

Faktor Risiko Mortalitas pada Anak dengan Gagal Ginjal yang Menjalani Hemodialisis: Studi Cross-Sectional di RS Dr. Moewardi Surakarta

Fidelya Kaamila Hasna^{1*}, Agus Saptanto², Galih Prakasa Adhyatma³, Oky Rahma Prihandani⁴

¹Mahasiswa Program Kedokteran S1 Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Semarang

^{2,3,4}Departemen Ilmu Kedokteran Anak, Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Semarang

E-mail: fidelya.khasna@gmail.com^{1*}

Article Info	Abstract
Article History Received: 2026-06-15 Revised: 2026-09-07 Published: 2026-09-30 Keywords: hemodialysis; hyperkalemia; hypertension mortality; pediatric kidney failure	<i>Kidney failure in children is a serious condition requiring renal replacement therapy such as hemodialysis and is associated with high mortality rates. Several clinical factors, including age, nutritional status, anemia, hypertension, and hyperkalemia, are suspected to contribute to mortality. However, data regarding mortality-related factors among pediatric patients undergoing hemodialysis in Indonesia remain limited. This study aimed to identify factors associated with mortality in pediatric patients undergoing hemodialysis. This research used an analytic observational design with a cross-sectional approach. Data were obtained from medical records of pediatric patients aged 0–18 years who underwent hemodialysis from January 2022 to December 2025. A total of 66 patients met the inclusion and exclusion criteria. Data were analyzed using univariate and bivariate analysis with chi-square/Fisher exact tests and odds ratio (OR) analysis. Most patients were male (54.5%) and aged 13–18 years (57.6%). Hypertension ($p = 0.012$), hyperkalemia ($p = 0.002$), and nutritional status based on height-for-age ($p = 0.040$) were significantly associated with mortality. Hyperkalemia showed the strongest association with mortality, with a crude OR of 10.281 (95% CI: 2.438–43.356). These findings highlight the importance of monitoring potassium levels, blood pressure, and growth status in children with kidney failure undergoing hemodialysis.</i>
Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2026-06-15 Direvisi: 2026-09-07 Dipublikasi: 2026-09-30 Kata kunci: gagal ginjal anak; hemodialisis; mortalitas; hiperkalemia; hipertensi	Gagal ginjal pada anak merupakan kondisi serius yang dapat memerlukan terapi pengganti ginjal seperti hemodialisis dan berkaitan dengan peningkatan mortalitas. Berbagai faktor klinis, termasuk status gizi, anemia, hipertensi, dan gangguan elektrolit, dapat memengaruhi prognosis pasien. Namun, data mengenai faktor yang berhubungan dengan mortalitas pada anak dengan gagal ginjal yang menjalani hemodialisis di Indonesia masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan usia, jenis kelamin, status gizi berdasarkan tinggi badan menurut umur (TB/U), frekuensi hemodialisis, anemia, hipertensi, dan hiperkalemia dengan mortalitas pada anak dengan gagal ginjal yang menjalani hemodialisis di RS Dr. Moewardi Surakarta. Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan <i>cross-sectional</i> berdasarkan data rekam medis pasien usia 0–18 tahun yang menjalani hemodialisis selama Januari 2022–Desember 2025. Sebanyak 66 pasien memenuhi kriteria penelitian, terdiri atas 15 pasien (22,7%) meninggal dan 51 pasien (77,3%) hidup. Analisis bivariat menunjukkan bahwa status gizi berdasarkan TB/U ($p = 0,040$), hipertensi ($p = 0,012$), dan hiperkalemia ($p = 0,002$) berhubungan signifikan dengan mortalitas. <i>Crude odds ratio</i> menunjukkan bahwa hipertensi memiliki OR 5,273 (95% CI: 1,325–20,984), hiperkalemia OR 10,281 (95% CI: 2,438–43,356), dan status gizi <i>stunted</i> OR 3,625 (95% CI: 1,017–12,927). Hiperkalemia menunjukkan besaran asosiasi terbesar dengan mortalitas. Hasil penelitian menunjukkan pentingnya pemantauan kadar kalium, tekanan darah, dan status pertumbuhan pada anak dengan gagal ginjal yang menjalani hemodialisis. Temuan ini perlu dikonfirmasi melalui penelitian prospektif atau multicenter dengan analisis multivariat.

PENDAHULUAN

Gagal ginjal merupakan kondisi klinis serius yang terjadi ketika ginjal kehilangan kemampuan mempertahankan

keseimbangan internal tubuh, termasuk ekskresi produk metabolik, pengaturan volume cairan dan elektrolit, serta keseimbangan asam-basa. Gangguan fungsi

ginjal dapat menyebabkan akumulasi zat metabolik dan menimbulkan komplikasi multisistem. Pada anak, gangguan fungsi ginjal memiliki dampak yang lebih luas karena dapat menghambat pertumbuhan, perkembangan, dan kualitas hidup dalam jangka panjang (Cirillo et al., 2023).

