



Keseimbangan Asam-Basa pada Pasien dengan Kronis Ginjal Penyakit PGK : Narative Review

Made Suandika¹ Putri Liyan Wulandari² Diandra Aurellia Septia Pramadani³ Fadiyah Naylatus Syarofah⁴
Keperawatan Anestesiologi, Program Sarjana Terapan, Fakultas Kesehatan, Universitas Harapan Bangsa.
¹madesuandika@uhb.ac.id, ²diandraaurelliaseptiap@gmail

Abstract

Chronic kidney disease (CKD) is a major global health burden characterized by progressive loss of renal function and impaired acid–base regulation resulting from reduced hydrogen ion excretion and limited bicarbonate regeneration. These abnormalities frequently lead to chronic metabolic acidosis, contributing to disease progression and increasing perioperative risk in surgical patients. This narrative review evaluates the impact of intravenous fluid choice, specifically 0.9% saline versus balanced crystalloids, on acid–base homeostasis in CKD patients undergoing surgery. A critical analysis was performed using ten peer reviewed articles from reputable journals, focusing on the pathophysiology of acid–base disturbances in CKD, biochemical effects of perioperative fluids, and clinical outcomes related to fluid selection. The findings indicate that 0.9% saline, due to its high chloride concentration, is associated with hyperchloremic metabolic acidosis and may worsen renal function. Conversely, balanced crystalloids contain metabolizable buffers such as lactate or acetate, preserve a more physiological strong ion difference, enhance acid–base stability, and are linked to a lower risk of acute kidney injury. In conclusion, balanced crystalloids are preferable to saline for perioperative fluid management in CKD patients, as they support better acid–base balance and may reduce postoperative complications. Individual patient factors and electrolyte status should guide perioperative therapy decisions.

Keywords: acid–base balance, chronic kidney disease, metabolic acidosis, acid–base homeostasis

Abstrak

Penyakit ginjal kronik (*chronic kidney disease / CKD*) merupakan masalah kesehatan global yang ditandai dengan penurunan fungsi ginjal secara progresif serta gangguan regulasi asam–basa akibat berkurangnya ekskresi ion hidrogen dan terbatasnya regenerasi bikarbonat. Kondisi ini sering menyebabkan asidosis metabolik kronik yang berkontribusi terhadap progresivitas penyakit serta meningkatkan risiko perioperatif pada pasien yang menjalani pembedahan. Review naratif ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak pemilihan cairan intravena, khususnya larutan saline 0,9% dibandingkan dengan cairan kristaloid seimbang, terhadap keseimbangan asam–basa pada pasien CKD yang menjalani tindakan bedah. Analisis kritis dilakukan terhadap sepuluh artikel *peer reviewed* dari jurnal bereputasi, dengan fokus pada patofisiologi gangguan asam–basa pada CKD, efek biokimia cairan perioperatif, serta luaran klinis yang berkaitan dengan pemilihan cairan. Hasil telaah menunjukkan bahwa saline 0,9%, karena kandungan kloridanya yang tinggi, berhubungan dengan terjadinya asidosis metabolik hiperkloremik dan dapat memperburuk fungsi ginjal. Sebaliknya, cairan kristaloid seimbang mengandung buffer yang dapat dimetabolisme seperti laktat atau asetat, mempertahankan *strong ion difference* yang lebih fisiologis, meningkatkan stabilitas asam–basa, serta menurunkan risiko terjadinya *acute kidney injury*. Sebagai kesimpulan, cairan kristaloid seimbang lebih direkomendasikan dibandingkan saline dalam manajemen cairan perioperatif pada pasien CKD. Penggunaannya mendukung keseimbangan asam–basa yang lebih baik dan berpotensi mengurangi komplikasi pascaoperasi. Faktor individual pasien dan status elektrolit harus menjadi pertimbangan dalam menentukan terapi perioperatif.

Kata Kunci: keseimbangan asam-basa penyakit ginjal kronis, asidosis metabolik, homeostasis asam-basa

© 2026 Jurnal Pustaka Keperawatan

1. Pendahuluan

Penyakit ginjal kronik (*chronic kidney disease* / CKD) merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas secara global. Gangguan fungsi ginjal menyebabkan terganggunya regulasi keseimbangan cairan, elektrolit, dan homeostasis asam-basa. Dalam kondisi normal, ginjal mempertahankan pH darah melalui reabsorpsi bikarbonat, ekskresi ion hidrogen, serta produksi amonia. Namun, pada CKD, mekanisme tersebut mengalami gangguan sehingga pasien menjadi rentan terhadap asidosis metabolik kronik dan progresif [1].

