoksik. Kejadian AKI di PICU dapat terjadi dalam *early onset* (≤ 48 jam) setelah admisi di PICU ataupun *late onset* (≥ 48 jam) setelah admisi. Tujuan penelitian ini adalah untuk meneliti angka kejadian AKI secara prospektif dan faktor-faktor yang mempengaruhinya berdasarkan onset terjadinya AKI.

Metode. Jenis penelitian ini adalah observasional analitik dengan menggunakan desain kohort prospektif. Sampel pada penelitian ini adalah pasien anak yang dirawat di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi pada periode 1 September 2023 sampai dengan 31 Januari 2024.

Hasil. Angka kejadian AKI di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang adalah sebesar 22/180 (12,2%), AKI onset dini 16/22 (72,8%), AKI onset lanjut 6/22 (27,2%). Terdapat 4 faktor yang paling berpengaruh terhadap AKI onset dini, tiga faktor yaitu usia < 5 tahun (P 0,041), skor Pelod-2 (P 0,013), dan oliguria (0,002) sebagai faktor risiko dan 1 faktor, yaitu kegawatan pasca operasi (0,070 IK 0,008-0,589) sebagai faktor protektif. Skor Pelod-2 (P 0,011) adalah satu-satunya faktor risiko yang paling berpengaruh terhadap AKI onset lanjut.

Kesimpulan. Terdapat hubungan antara usia, skor Pelod-2, oliguria, dan kegawatan pasca operasi dengan AKI onset dini. Terdapat hubungan antara skor Pelod-2 dengan AKI onset lanjut.

Kata Kunci. *Acute kidney injury*, PICU, faktor risiko

ABSTRACT

RISK FACTORS OF ACUTE KIDNEY INJURY (AKI) IN CHILDREN IN THE PEDIATRIC INTENSIVE CARE UNIT (PICU) OF RSUP DR. MOHAMMAD HOESIN PALEMBANG

Background. Acute kidney injury (AKI) is a condition of the kidney's that inability to regulate fluid and electrolyte balance which is characterized by a decreased glomerular filtration rate (GFR), which occurs suddenly, and can return to normal. Acute kidney injury is one of the most common complications found in critically ill children and affects the prognosis of patients in the pediatric intensive care unit (PICU). There are several risk factors associated with the incidence of AKI in the PICU, including underlying disease, previous treatment, changes in the patient's medical condition, treatment received in the PICU, age, body weight, use of vasopressors, diuretic drip, mechanical ventilation, illness severity score (PRISM, PELOD 2), heart disease, sepsis, positive fluid balance, negative fluid balance, and nephrotoxic drugs. AKI events in the PICU can occur in early onset (≤ 48 hours) after admission to the PICU or late onset (≥ 48 hours) after admission. The aim of this study was to prospectively examine the incidence of AKI and the factors that influence it based on the onset of AKI.

Method. This study was an observational analytic with a prospective cohort design. The samples in this study were pediatric patients treated in the PICU of RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang who met the inclusion and exclusion criteria for the period 1 September 2023 to 31 January 2024.

Results. The incidence of AKI in the PICU of Dr. Mohammad Hoesin Palembang was 22/180 (12.2%), early onset AKI was 16/22 (72.8%), late onset AKI was 6/22 (27.2%). There are 4 factors that have the most influence on early onset AKI, three factors, namely age < 5 years ($P 0.041$), Pelod-2 score ($P 0.013$), and oliguria (0.002) as risk factors and 1 factor, namely post-operative emergency (0.070 IK 0.008-0.589) as a protective factor. Pelod-2 score ($P 0.011$) was the single most influential risk factor for late-onset AKI.

Conclusion. There was a relationship between age, Pelod-2 score, oliguria, and postoperative emergency with early onset AKI. There is a relationship between the Pelod-2 score and late onset AKI.

Keywords. Acute kidney injury, onset of AKI, PICU, risk factor

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia yang dilimpahkan sehingga tesis yang berjudul “Faktor Risiko *Acute Kidney Injury* (AKI) Pada Anak di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang” dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan tesis ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar spesialis anak (Sp.A) pada Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Anak, Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya.