Gagal ginjal pada anak dapat berupa gagal ginjal akut (Acute Kidney Injury/AKI) maupun penyakit ginjal kronis (Chronic Kidney Disease/CKD). AKI ditandai dengan penurunan fungsi ginjal yang terjadi secara cepat, sedangkan CKD merupakan gangguan fungsi atau struktur ginjal yang berlangsung secara menetap dan progresif. Kedua kondisi tersebut memiliki karakteristik etiologi, perjalanan penyakit, dan faktor prognostik yang berbeda. Pada kondisi berat, baik AKI maupun CKD dapat memerlukan terapi pengganti ginjal, termasuk hemodialisis (Kellum et al., 2021; Tufenkijy & Lahdo, 2025; Gallegos et al., 2025).

Anak dengan penyakit ginjal yang membutuhkan terapi pengganti ginjal memiliki risiko komplikasi yang tinggi. Faktor seperti usia, status gizi, hipertensi, anemia, gangguan elektrolit, infeksi, serta kondisi penyakit dasar dapat memengaruhi luaran klinis. Gangguan elektrolit, khususnya hiperkalemia, menjadi perhatian penting karena peningkatan kadar kalium dapat mengganggu konduksi listrik jantung dan meningkatkan risiko aritmia yang mengancam jiwa (Kurzinski et al., 2023; Mehmood et al., 2022). Hipertensi juga dapat memperburuk risiko kardiovaskular pada anak dengan gangguan fungsi ginjal

(Burnier & Damianaki, 2023; Larkins & Craig, 2024).

Data khusus mengenai mortalitas anak dengan gagal ginjal yang menjalani hemodialisis di Indonesia masih relatif terbatas. Salah satu penelitian berbasis pusat rujukan nasional di Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo (RSCM) terhadap 207 anak dengan penyakit ginjal tahap akhir yang menjalani dialisis melaporkan bahwa hemodialisis merupakan modalitas dialisis awal pada 90,8% pasien. Penelitian tersebut menunjukkan kesintasan tiga tahun sebesar 56,5%, dengan sepsis sebagai penyebab kematian terbanyak (38%). Analisis multivariat menunjukkan bahwa inisiasi dialisis pada usia <5 tahun, etiologi glomerular, dan malnutrisi berhubungan dengan peningkatan risiko mortalitas (Anjela, P. et al., 2024). Temuan tersebut menunjukkan bahwa mortalitas pada anak yang menjalani terapi pengganti ginjal merupakan masalah klinis yang nyata di Indonesia, sekaligus menunjukkan pentingnya identifikasi faktor klinis yang berkaitan dengan luaran pasien.

Namun, penelitian tersebut menggunakan desain kohort retrospektif dan analisis kesintasan pada pasien penyakit ginjal tahap akhir, sedangkan penelitian ini mencakup anak dengan gagal ginjal akut maupun kronis yang menjalani hemodialisis di RS Dr. Moewardi Surakarta. Oleh karena itu, penelitian berbasis fasilitas pelayanan kesehatan di tingkat regional tetap diperlukan untuk menggambarkan karakteristik dan faktor yang berhubungan dengan mortalitas pada populasi tersebut.

Kesenjangan penelitian tersebut menjadi penting karena pasien dalam penelitian ini mencakup anak dengan gagal ginjal akut maupun kronis. Kedua kelompok memiliki mekanisme penyakit dan faktor prognostik yang dapat berbeda sehingga hubungan faktor klinis dengan mortalitas perlu dilihat secara hati-hati. Data lokal mengenai distribusi faktor risiko dan mortalitas pada populasi anak yang menjalani hemodialisis dapat memberikan gambaran klinis yang lebih sesuai dengan karakteristik pasien di Indonesia.

Rumusan masalah penelitian ini adalah apakah usia, jenis kelamin, status gizi berdasarkan TB/U, frekuensi hemodialisis, anemia, hipertensi, dan hiperkalemia berhubungan dengan mortalitas pada anak dengan gagal ginjal yang menjalani hemodialisis di RS Dr. Moewardi Surakarta?

Hipotesis penelitian ini adalah terdapat hubungan antara usia, jenis kelamin, status gizi berdasarkan TB/U, frekuensi hemodialisis, anemia, hipertensi, dan hiperkalemia dengan mortalitas pada anak dengan gagal ginjal yang menjalani hemodialisis di RS Dr. Moewardi Surakarta.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan usia, jenis kelamin, status gizi berdasarkan TB/U, frekuensi hemodialisis, anemia, hipertensi, dan hiperkalemia dengan mortalitas pada anak dengan gagal ginjal yang menjalani hemodialisis di RS Dr. Moewardi Surakarta. Penelitian ini juga bertujuan mengidentifikasi faktor yang menunjukkan hubungan paling kuat dengan mortalitas sehingga dapat menjadi

informasi pendukung dalam pemantauan klinis pasien.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain *cross-sectional*. Populasi target penelitian adalah anak dengan gagal ginjal yang menjalani hemodialisis di RS Dr. Moewardi Surakarta. Populasi terjangkau adalah anak usia 0–18 tahun dengan diagnosis gagal ginjal akut maupun kronis yang menjalani hemodialisis di RS Dr. Moewardi Surakarta selama Januari 2022–Desember 2025.