Dalam konteks perioperatif, pasien CKD menghadapi tantangan yang lebih besar. Anestesi umum, trauma pembedahan, perdarahan, dan terapi cairan dapat secara signifikan memengaruhi keseimbangan asam-basa. Oleh karena itu, pemilihan jenis cairan intravena menjadi faktor yang sangat penting. Cairan saline 0,9% yang sering digunakan memiliki kandungan klorida yang tinggi sehingga dapat menyebabkan asidosis metabolik hiperkloremik. Sebaliknya, cairan kristaloid seimbang mengandung buffer fisiologis dan memiliki komposisi yang lebih mendekati plasma, sehingga dianggap sebagai alternatif yang lebih aman [2].

Artikel ini bertujuan untuk menyajikan review naratif berdasarkan literatur terkini mengenai keseimbangan asam-basa pada pasien CKD, dengan membandingkan efek penggunaan saline dan cairan kristaloid seimbang dalam manajemen perioperatif. Penyakit ginjal kronik merupakan masalah kesehatan global yang ditandai dengan penurunan fungsi ginjal secara bertahap dan irreversible, yang pada akhirnya dapat berkembang menjadi penyakit ginjal tahap akhir (*end-stage renal disease* / ESRD) sehingga memerlukan dialisis atau transplantasi ginjal [2]. Ginjal memiliki peran sentral dalam mempertahankan homeostasis melalui pengaturan keseimbangan cairan, elektrolit, dan asam-basa. Gangguan mekanisme regulasi tersebut menyebabkan berbagai kelainan metabolik, di mana ketidakseimbangan asam-basa merupakan salah satu yang paling bermakna secara klinis [3]. Seiring dengan penurunan fungsi ginjal, kemampuan ginjal untuk mengekskresikan asam dan mereabsorpsi bikarbonat semakin berkurang, sehingga memicu terjadinya asidosis metabolik [4].

Penyakit ginjal kronik (*chronic kidney disease* / CKD) merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas secara global. Gangguan fungsi ginjal menyebabkan terganggunya regulasi keseimbangan cairan, elektrolit, dan homeostasis asam-basa. Dalam kondisi normal, ginjal

mempertahankan pH darah melalui reabsorpsi bikarbonat, ekskresi ion hidrogen, serta produksi amonia. Namun, pada CKD, mekanisme tersebut mengalami gangguan sehingga pasien rentan mengalami asidosis metabolik kronik dan progresif [5].

Dalam konteks perioperatif, pasien CKD menghadapi tantangan yang lebih besar. Anestesi umum, trauma pembedahan, perdarahan, dan terapi cairan dapat secara signifikan memengaruhi keseimbangan asam-basa. Oleh karena itu, pemilihan jenis cairan intravena menjadi faktor yang sangat krusial. Cairan saline 0,9% yang umum digunakan memiliki kandungan klorida yang tinggi sehingga dapat menyebabkan asidosis metabolik hiperkloremik. Sebaliknya, cairan kristaloid seimbang mengandung buffer fisiologis dan memiliki komposisi yang lebih mendekati plasma, sehingga dianggap sebagai alternatif yang lebih aman [6].

Artikel ini bertujuan untuk menyajikan tinjauan naratif berdasarkan literatur terkini mengenai keseimbangan asam-basa pada pasien CKD, serta membandingkan efek penggunaan saline dan cairan kristaloid seimbang dalam manajemen perioperatif. Penyakit ginjal kronik merupakan gangguan progresif yang ditandai dengan penurunan fungsi ekskresi ginjal serta gangguan homeostasis cairan, elektrolit, dan asam-basa [7]. Dalam konteks perioperatif, disfungsi ini meningkatkan risiko komplikasi metabolik, terutama asidosis metabolik. Ketidakseimbangan asam-basa dapat memperburuk fungsi jantung, mengganggu perfusi jaringan, dan meningkatkan morbiditas pascaoperasi. Oleh karena itu, pemilihan jenis cairan intravena yang tepat sangat penting untuk mempertahankan keseimbangan fisiologis pasien.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain tinjauan naratif yang bertujuan untuk mengintegrasikan bukti ilmiah terbaru terkait keseimbangan asam basa pada pasien dengan penyakit ginjal kronis (PGK) dan implikasi klinis dari terapi cairan intravena dalam pengaturan perioperatif. Pencarian literatur komprehensif dilakukan melalui database jurnal internasional yang bereputasi, termasuk mdpi, plos one, wiley, dan pubmed, memilih artikel berdasarkan relevansinya dengan topik penelitian. Lima publikasi utama ditinjau secara kritis: sebuah studi dari *NMR dalam Biomedis* (2023) yang meneliti karakterisasi fibrosis ginjal dan perubahan viskoelastisitas jaringan pada model hewan PKO sebuah artikel dari *Jurnal Kedokteran Klinis* (2024) membahas patofisiologi fibrosis ginjal dan target terapi antifibrotik [8] publikasi yang mengembangkan model matematika yang