Terima kasih banyak dengan hati yang tulus saya ucapkan kepada dr. Hertanti Indah Lestari, Sp.A(K), dr. Eka Intan Fitriana, Sp.A(K), M.Kes, dr. Indra Saputra, Sp. A(K), M.Kes, dr. Desti Handayani, Sp.A(K), M.Kes dan dr. Moretta Damayanti, Sp.A(K), M.Kes yang selalu memberikan motivasi, bimbingan dan arahan serta meluangkan waktu membimbing Saya dalam menyelesaikan tesis ini. Terima kasih kepada dr. Rismarini, Sp.A(K), dr. Indrayady, Sp.A(K), dan dr. Ariesti Karmila, Sp.A (K), M.Kes., PhD selaku penguji serta Koordinator Program Studi Ilmu Kesehatan Anak dr. Ariesti Karmila, Sp.A(K), M.Kes.,Phd yang telah memberikan masukan serta saran perbaikan yang bermanfaat. Terima kasih pula Saya ucapkan kepada seluruh staf pendidik di Bagian/KSM Ilmu Kesehatan Anak FK UNSRI/RSMH yang telah memberikan bimbingan, arahan dan masukan selama penulis mengikuti pendidikan ini.

Terima kasih yang tidak terhingga penulis ucapkan kepada ibunda tersayang (Hj. Nur Samsu Lubis) dan ayahanda (H. Dasril Batubara) yang selalu mendoakan serta melimpahkan kasih sayangnya kepada penulis. Kepada suamiku (Septiyandri Arrosyidu, ST) serta anak-anakku tersayang (Farzan Al Akma Arrosyidu, Fathan Athalla Arrosyidu dan Freya Fatimah Arrosyidu) yang selalu memberikan semangat, dukungan, doa kepada bunda. Tidak lupa ucapan terima kasih kepada saudaraku tersayang Ina Fitriani, S.Keb, Tri Desti, S.Pd, Alvi Mawaddah, S.H., M.H, dan Putri Almadani, S.Farm, Apt.

Terima kasih juga kepada teman sekandungku, teman seperjuangan selama menempuh pendidikan di IPDSA FK UNSRI dr. Fatimatuzzahra, dr. Herdanti, dr.Rieska, dan dr. Sahala yang selalu ada di kala suka dan duka. Terimakasih juga kepada perawat dan karyawan di KSM Ilmu Kesehatan Anak RSMH, terutama dibangsal perawatan anak selincah, neonatus, rambang, NICU, PICU, dan IRD, atas bantuan dan kerjasamanya.

Sebagai penutup, dengan segala kerendahan hati, sesungguhnya dalam penulisan tesis ini masih terdapat banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan sangat bermanfaat untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, 05 April 2024

dr. Nila Sari Batubara

BIODATA



Nama : Nila Sari Batubara
Tempat/Tanggal Lahir : Sipogu, 21 November 1987
Alamat : Jalan Nibung IV no.71, Sialang, Sako, Palembang
Telpon/Hp : 082272651437
Email : drnsbara@gmail.com
Nama Orang Tua :
 Ayah : H. Dasril Batubara
 Ibu : Hj. Nur Samsu Lubis, S.Pd
Jumlah Saudara : 4 orang
Anak ke : Kedua
Riwayat Pendidikan : TK Bangkelang
 SDN Bangkelang
 MTs Darul Mursyid
 MA Darul Mursyid
 FK UNSRI
 PPDS Ilmu Kesehatan Anak FK UNSRI/RSMH

Palembang, April 2024

dr. Nila Sari Batubara
NIM 04022721923005

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
BIODATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR BAGAN.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah.....	3
1.3. Hipotesis penelitian.....	3
1.4. Tujuan penelitian.....	4
1.4.1. Tujuan umum.....	4
1.4.2. Tujuan khusus	4
1.5. Manfaat penelitian.....	4
1.5.1. Manfaat ilmiah.....	4
1.5.2. Manfaat praktis	5
1.5.3. Manfaat terhadap pasien.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6

2.1. <i>Acute Kidney Injury</i> (AKI).....	6
2.1.1. Definisi.....	6
2.1.2. Epidemiologi.....	6
2.1.3. Klasifikasi.....	7
2.1.4. Etiologi dan Patofisiologi.....	9
2.1.5. Faktor Risiko.....	14
2.1.6. Manifestasi Klinis.....	23
2.1.7. Diagnosis	23
2.1.8. Tatalaksana.....	25
2.1.9. Komplikasi.....	30
2.1.10. Prognosis.....	31
2.4. Kerangka teori.....	32
2.5. Kerangka konsep.....	33
BAB III METODE PENELITIAN.....	
3.1. Desain penelitian.....	34
3.2. Tempat dan waktu penelitian.....	34
3.3. Populasi dan sampel penelitian.....	34
3.3.1. Populasi penelitian.....	34
3.3.2. Sampel.....	34
3.4. Kriteria inklusi dan eksklusi.....	34
3.4.1. Kriteria inklusi.....	35
3.4.2. Kriteria eksklusi.....	35
3.5 Estimasi besar sampel.....	35
3.6. Variabel penelitian.....	37
3.7. Batasan operasional.....	38
3.8. Cara kerja penelitian.....	42
3.9. Pengumpulan data	43
3.10. Alur kerja.....	44
BAB IV HASIL PENELITIAN	34