Besar sampel minimum dalam penelitian ini dihitung menggunakan rumus estimasi proporsi binomial. Dengan tingkat kepercayaan 95% diperoleh nilai Z sebesar 1,96, proporsi kejadian mortalitas sebesar 0,045 (4,5%) berdasarkan penelitian sebelumnya (Cahyani et al., 2023), dan tingkat presisi (margin of error) sebesar 0,05 (5%). Perhitungan besar sampel dilakukan menggunakan rumus:

$$n = Z^2 \times p \times (1 - p) / d^2$$

sehingga:

$$n = (1,96)^2 \times 0,045 \times (1 - 0,045) / (0,05)^2$$

$$n = 3,8416 \times 0,045 \times 0,955 / 0,0025$$

$$n = 0,1649 / 0,0025$$

$$n = 65,96 \approx 66 \text{ pasien}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, besar sampel minimum yang diperlukan adalah 66 pasien. Selanjutnya, seluruh rekam medis pasien anak dengan gagal ginjal yang menjalani hemodialisis selama periode Januari 2022–Desember 2025 ditelusuri berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Sebanyak 66 pasien memenuhi kriteria penelitian dan digunakan sebagai sampel akhir.

Kriteria inklusi meliputi pasien usia 0–18 tahun dengan diagnosis gagal ginjal akut atau kronis berdasarkan rekam medis, menjalani hemodialisis di RS Dr. Moewardi Surakarta, serta memiliki data rekam medis yang lengkap. Kriteria eksklusi meliputi pasien dengan kondisi terminal non-ginjal yang lebih dominan dan berpotensi menjadi penyebab utama kematian serta pasien yang menjalani kombinasi terapi pengganti ginjal lain seperti transplantasi ginjal, dialisis peritoneal, atau continuous renal replacement therapy.

Tabel 1. Definisi Operasional

Variabel	Definisi operasional	Alat/sumber data	Kategori	Skala
Usia saat pertama kali hemodialisis	Usia pasien saat pertama kali menjalani hemodialisis	Rekam medis	0–5 tahun; 6–12 tahun; 13–18 tahun	Ordinal
Jenis kelamin	Jenis kelamin biologis yang tercatat dalam rekam medis	Rekam medis	Laki-laki; perempuan	Nominal
Status gizi TB/U	Status pertumbuhan berdasarkan tinggi badan menurut umur menggunakan z-score WHO sesuai usia dan jenis kelamin	Rekam medis dan WHO AnthroPlus	Stunted; not stunted	Nominal
Frekuensi hemodialisis	Jumlah pelaksanaan hemodialisis terjadwal dalam satu minggu	Rekam medis	<2 kali/minggu; ≥2 kali/minggu	Nominal
Anemia	Kondisi dengan kadar hemoglobin di bawah ambang batas berdasarkan usia dan jenis kelamin	Rekam medis dan kriteria WHO	Ya; tidak	Nominal
Hipertensi	Tekanan darah sistolik atau diastolik ≥ persentil ke-95 berdasarkan usia, jenis kelamin, dan tinggi badan pada anak <13 tahun, atau	Rekam medis dan AAP Pediatric Hypertension Guidelines	Ya; tidak	Nominal

	≥130/80 mmHg pada usia ≥13 tahun, berdasarkan pedoman AAP			
Hiperkalemia	Kondisi dengan kadar kalium serum >5,5 mmol/L	Rekam medis	Ya; tidak	Nominal
Mortalitas	Status kematian pasien selama perawatan berdasarkan rekam medis sampai Desember 2025	Rekam medis	Meninggal; hidup	Nominal

Kategori status gizi berdasarkan TB/U ditentukan menggunakan *z-score* berdasarkan standar WHO sesuai usia dan jenis kelamin. Kategori *stunted* mencakup anak dengan status pertumbuhan pendek dan sangat pendek, sedangkan kategori *not stunted* mencakup status normal dan tinggi. Status pertumbuhan berdasarkan tinggi badan menurut umur menggunakan *z-score* WHO sesuai usia dan jenis kelamin. Penilaian dilakukan menggunakan WHO AnthroPlus (World Health Organization, 2007).

Kategori anemia ditentukan berdasarkan ambang kadar hemoglobin spesifik usia dan jenis kelamin sesuai pedoman WHO (World Health Organization, 2024). Dalam penelitian ini, data hemoglobin yang tercatat pada awal perawatan digunakan untuk menentukan status anemia.

Hipertensi ditentukan berdasarkan pedoman *American Academy of Pediatrics* (AAP), yaitu tekanan darah sistolik atau diastolik pada atau di atas persentil ke-95 berdasarkan usia, jenis kelamin, dan tinggi badan pada anak usia <13 tahun, atau ≥130/80 mmHg pada anak usia ≥13 tahun (Flynn et al., 2017).

Hiperkalemia ditentukan berdasarkan kadar kalium serum $>5,5$ mmol/L (Kurzynski et al., 2023). Cut-off tersebut digunakan untuk mengidentifikasi adanya peningkatan kadar kalium yang secara klinis relevan pada pasien dengan gangguan fungsi ginjal.