4.1. Karakteristik Subjek Penelitian.....	47
4.2. Faktor Risiko AKI Onset Dini.....	49
4.3. Faktor Risiko AKI Onset Lanjut.....	52
4.4. Analisis Multivariat AKI Onset Dini.....	56
4.5 Analisis Multivariat AKI Onset Lanjut.....	57
BAB V PEMBAHASAN.....	58
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Klasifikasi AKI berdasarkan kriteria RIFLE, pRIFLE, AKIN,dan KDIGO...	8
Tabel 2.2.	Lanjutan tabel 2.2 Klasifikasi AKI berdasarkan kriteria RIFLE, pRIFLE,AKIN,dan KDIGO.....	9
Tabel 2.3.	Klasifikasi etiologi AKI.....	13
Tabel 2.4.	Faktor Resiko AKI.....	15
Tabel 2.5.	Obat yang berpotensi menimbulkan AKI.....	21
Tabel 3.1.	Batasan operasional.....	38
Tabel 4.1.	Karakteristik umum subjek penelitian.....	48
Tabel 4.2.	Distribusi karakteristik jenis kegawatan dan penyakit dasar pasien PICU.....	49
Tabel 4.3.	Distribusi obat nefrotoksik di PICU.....	49
Tabel 4.4.	Hubungan antara faktor risiko dengan AKI onset dini.....	51
Tabel 4.5.	Hubungan jenis kegawatan dan penyakit dasar dengan AKI onset dini.....	52
Tabel 4.6.	Hubungan antara faktor risiko dengan AKI onset lanjut.....	54
Tabel 4.7.	Hubungan jenis kegawatan dan penyakit dasar dengan AKI onset lanjut.....	55
Tabel 4.8.	Hasil analisis multivariat faktor risiko terhadap kejadian AKI onset dini.....	56
Tabel 4.9.	Hasil analisis multivariat faktor risiko terhadap kejadian AKI onset lanjut...	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Etiologi AKI.....	10
Gambar 2.2 Patogenesis AKI.....	11
Gambar 2.2. Hubungan antara fluid overload dan AKI.....	16
Gambar 2.4. Patofisiologi AKI akibat sepsis.....	19
Gambar 2.5 Mekanisme AKI akibat obat nefrotoksik.....	22
Gambar 2.5. Komplikasi AKI.....	31

DAFTAR BAGAN

Bagan 2.1. Kerangka teori.....	32
Bagan 2.2. Kerangka konsep.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Formulir persetujuan penelitian.....	67
Lampiran 2. <i>Pediatric logistic organ dysfunction Score</i> (PELOD-2).....	72
Lampiran 3. <i>Pediatric early warning score</i> (PEWS).....	73
Lampiran 4. Hasil output SPSS.....	74
Lampiran 5. Surat layak etik	111
Lampiran 6. Surat izin pengambilan data penelitian.....	112

DAFTAR SINGKATAN

ADQI	: <i>Acute Dialysis Quality Initiative</i>
AKI	: <i>Acute Kidney Injury</i>
AKIN	: <i>Acute Kidney Injury Network</i>
BUN	: <i>Blood Urea Nitrogen</i>
CKD	: <i>Chronic Kidney disease</i>
CPAP	: <i>Continuous Positive Airway Pressure</i>
CRRT	: <i>Continuous Renal Replacement Therapy</i>
CRT	: <i>Capillary Refill Time</i>
eCCL	: <i>Estimated Creatinine Clearance</i>
eGFR	: <i>Estimated Glomerular Filtration Rate</i>
FO	: <i>Fluid Overload</i>
GFR	: <i>Glomerular Filtration Rate</i>
GgGA	: <i>Gangguan Ginjal Akut</i>
HD	: <i>Hemodialysis</i>
ICU	: <i>Intensive Care Unit</i>
CI	: <i>Confidence Interval</i>
LFG	: <i>Laju Filtrasi Glomerulus</i>
KDIGO	: <i>Kidney Disease Improving Global Outcomes</i>
MAP	: <i>Mean Arterial Pressure</i>
NGAL	: <i>Neutrophil Gelatinase-Associated Lipocalin</i>
NSAIDs	: <i>Non Steroid Anti Inflammatory drugs</i>
OR	: <i>Odds Ratio</i>
PEWS	: <i>Pediatric Early Warning Score</i>
PR	: <i>Prevalence Ratio</i>
PD	: <i>Peritoneal Dialysis</i>
PELOD	: <i>Pediatric Logistic Organ Dysfunction Score</i>
PICU	: <i>Pediatric Intensive Care Unit</i>
pRIFLE	: <i>Pediatric Risk, Injury, Failure, Loss, and End Stage Renal Disease</i>
PRISM	: <i>Pediatric Risk of Mortality</i>
qSOFA	: <i>Quick Sequential Organ Failure Assessment</i>
RIFLE	: <i>Risk, Injury, Failure, Loss, and End Stage Renal Disease</i>
RRT	: <i>Renal Replacement Therapy</i>
RSUP	: <i>Rumah Sakit Umum Pusat</i>
sCR	: <i>Serum Creatinine</i>
SOFA	: <i>Sequential Organ Failure Assessment</i>
SLED	: <i>Sustained Low Efficiency Dialysis</i>
TLR	: <i>Toll-like Receptor</i>
TNA	: <i>Tubular Necrosis Akut</i>
VILI	: <i>Ventilator Induced Lung Injury</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Acute kidney injury (AKI) merupakan suatu kondisi ketidakmampuan ginjal dalam mengatur keseimbangan cairan dan elektrolit yang ditandai dengan laju filtrasi glomerulus (LFG) yang menurun, berlangsung secara tiba-tiba, dan dapat kembali normal.¹ Pada anak, Arikian AA dkk menetapkan modifikasi kriteria *Risk, Injury, Failure, Loss, and End Stage Renal Disease (RIFLE)* yang disebut *Pediatric RIFLE* (pRIFLE) sebagai kriteria diagnosis AKI. Kriteria tersebut dibuat berdasarkan estimasi klirens kreatinin yang dihitung berdasarkan rumus Schwartz atau penurunan produksi urine per kilogram berat badan per jam.² Menurut kriteria pRIFLE, AKI didefinisikan sebagai penurunan estimasi kreatinin klirens $\geq 25\%$ dan atau penurunan produksi urin kurang dari 0,5 cc/kgbb dalam 8 jam atau lebih.^{2,3}

Acute kidney injury merupakan salah satu komplikasi yang paling umum ditemukan pada anak sakit kritis dan memengaruhi prognosis pasien pada unit *pediatric intensive care unit* (PICU). Kejadian AKI di PICU dapat meningkatkan angka morbiditas, mortalitas dan memengaruhi lama rawat pasien di PICU. Penelitian oleh Madsen dkk, menuliskan bahwa AKI akibat pasca operasi jantung (30-50%) dan berhubungan dengan *chronic kidney disease* (CKD).⁴ Penelitian oleh Benistry dkk, mendapatkan AKI menjadi faktor risiko terjadinya hipertensi dan CKD dalam jangka panjang (enam tahun setelah admisi di PICU dan terdiagnosis AKI).⁵ Penelitian tentang AKI pada anak yang dirawat di PICU menunjukkan hasil yang bervariasi. Studi epidemiologi oleh Ahmad Kaddourah dkk, menunjukkan angka kejadian AKI di PICU pada anak usia 3 bulan sampai 25 tahun sebesar 26,9% dengan mortalitas 11%.⁶ Hasil ini tidak jauh berbeda dengan penelitian Slater dkk, pada anak usia 2 minggu sampai 18 tahun di PICU, yaitu angka kejadian AKI sebesar 23,7%. Di Indonesia penelitian oleh Prasetyo dkk, di PICU rumah sakit (RS) dr. Soetomo mendapatkan angka kejadian AKI sebesar 26,8%.⁸

Nilawati (2012) memperoleh angka kejadian AKI di PICU sebesar 16,77% dengan mortalitas sebesar 32%.⁹ Penelitian oleh Rio dkk, di PICU RSUP dr. Mohammad Hoesin dengan menggunakan data sekunder menunjukkan kejadian AKI sebesar 46,7%. Angka ini cukup tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.¹⁰