Frekuensi hemodialisis dikategorikan menjadi <2 kali/minggu dan ≥ 2 kali/minggu berdasarkan jadwal pelaksanaan hemodialisis yang tercatat dalam rekam medis.

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan karakteristik subjek penelitian menggunakan frekuensi dan persentase untuk variabel kategorik serta rerata dan simpangan baku atau median sesuai distribusi data untuk variabel numerik. Analisis bivariat dilakukan untuk menilai hubungan antara variabel independen dan mortalitas. Variabel kategorik dianalisis menggunakan uji *chi-square* atau *Fisher exact test* apabila asumsi uji *chi-square* tidak terpenuhi. Besarnya asosiasi antara variabel independen dan mortalitas dinilai menggunakan *crude odds ratio* (OR) beserta *95% confidence interval* (CI).

Analisis regresi logistik multivariat belum dilakukan karena penelitian menggunakan jumlah sampel yang relatif kecil dengan hanya 15 kejadian kematian, sedangkan data yang tersedia untuk analisis saat ini digunakan dalam bentuk analisis bivariat. Oleh karena itu, nilai OR yang dilaporkan merupakan *crude OR* dan tidak dapat diinterpretasikan sebagai *adjusted OR* atau sebagai faktor risiko independen. Faktor perancu yang belum dianalisis

dipertimbangkan sebagai keterbatasan penelitian.

Karena penelitian menggunakan data sekunder, kelengkapan data diperiksa sebelum dilakukan analisis. Pasien dengan rekam medis yang tidak lengkap pada variabel utama penelitian dikeluarkan berdasarkan kriteria eksklusi. Data yang tidak memenuhi kelengkapan yang diperlukan untuk klasifikasi variabel tidak diimputasi dan tidak digunakan dalam analisis variabel terkait. Seluruh data yang dianalisis berasal dari rekam medis yang memenuhi kriteria kelengkapan penelitian.

Besarnya hubungan antara faktor risiko dan mortalitas dinilai menggunakan odds ratio (OR) beserta *95% confidence interval* (CI). Karena penelitian ini menggunakan desain cross-sectional dan analisis yang tersedia merupakan analisis bivariat, nilai OR dalam penelitian ini diperlakukan sebagai *crude OR*, bukan *adjusted OR*.

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan RSUD Dr. Moewardi Surakarta dengan nomor 2.219/X/HREC/2025. Seluruh data pasien dijaga kerahasiannya sesuai dengan prinsip etik penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian melibatkan 66 anak dengan gagal ginjal yang menjalani hemodialisis. Kelompok usia 13–18 tahun merupakan kelompok terbanyak, yaitu 38 pasien (57,6%), sedangkan kelompok usia 0–5 tahun berjumlah 3 pasien (4,5%). Sebanyak 36 pasien (54,5%) berjenis kelamin laki-laki dan 30 pasien (45,5%) perempuan. Berdasarkan status gizi TB/U, masing-

masing 33 pasien (50%) berada dalam kategori *stunted* dan *not stunted*. Sebanyak 51 pasien (77,3%) mengalami anemia dan 34 pasien (51,5%) mengalami hipertensi. Hiperkalemia ditemukan pada 11 pasien (16,7%). Dari seluruh subjek, 15 pasien (22,7%) meninggal dan 51 pasien (77,3%) hidup.

Tabel 2. Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik	Frekuensi	Presentase (%)
Usia	0 – 5	3
Hemodialisis	6 – 12 tahun	25
	13 – 18 tahun	38
Jenis Kelamin	Laki – laki	36
	Perempuan	30
Status Gizi (TB/U)	<i>Stunted</i>	33
	<i>Not stunted</i>	33
Frekuensi Hemodialisis	< 2 kali / minggu	34
	≥ 2 kali / minggu	32
Anemia	Ya	51
	Tidak	15
Hipertensi	Ya	34
	Tidak	32
Hiperkalemia	Ya	11
	Tidak	55
Mortalitas	Meninggal	15
	Hidup	51

Tabel 3. Hubungan Faktor Risiko dengan Mortalitas

Variabel	Kategori	Meninggal (%)	Hidup (%)	Total	p-value
Usia	0-5 tahun	1 (33,3)	2 (66,7)	3	0,892
	6-12 tahun	6 (24,0)	19 (76,0)	25	
	13-18 tahun	8 (21,1)	30 (78,9)	38	
Jenis kelamin	Laki-laki	8 (22,2)	28 (77,8)	36	0,915
	Perempuan	7 (23,3)	23 (76,7)	30	
Status gizi TB/U	<i>Stunted</i>	11 (33,3)	22 (66,7)	33	0,040
	<i>Not stunted</i>	4 (12,1)	29 (87,9)	33	
Frekuensi HD	<2 kali/minggu	7 (20,6)	27 (79,4)	34	0,669
	≥2 kali/minggu	8 (25,0)	24 (75,0)	32	
Anemia	Ya	13 (25,5)	38 (74,5)	51	0,489
	Tidak	2 (13,3)	13 (86,7)	15	
Hipertensi	Ya	12 (35,3)	22 (64,7)	34	0,012
	Tidak	3 (9,4)	29 (90,6)	32	
Hiperkalemia	Ya	7 (63,6)	4 (36,4)	11	0,002
	Tidak	8 (14,5)	47 (85,5)	55	