Penyebab AKI dibedakan menjadi tiga kategori : yaitu prerenal, renal, dan pasca renal. *Acute kidney injury* prerenal berhubungan dengan kondisi yang menyebabkan hipoperfusi ginjal, AKI renal berhubungan dengan kerusakan parenkim ginjal, dan pasca renal berhubungan dengan obstruksi aliran urin.^{1,11} Penelitian oleh Nilawati sebagian besar kasus AKI termasuk kategori *injury* (48%), sedangkan penelitian oleh Rio dkk menyebutkan kriteria AKI terbanyak adalah kategori *risk* (40,48%).^{9,10} Hasil serupa didapatkan pada penelitian Ostermann dan Chang, yaitu sebagian besar kasus AKI di PICU termasuk dalam kategori *risk* (17,2%).¹¹

Tingginya angka kejadian AKI pada anak sakit kritis di PICU berhubungan dengan penyakit dasar, pengobatan sebelumnya, perubahan kondisi medis pasien, dan pengobatan yang diterima di PICU.¹² Ada beberapa faktor risiko yang signifikan untuk AKI yaitu trombositopenia, hipoksemia, hipotensi, dan koagulopati.¹³ Penelitian oleh Selewski dkk, menemukan hubungan yang signifikan antara AKI dengan usia, berat badan, penggunaan vasopressor, drip diuretik, ventilasi mekanik, dan *illness severity score*.¹⁴ Skor *Pediatric Risk of Mortality* (PRISM), skor *Pediatric Logistic Organ Dysfunction -2* (PELOD 2), penyakit jantung, sepsis, *fluid balance* positif, *fluid balance* negatif, dan obat-obatan nefrotoksik juga merupakan faktor risiko yang berhubungan dengan AKI.^{12,14-17} Penelitian yang dilakukan oleh Naik dkk menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara usia yang lebih rendah dengan kejadian AKI.¹⁸ Studi yang dilakukan oleh Güzel dkk, menyatakan bahwa terdapat peningkatan AKI yang lebih cepat pada laki-laki.¹⁹ Penelitian oleh Naik dkk, dan Ahmad Kaddourah dkk, menyebutkan adanya hubungan antara penggunaan ventilasi mekanik dan AKI.^{6,18} Penelitian oleh Rio di PICU RSMH menunjukkan adanya hubungan antara usia, sepsis, syok, penggunaan *ventilator*, obat-obatan nefrotoksik, dan *fluid overload* terhadap kejadian AKI.¹⁰ Penelitian oleh Avila dkk, menyebutkan setiap kenaikan 100 ml *fluid balance* positif berhubungan dengan peluang terjadinya AKI sebesar 4%.¹⁹

Kejadian AKI di PICU dapat terjadi dalam *early onset* (≤ 48 jam) setelah admisi di PICU ataupun *late onset* (≥ 48 jam) setelah admisi.²⁰ Penelitian Koenze dkk, menyebutkan waktu terjadinya AKI berdasarkan kriteria RIFLE adalah 7-22 jam setelah perawatan di PICU dengan kriteria urin output dan 24-48 jam dengan kriteria serum kreatinin.²¹ Studi menunjukkan AKI pada hari ketiga perawatan berhubungan dengan peningkatan durasi ventilasi mekanik, lama rawat inap dan tingkat kematian yang lebih tinggi.¹⁷ Pernyataan ini juga didukung oleh penelitian Louzada dkk, yang menyebutkan AKI berhubungan dengan lama rawat yang memanjang di rumah sakit, perawatan yang lebih lama di ICU, kebutuhan akan ventilasi mekanik, dengan mortalitas antara 8% -89%. Anak-anak dengan AKI juga memiliki kecenderungan besar untuk mengalami abnormalitas ginjal, proteinuria, hipertensi, dan penurunan laju filtrasi glomerulus (LFG) yang mungkin menetap pada 60% kasus.¹⁵

Identifikasi faktor-faktor risiko AKI di PICU dapat memberikan kewaspadaan dini bagi petugas medis dan paramedis dalam pencegahan dan tatalaksana pasien AKI di PICU. Diagnosis dini AKI diharapkan mampu menurunkan angka morbiditas dan mortalitas AKI di PICU. Penelitian sebelumnya di PICU RSMH (Rio dkk) mendapatkan angka kejadian AKI lebih tinggi dibandingkan penelitian lain, namun penelitian ini bersifat retrospektif dan tidak membedakan onset terjadinya AKI. Peneliti ingin meneliti angka kejadian AKI secara prospektif dan faktor-faktor yang mempengaruhinya berdasarkan onset terjadinya AKI.

1.2 Hipotesis

Terdapat hubungan antara AKI onset dini dan lanjut dengan faktor risiko usia, jenis kelamin, jenis kegawatan, penyakit dasar, skor PELOD 2, skor PEWS, oliguria, penggunaan ventilasi mekanik, *fluid balance positif*, *fluid balance negatif*, dan obat-obatan nefrotoksik.

1.3 Rumusan Masalah

1. Apa saja faktor risiko yang memengaruhi terjadinya AKI onset dini pada pasien anak di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang?
2. Apa saja faktor risiko yang memengaruhi terjadinya AKI onset lanjut pada pasien anak di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang?

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya AKI onset dini dan onset lanjut pada anak di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui karakteristik pasien anak yang dirawat di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang
2. Mengetahui angka kejadian AKI onset dini pada anak yang dirawat di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang
3. Mengetahui angka kejadian AKI onset lanjut pada anak yang dirawat di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang
4. Mengidentifikasi faktor risiko AKI onset dini di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang
5. Mengidentifikasi faktor risiko AKI onset lanjut di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang
6. Menganalisis hubungan usia, jenis kelamin, jenis kegawatan, penyakit dasar saat admisi, skor PELOD 2, skor PEWS, oliguria, penggunaan ventilasi mekanik, *fluid balance positif*, *fluid balance negatif*, dan obat-obatan nefrotoksik dengan kejadian AKI onset dini dan onset lanjut di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang
7. Mengidentifikasi faktor risiko yang paling berpengaruh terhadap kejadian AKI onset dini dan onset lanjut pada anak di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang

1.5 Manfaat penelitian

1.5.1 Manfaat Ilmiah

Sebagai data epidemiologi mengenai faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya AKI pada anak di PICU dan memberikan kontribusi ilmiah dalam bentuk publikasi baik di tingkat nasional maupun internasional faktor-faktor risiko AKI pada unit perawatan intensif anak.

1.5.2 Manfaat Praktis

Menyediakan data dasar bagi RSMH mengenai faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya AKI pada anak di PICU yang dapat digunakan untuk melengkapi Panduan Praktik Klinik (PPK) AKI anak.

1.5.3 Manfaat Terhadap Subjek

Identifikasi faktor-faktor risiko terjadinya AKI dapat membantu diagnosis dini dan tata laksana secara cepat dan tepat sehingga diharapkan mampu menurunkan angka kejadian AKI pada anak di PICU.

DAFTAR PUSTAKA

1. Patrick DB. Acute kidney injury in the pediatric patient. *US Nephrology*. 2010;5:71-4.
2. Akcan-Arikan A, Zappitelli M, Loftis LL, Washburn KK, Jefferson LS, Goldstein SL. Modified RIFLE criteria in critically ill children with acute kidney injury. *Kidney Int*. 2007;10:1028–35.
3. De Zan F, Amigoni A, Pozzato R, Pettenazzo A, Murer L, Vidal E. Acute kidney injury in critically ill children: a retrospective analysis of risk factors. *Blood Purif*. 2020;49:1–7.
4. Madsen NL, Goldstein SL, Frøslev T, Christiansen CF, Olsen M. Cardiac surgery in patients with congenital heart disease is associated with acute kidney injury and the risk of chronic kidney disease. *Kidney Int*. 2017;92:751-6.
5. Benisty K, Morgan C, Hessey E, Huynh L, Joffe AR, Garros D dkk. Kidney and blood pressure abnormalities 6 years after acute kidney injury in critically ill children: a prospektif cohort study. *Pediatr Res*. 2020;88:271-8.
6. Kaddourah A, Rajit K, Sean M, Stuart L. Epidemiology of acute kidney injury in critically ill children and young adults. *N Engl J Med*. 2017;376:11-20.
7. Slater MB, Gruneir A, Rochon PA, Howard AW, Koren G, Parshuram CS. Risk Factors of Acute Kidney Injury in Critically Ill Children. *Pediatr Crit Care Med*. 2016;17:391-8.
8. Prasetyo RV, Saraswati PD, Kurniawan MR, Kushartono H, Soemyarso NA, Azis AL, dkk. The use of PELOD score in predicting acute kidney injury in critically ill children. *J Nepal Paediatr*. 2016;36:165-169.
9. Nilawati G. Kejadian acute kidney injury dengan kriteria pRIFLE pada unit perawatan intensif anak rumah sakit sanglah denpasar. *Sari Pediatri*. 2012;14:158-61.
10. Rio D. Angka kejadian dan faktor risiko acute kidney i njury pada pasien kritis anak di PICU RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang. 2022.
11. Ostermann M, Chang RWS. Acute kidney injury in the intensive careunit according to RIFLE. *Crit Care Med*. 2007;35:1837–43.