Tabel 4. Crude Odds Ratio Faktor Risiko terhadap Mortalitas

Variabel	Crude OR	95% CI
Hipertensi	5,273	1,325-20,984
Hiperkalemia	10,281	2,438-43,356
<i>Stunted</i> berdasarkan TB/U	3,625	1,017-12,927

Keterangan: OR= odds ratio; CI= confidence interval. OR merupakan crude OR berdasarkan analisis bivariat

Karakteristik Subjek

Penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar anak yang menjalani hemodialisis berada pada kelompok usia 13-18 tahun. Dominasi kelompok remaja dapat menggambarkan bahwa sebagian pasien mengalami perjalanan penyakit ginjal yang berlangsung hingga usia lebih besar sebelum mencapai kondisi yang memerlukan terapi pengganti ginjal. Namun, usia tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan mortalitas pada penelitian ini ($p = 0,892$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelompok usia pada penelitian ini belum dapat digunakan sebagai pembeda mortalitas. Interpretasi ini perlu dilakukan secara hati-hati karena jumlah pasien pada kelompok usia 0-5 tahun hanya tiga orang sehingga kekuatan analisis pada kelompok tersebut terbatas.

Distribusi jenis kelamin menunjukkan proporsi laki-laki sedikit lebih tinggi daripada perempuan, yaitu 54,5% dan 45,5%. Tidak terdapat hubungan bermakna antara jenis kelamin dan mortalitas pada penelitian ini ($p = 0,915$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa jenis kelamin belum dapat digunakan sebagai pembeda status mortalitas pada populasi penelitian ini. Literatur mengenai perbedaan mortalitas berdasarkan jenis kelamin pada anak dengan penyakit ginjal tahap akhir menunjukkan bahwa hubungan tersebut masih kompleks dan perlu dipertimbangkan

bersama karakteristik klinis serta perjalanan penyakit ginjal (Ahearn et al., 2019).

Status Gizi dan Mortalitas

Status gizi berdasarkan TB/U menunjukkan hubungan yang bermakna dengan mortalitas ($p = 0,040$). Proporsi kematian pada kelompok *stunted* mencapai 33,3%, sedangkan pada kelompok *not stunted* sebesar 12,1%. Selain itu, kelompok *stunted* memiliki crude OR sebesar 3,625 (95% CI: 1,017–12,927), yang menunjukkan bahwa pasien dengan kondisi *stunted* memiliki *odds* kematian lebih tinggi dibandingkan kelompok *not stunted*.

Hubungan tersebut dapat dijelaskan melalui kondisi malnutrisi kronis yang menggambarkan gangguan pertumbuhan dalam jangka panjang. Pada anak dengan penyakit ginjal, gangguan pertumbuhan dapat berkaitan dengan asupan nutrisi yang tidak adekuat, inflamasi kronis, gangguan metabolisme, dan peningkatan kebutuhan metabolik. Gangguan pertumbuhan pada penyakit ginjal juga telah dikaitkan dengan luaran klinis yang lebih buruk, termasuk peningkatan hospitalisasi dan mortalitas pada anak dengan penyakit ginjal tahap akhir (Furth, 2005; Nelms et al., 2021). Kondisi tersebut dapat menurunkan cadangan fisiologis pasien sehingga kemampuan menghadapi komplikasi selama terapi hemodialisis menjadi lebih rendah. Dengan demikian, status gizi tidak hanya merupakan indikator pertumbuhan, tetapi juga dapat mencerminkan kondisi klinis dan cadangan metabolik pasien.

Meskipun demikian, karena penelitian ini menggunakan desain *cross-sectional*,

hubungan yang ditemukan tidak dapat diinterpretasikan sebagai hubungan sebab-akibat. Selain itu, faktor lain seperti lama penyakit ginjal, stadium CKD, etiologi penyakit, dan kondisi inflamasi tidak dianalisis sehingga kemungkinan berperan sebagai faktor perancu tetap ada.

Anemia dan Mortalitas

Anemia merupakan salah satu kondisi klinis yang paling sering ditemukan pada penelitian ini, yaitu pada 51 pasien (77,3%). Namun, anemia tidak menunjukkan hubungan yang bermakna secara statistik dengan mortalitas ($p = 0,489$). Tingginya prevalensi anemia pada populasi penelitian dapat menyebabkan distribusi anemia relatif serupa antara kelompok meninggal dan hidup sehingga kemampuan variabel tersebut untuk membedakan status mortalitas menjadi terbatas.