12. KDIGO Working Group. Clinical practice guideline for acute kidney injury. *Kidney Int Suppl.* 2012;2:8-12.
13. Goldstein SL, Chawla LS. Renal angina. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2010;5:943–9.
14. Selewski DT, Cornell TT, Heung M, Troost JP, Ehrmann BJ, Lombel RM, et al. Validation of the KDIGO acute kidney injury criteria in a pediatric critical care population. *Intensive Care Med.* 2014;40:1481-8.
15. Louzada CF, Ferreira AR. Evaluation of the prevalence and factors associated with acute kidney injury in a pediatric intensive care unit. *J Pediatr (Rio J).* 2021;97:426-32.
16. Li Y, Wang J, Bai Z, Chen J, Wang X, Pan J, et al. Early fluid overload is associated with acute kidney injury and PICU mortality in critically ill children. *Eur J Pediatr.* 2016;175:39-48.
17. Gist KM, Selewski DT, Brinton J, Menon S, Goldstein SL, Basu RK. Assessment of the independent and synergistic effects of fluid overload and acute kidney injury on outcomes of critically ill children. *Pediatr Crit Care Med.* 2020;21:170-7.
18. Naik S, Sharma J, Yengkom R, Kalrao V, Mulay A. Acute kidney injury in critically ill children: Risk factors and outcomes. *Indian J Crit Care Med.* 2014;18:129-33
19. Ávila MON, Rocha PN, Perez CA, Faustino TN, Batista PBP, Yu L, et al. Positive fluid balance as an early biomarker for acute kidney injury: A prospektif study in critically ill adult patients. *Clinics.* 2021;76:1-7
20. Ruth A, Rajit A, Scott G, Catherine M, Joshua A, David T, et al. Early and late acute kidney injury: temporal profile in the critically ill pediatric patient. *Clinical Kidney Journal.* 2022;15:2, 311–319
21. Koeze F, Keus F, Dieperink W, Zijlstra JG, dan Van Meurs. Incidence, timing and outcome of AKI in critically ill patients varies with the definition used and the addition of urine output criteria. *BMC Nephrology.* 2017;18:70-1
22. Triastuti I. Acute Kidney Injury (AKI). Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. Unud Repository. 2017. <https://erepo.unud.ac.id/id/eprint/18936>
23. Fatoni AZ, Kestriani ND. Acute kidney Injury (AKI) pada Pasien Kritis. *Majalah Anestesia dan Critical Care.* 2018;36:22-5.

24. Lopes JA, Jorge S. The RIFLE and AKIN classifications for acute kidney injury: a critical and comprehensive review. *Clin Kidney J.* 2013 Feb;6:8-14.
25. Ricci Z, Romagnoli S. Acute Kidney Injury: Diagnosis and Classification in Adults and Children. *Contrib Nephrol.* 2018;193:1–12.
26. Vera R, Triratna S, Bahrin D, Theodorus T. Hubungan Acute Kidney Injury dan Skor Pelod pada Pasien Penyakit Kritis. *Sari Pediatri.* 2016;15:181-4
27. Jefferson A. Pathophysiology and Etiology of Acute Kidney Injury. *Abdominal Key.* 2016;37;85-98
28. Sigmund E. Pre-renal acute kidney injury: Pathogenesis. *The Calgary guide of understanding kidney disease.* Mei 2015. Diakses 24 Februari 2023. Tersedia pada: <https://calgaryguide.ucalgary.ca/pre-renal-acute-kidney-injury/pathogenesis/>
29. Selewski DT, Charlton JR, Jetton JG, Guillet R, Mhanna MJ, Askenazi DJ, et al. Neonatal acute kidney injury. *Pediatrics.* 2015;136:463-73
30. Güzel C, Yeşiltaş S, Daşkaya H, Uysal H, Sümer I, Türkay M. The effect of gender on acute kidney injury developing in the intensive care unit. *Hippokratia.* 2019;23:126-30.
31. Makris K, Spanou L. Acute Kidney Injury: Definition, Pathophysiology and Clinical Phenotypes. *Clin Biochem Rev.* 2016;37:85-98
32. Singer M, Deutschman CS, Seymour C, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3). *JAMA.* 2016;315:801-10
33. Peerapornratana S, Manrique-Caballero CL, Gómez H, Kellum JA. Acute kidney injury from sepsis: current concepts, epidemiology, pathophysiology, prevention and treatment. *Kidney International.* 2019;96:1083-99.
34. Patil VP. Fluid overload and acute kidney injury. *Indian J Crit Car Med.* 2020;24:94-7
35. Ostermann M, Straaten HMO, Forni LG. Fluid overload and acute kidney injury: Cause or consequence?. *Critical Care.* 2015;19:443-4.
36. Burmeister DM, Gómez BI, Dubick MA. Molecular mechanisms of trauma-induced acute kidney injury: Inflammatory and metabolic insights from animal models. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis.* 2017;1863:2661-71.