Tidak ditemukannya hubungan yang bermakna juga dapat dipengaruhi oleh karakteristik anemia pada pasien gagal ginjal. Anemia pada penyakit ginjal dapat berkaitan terutama dengan penurunan produksi eritropoietin dan gangguan metabolisme besi, serta dapat dipengaruhi oleh inflamasi dan kondisi penyakit kronis (Atkinson & Furth, 2011). Selain itu, kadar hemoglobin dapat dipengaruhi oleh intervensi klinis seperti terapi eritropoietin dan suplementasi besi. Dengan demikian, klasifikasi anemia berdasarkan ada atau tidaknya anemia belum menggambarkan tingkat keparahan, durasi, maupun respons terapi anemia.

Faktor metodologis juga perlu dipertimbangkan. Penelitian ini hanya melibatkan 66 pasien dengan 15 kejadian

kematian sehingga kekuatan statistik untuk mendeteksi asosiasi yang relatif kecil menjadi terbatas. Oleh karena itu, hasil penelitian tidak menunjukkan bahwa anemia tidak memiliki relevansi klinis terhadap prognosis pasien, tetapi menunjukkan bahwa status anemia yang dikategorikan secara biner tidak berhubungan secara statistik dengan mortalitas dalam populasi penelitian ini.

Hipertensi dan Mortalitas

Hipertensi menunjukkan hubungan bermakna dengan mortalitas ($p = 0,012$). Sebanyak 12 dari 34 pasien dengan hipertensi meninggal (35,3%), sedangkan pada pasien tanpa hipertensi terdapat 3 dari 32 pasien yang meninggal (9,4%). Analisis OR menunjukkan crude OR sebesar 5,273 (95% CI: 1,325–20,984).

Hubungan ini dapat dijelaskan melalui tingginya beban kardiovaskular pada anak dengan gangguan fungsi ginjal. Penurunan fungsi ginjal dapat menyebabkan retensi natrium dan cairan serta memengaruhi aktivasi sistem renin-angiotensin-aldosteron. Tekanan darah yang tidak terkontrol kemudian dapat meningkatkan beban jantung dan risiko komplikasi kardiovaskular pada anak dengan penyakit ginjal kronis (Flynn et al., 2017; Larkins & Craig, 2024). Dengan demikian, hipertensi pada pasien gagal ginjal tidak hanya merupakan kondisi penyerta, tetapi dapat menjadi indikator keparahan kondisi klinis.

Namun, interpretasi OR harus tetap berhati-hati karena hasil tersebut merupakan crude OR dan belum dikontrol terhadap faktor perancu seperti etiologi penyakit ginjal, stadium CKD, lama

menjalani hemodialisis, infeksi, maupun penyakit jantung.

Hiperkalemia dan Mortalitas

Hiperkalemia merupakan faktor yang menunjukkan hubungan paling kuat dengan mortalitas dalam penelitian ini. Sebanyak 7 dari 11 pasien dengan hiperkalemia meninggal (63,6%), sedangkan pada pasien tanpa hiperkalemia hanya 8 dari 55 pasien yang meninggal (14,5%). Hubungan tersebut bermakna secara statistik ($p = 0,002$) dengan crude OR sebesar 10,281 (95% CI: 2,438–43,356).

Besarnya OR dan proporsi kematian pada kelompok hiperkalemia menunjukkan bahwa gangguan keseimbangan kalium merupakan temuan klinis yang penting pada populasi penelitian. Hiperkalemia dapat menyebabkan perubahan potensial membran sel dan mengganggu konduksi listrik jantung. Pada kondisi berat, gangguan tersebut dapat berkembang menjadi aritmia yang berpotensi mengancam jiwa. Kondisi ini menjadi perhatian khusus pada pasien dengan gangguan fungsi ginjal karena kemampuan ekskresi kalium berkurang dan kadar kalium dapat meningkat ketika fungsi ginjal semakin menurun (Kurzinski et al., 2023).

Temuan ini juga menunjukkan bahwa pemantauan elektrolit perlu menjadi bagian penting dalam pemantauan pasien anak yang menjalani hemodialisis. Namun, tingginya OR tidak boleh langsung diartikan sebagai bukti bahwa hiperkalemia merupakan penyebab independen kematian karena penelitian ini belum melakukan analisis multivariat.

Frekuensi Hemodialisis dan Mortalitas

Frekuensi hemodialisis tidak menunjukkan hubungan bermakna dengan mortalitas ($p = 0,669$). Proporsi kematian pada pasien yang menjalani hemodialisis <2 kali/minggu adalah 20,6%, sedangkan pada pasien yang menjalani ≥ 2 kali/minggu adalah 25,0%.

Tidak ditemukannya hubungan tersebut tidak berarti bahwa frekuensi hemodialisis tidak memiliki kepentingan klinis. Frekuensi terapi dapat dipengaruhi oleh kondisi klinis, kebutuhan pasien, kebijakan pelayanan, pembiayaan, dan faktor lainnya. Selain itu, kategori frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini relatif sederhana sehingga belum menggambarkan durasi setiap sesi, adekuasi dialisis, perubahan jadwal, maupun kepatuhan terhadap terapi (Laskin et al., 2017; Hamsa V & Kamath N, 2022). Faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi hubungan antara frekuensi hemodialisis dan mortalitas.