37. Besen BAMP, Taniguchi LU. Negative fluid balance in sepsis: When and how. *Shock*. 2017;4:35-40
38. Chang YM, Chou YT, Kan WC, Shiao CC. Sepsis and acute kidney injury: A review focusing on the bidirectional interplay. *Int J Mol Sci*. 2022;23:9159-60.
39. Hepokoski ML, Malhotra A, Singh P, Crotty Alexander LE. Ventilator-induced kidney injury: Are novel biomarkers the key to prevention?. *Nephron*. 2018;140:90-3.
40. Faught LN, Greff MJE, Rieder MJ, Koren G. Drug-induced acute kidney injury in children. *Br J Clin Pharmacol*. 2015;80:901-9.
41. Clifford KM. The Risk and Clinical Implications of Antibiotic-Associated Acute Kidney Injury: A Review of the clinical data for agents with signals from the food and drug administration's adverse event reporting system (FAERS) database. *Antibiotics*. 2022;11:1367-68.
42. Ehrmann S, Helms J, Joret A, Martin-Lefevre L, Quenot JP, Herbrecht JE, et al. Nephrotoxic drug burden among 1001 critically ill patients: impact on acute kidney injury. *Ann Intensive Care*. 2019;9:106-7.
43. Dewi R, Fatimatuzzuhroh. Profil pasien sakit kritis yang dirawat di pediatric intensive care unit rumah sakit Cipto Mangunkusumo berdasar sistem skoring Pediatric Logistic Organ Dysfunction-2. *Sari Pediatri*. 2019;21:37– 43.
44. Suari NMR, Latief A, Pudjiadi AH. New PELOD-2 cut-off score for predicting death in children with sepsis. *Paediatr Indones*. 2021;61:39–45.
45. Bellomo R, Kellum J, Ronco C, Rinaldo Bellomo, John A Kellum CR. Acute kidney injury. 2012;380:9843-8.
46. Keputusan Direktur Jenderal Pelayanan Kesehatan Nomor Hk0202/I/3305/2022. Tata Laksana Dan Manajemen Klinis Gangguan Ginjal Akut Progresif Atipikal (Atypical Progressive Acute Kidney Injury) Pada Anak Di Fasilitas Pelayanan Kesehatan. 2022.
47. Melyda. Diagnosis dan Tatalaksana *acute kidney injury* (AKI) pada syok septik. *Cdk-259*. 2017;44:12-4.
48. Ashraf M, Shahzad N, Irshad M, Hussain S, Ahmed P. Pediatric acute kidney injury: A syndrome under paradigm shift. *Indian J Crit Care Med*. 2014;18:518–26.

49. Tanto C, Liwang F, Hanifati S. Kapita selekta kedokteran edisi ke-4 Jilid I. Jakarta:Media aesculapius; 2014:312–6.
50. Sethi SK, Bunchman T, Chakraborty R, Raina R. Pediatric acute kidney injury: new advances in the last decade. *Kidney Res Clin Pract.*2021;40:40-51.
51. Goyal A, Daneshpajouhnejad P. Acute Kidney Injury. *Crit Care Nurse.*2022;3:145-52
52. Bresolin N, Silva C, Hallal A, Toporovski J, Fernandes V, Góes J, et al. Prognosis for children with acute kidney injury in the intensive care unit. *Pediatric Nephrol.* 2009;24:537-44
53. Freire KMS, Bresolin NL, Farah ACF, Carvalho FLC, Góes JEC. Acute kidney injury in children: incidence and prognostic factors in critical ill patients. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2010;22:166–74.
54. Soler YA, Nieves-Plaza M, Prieto M, García-De Jesús R, Suárez- Rivera M. pRIFLE (Pediatric Risk, Injury, Failure, Loss, End Stage Renal Disease) score identifies acute kidney injury and predicts mortality in critically ill children : a prospektif study. *Pediatr Crit Care Med.* 2013;14:189-95.
55. Ahmed R, Shahzad M, Umer A, Azim A, Jamil MT, Haque A. Frequency of exposure of nephrotoxic drugs and drug-induced acute kidney injury in pediatric intensive care unit: a retrospective review from a tertiary care centre in Pakistan. *Cureus.* 2020;12:1-4.