Faktor Perancu dan Interpretasi Hasil

Beberapa faktor potensial yang dapat memengaruhi mortalitas belum dianalisis dalam penelitian ini. Faktor tersebut meliputi etiologi gagal ginjal, stadium CKD, lama menjalani hemodialisis, infeksi, penyakit jantung bawaan, kondisi kardiovaskular, serta tingkat keparahan penyakit (Chou et al., 2018; Chesnaye et al., 2018). Faktor-faktor tersebut berpotensi memengaruhi baik munculnya hipertensi, hiperkalemia, maupun gangguan status gizi sekaligus memengaruhi prognosis pasien.

Penggabungan pasien dengan gagal ginjal akut dan kronis juga perlu

diperhatikan dalam interpretasi hasil. AKI umumnya berkembang secara cepat dan dapat berkaitan dengan kondisi akut seperti infeksi berat, sepsis, dehidrasi, atau paparan zat nefrotoksik, sedangkan CKD merupakan kondisi yang berlangsung lebih lama dan berkaitan dengan komplikasi kronis seperti gangguan pertumbuhan, anemia, hipertensi, dan gangguan mineral (Kellum et al., 2021; Cirillo et al., 2023). Oleh karena itu, faktor yang berhubungan dengan mortalitas pada AKI belum tentu memiliki pola hubungan yang sama pada CKD.

Dengan demikian, hipertensi, hiperkalemia, dan status gizi yang menunjukkan hubungan bermakna dalam penelitian ini sebaiknya diinterpretasikan sebagai faktor yang berasosiasi dengan mortalitas pada populasi penelitian, bukan sebagai faktor risiko independen yang telah terbukti setelah pengendalian terhadap seluruh faktor perancu.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, desain *cross-sectional* membatasi kemampuan penelitian dalam menentukan urutan temporal antara faktor yang diteliti dan kejadian mortalitas sehingga hubungan yang ditemukan tidak dapat diinterpretasikan sebagai hubungan sebab-akibat. Kedua, penelitian menggunakan data sekunder dari rekam medis sehingga kualitas analisis bergantung pada kelengkapan dan ketepatan pencatatan klinis. Beberapa informasi klinis yang berpotensi berperan terhadap mortalitas tidak tersedia secara lengkap sehingga tidak dapat dianalisis.

Ketiga, penelitian dilakukan pada satu pusat pelayanan, yaitu RS Dr. Moewardi Surakarta, sehingga generalisasi hasil ke rumah sakit atau populasi anak dengan gagal ginjal di wilayah lain perlu dilakukan secara hati-hati. Keempat, jumlah sampel relatif kecil, yaitu 66 pasien dengan 15 kejadian kematian, sehingga kekuatan statistik penelitian terbatas dan analisis dengan banyak variabel secara simultan berpotensi menghasilkan estimasi yang tidak stabil.

Kelima, penelitian belum mengendalikan beberapa faktor perancu penting melalui analisis multivariat, antara lain etiologi gagal ginjal, stadium CKD, lama menjalani hemodialisis, infeksi, penyakit jantung bawaan, dan tingkat keparahan penyakit. Oleh karena itu, nilai OR dalam penelitian ini merupakan *crude OR* dan tidak dapat dianggap sebagai *adjusted OR*. Selain itu, penggabungan pasien dengan AKI dan CKD dapat menyebabkan heterogenitas karakteristik klinis dan prognosis. Penelitian prospektif multicenter dengan jumlah sampel yang lebih besar diperlukan untuk mengonfirmasi hubungan yang ditemukan dan memungkinkan pengendalian faktor perancu secara lebih komprehensif

KESIMPULAN

Hipertensi, hiperkalemia, dan status gizi berdasarkan TB/U berhubungan signifikan dengan mortalitas pada anak dengan gagal ginjal yang menjalani hemodialisis di RS Dr. Moewardi Surakarta. Hiperkalemia menunjukkan besaran asosiasi terbesar dengan mortalitas (crude OR 10,281; 95% CI: 2,438–43,356), diikuti

hipertensi (crude OR 5,273; 95% CI: 1,325–20,984) dan status gizi stunted (crude OR 3,625; 95% CI: 1,017–12,927).

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain prospektif atau multicenter dengan jumlah sampel yang lebih besar dan analisis multivariat untuk mengendalikan faktor perancu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahearn, P., Johansen, K. L., McCulloch, C. E., Grimes, B. A., & Ku, E. (2019). Sex Disparities in Risk of Mortality Among Children With ESRD. *American Journal of Kidney Diseases*, 73(2), 156–162. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2018.07.019>
- Anjela, P., Hidayati, E. L., & Andriastuti, M. (2024). *Faktor yang memengaruhi angka kesintasan pasien penyakit ginjal tahap akhir pada anak dengan dialisis*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Atkinson, M. A., & Furth, S. L. (2011). Anemia in children with chronic kidney disease. *Nature Reviews Nephrology*, 7(11), 635–641. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2011.115>
- Burnier, M., & Damianaki, A. (2023). Hypertension as Cardiovascular Risk Factor in Chronic Kidney Disease. *Circulation Research*, 132(8), 1050–1063. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.122.321762>
- Chesnaye, N. C., Van Stralen, K. J., Bonthuis, M., Harambat, J., Groothoff, J. W., & Jager, K. J. (2018). Survival in children requiring chronic renal replacement therapy. *Pediatric Nephrology*, 33(4), 585–594. <https://doi.org/10.1007/s00467-017-3681-9>
- Chou, H.-H., Chiou, Y.-Y., Chiou, Y.-H., Tain, Y.-L., Wang, H.-H., Yu, M.-C., Hsu, C.-C.,

- & Lin, C.-Y. (2018). Mortality Risks among Various Primary Renal Diseases in Children and Adolescents on Chronic Dialysis. *Journal of Clinical Medicine*, 7(11), 414. <https://doi.org/10.3390/jcm7110414>
- Cirillo, L., De Chiara, L., Innocenti, S., Errichiello, C., Romagnani, P., & Becherucci, F. (2023). Chronic kidney disease in children: An update. *Clinical Kidney Journal*, 16(10), 1600–1611. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfad097>
- Flynn, J. T., Kaelber, D. C., Baker-Smith, C. M., Blowey, D., Carroll, A. E., Daniels, S. R., De Ferranti, S. D., Dionne, J. M., Falkner, B., Flinn, S. K., Gidding, S. S., Goodwin, C., Leu, M. G., Powers, M. E., Rea, C., Samuels, J., Simasek, M., Thaker, V. V., Urbina, E. M., & Subcommittee On Screening And Management Of High Blood Pressure In Children. (2017). Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics*, 140(3), e20171904. <https://doi.org/10.1542/peds.2017-1904>
- Furth, S. L. (2005). Growth and Nutrition in Children with Chronic Kidney Disease. *Advances in Chronic Kidney Disease*, 12(4), 366–371. <https://doi.org/10.1053/j.ackd.2005.07.007>
- Gallegos, F. R., Shiode, P., Gilliland, M., Hu, J., Osagie-Ogbeide, A., Sethi, S. K., & Raina, R. (2025). Enhancing outcomes in pediatric populations with continuous renal replacement therapy: Current multidisciplinary strategies and innovations. *Journal of Intensive Medicine*, 5(4), 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.jointm.2025.03.005>
- Hamsa V, & Kamath N. (2022). Optimizing the hemodialysis prescription and assessment of dialysis adequacy in children. *Asian Journal of Pediatric Nephrology*, 5(2), 56–63.
- Kellum, J. A., Romagnani, P., Ashuntantang, G., Ronco, C., Zarbock, A., & Anders, H.-J. (2021). Acute kidney injury. *Nature Reviews Disease Primers*, 7(1), 52. <https://doi.org/10.1038/s41572-021-00284-z>
- Kurzinski, K. L., Xu, Y., Ng, D. K., Furth, S. L., Schwartz, G. J., Warady, B. A., & for the CKiD Study Investigators. (2023). Hyperkalemia in pediatric chronic kidney disease. *Pediatric Nephrology*, 38(9), 3083–3090. <https://doi.org/10.1007/s00467-023-05912-2>
- Larkins, N. G., & Craig, J. C. (2024). Hypertension and Cardiovascular Risk Among Children with Chronic Kidney Disease. *Current Hypertension Reports*, 26(10), 389–398. <https://doi.org/10.1007/s11906-024-01308-1>
- Laskin, B. L., Huang, G., King, E., Geary, D. F., Licht, C., Metlay, J. P., Furth, S. L., Kimball, T., & Mitsnefes, M. (2017). Short, frequent, 5-days-per-week, in-center hemodialysis versus 3-days-per-week treatment: A randomized crossover pilot trial through the Midwest Pediatric Nephrology Consortium. *Pediatric Nephrology*, 32(8), 1423–1432. <https://doi.org/10.1007/s00467-017-3656-x>
- Mehmood, H. R., Khan, Z., Jahangir, H. M. S., Hussain, A., Elahi, A., & Askari, S. M. H. (2022). Assessment of serum biochemical derangements and associated risk factors of chronic kidney disease. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 17(3), 376–383. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2021.09.009>
- Nelms, C. L., Shaw, V., Greenbaum, L. A., Anderson, C., Desloovere, A., Haffner,

- D., Oosterveld, M. J. S., Paglialonga, F., Polderman, N., Qizalbash, L., Rees, L., Renken-Terhaerd, J., Tuokkola, J., Vande Walle, J., Shroff, R., & Warady, B. A. (2021). Assessment of nutritional status in children with kidney diseases—Clinical practice recommendations from the Pediatric Renal Nutrition Taskforce. *Pediatric Nephrology*, 36(4), 995–1010. <https://doi.org/10.1007/s00467-020-04852-5>
- Tufenkij, E., & Lahdo, R. (2025). Hemodialysis and minerals in end stage renal disease. *Clinica Chimica Acta*, 577, 120485. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2025.120485>.