menggambarkan kesetimbangan bikarbonat dan CO₂ pada pasien hemodialisis [9] sebuah artikel dari *Nutrisi* menjelajahi dampak intervensi diet pada koreksi asidosis metabolik pada pasien PKO [3] dan studi yang menyelidiki hubungan antara anion gap yang dikoreksi albumin (ACAG) dan risiko cedera ginjal akut (AKI) pada pasien sakit kritis

[6] Semua studi terpilih dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi hubungan antara mekanisme patofisiologis ketidakseimbangan asam basa, efek terapi cairan, dan strategi klinis untuk menjaga stabilitas asam basa pada pasien penyakit ginjal kronis (PGK) selama periode perioperatif.

3. Hasil dan Pembahasan

Peran Ginjal dalam Regulasi Asam-Basa

Ginjal yang sehat menyerap kembali hampir 100% bikarbonat yang tersaring dan menghasilkan bikarbonat baru melalui sekresi ion hidrogen[4]. Pada PKO, kapasitas ini berkurang secara signifikan, yang menyebabkan akumulasi ion hidrogen dan penipisan cadangan buffer.

Dampak Asidosis Metabolik pada PKO

Asidosis metabolik kronis dikaitkan dengan peningkatan katabolisme otot, gangguan metabolisme tulang, resistensi insulin, dan fibrosis ginjal yang dipercepat [8] Koreksi asidosis melalui terapi alkali atau diet rendah asam dapat memperlambat perkembangan PKO [3]

Saline vs. Kristaloid Seimbang

Saline 0,9% meningkatkan risiko asidosis metabolik hiperkloremia dan dapat memperburuk fungsi ginjal perioperatif. Kristaloid seimbang mempertahankan perbedaan ion kuat (SID) yang lebih fisiologis, mengurangi risiko cedera ginjal akut (AKI) dan komplikasi metabolik.

Implikasi Klinis Perioperatif

Pasien PKO dengan asidosis yang tidak terkontrol memiliki risiko komplikasi yang lebih tinggi selama operasi. Dialisis pra operasi dengan larutan yang dibuffer bikarbonat direkomendasikan untuk akhir-penderita PKO stadium untuk mengoreksi asidosis sebelum intervensi bedah.

Patofisiologi Gangguan Asam Basa pada PGK

Pasien dengan penyakit ginjal kronis (PGK) mengalami penurunan kapasitas ginjal untuk mengeluarkan ion hidrogen (H⁺) dan menghasilkan

amonias. Akumulasi asam non-volatil menyebabkan asidosis metabolik kronis. Kondisi ini bersifat progresif dan memperburuk kerusakan ginjal melalui mekanisme yang melibatkan peradangan, stres oksidatif, dan fibrosis[8].

Efek Cairan Perioperatif pada Homeostasis Asam Basa

Salin 0,9%, dengan kandungan klorida yang tinggi, menurunkan perbedaan ion kuat plasma (SID), memicu asidosis metabolik hiperkloremia, dan dapat memperburuk ketidakseimbangan asam basa pada PGK. Sebaliknya, kristaloid seimbang mengandung buffer metabolik seperti laktat, asetat, atau malat, yang dimetabolisme menjadi bikarbonat, sehingga lebih fisiologis dalam menjaga pH darah [9]

4. Kesimpulan

Ketidakseimbangan asam basa merupakan masalah utama pada pasien dengan penyakit ginjal kronis (PGK), terutama dalam pengaturan perioperatif. Penggunaan salin 0,9% membawa risiko menginduksi asidosis metabolik hiperkloremia, sedangkan kristaloid seimbang lebih fisiologis dalam menjaga pH darah dan status asam basa. Oleh karena itu, kristaloid seimbang harus menjadi pilihan utama untuk penatalaksanaan cairan perioperatif pada pasien PGK, dengan tetap mempertimbangkan kondisi klinis, status elektrolit, dan kebutuhan individu. Pemantauan ketat, terapi alkali, dan dialisis pra operasi tetap penting untuk mengurangi risiko komplikasi dan meningkatkan hasil pasien.[10]

Daftar Rujukan

- [1] P. H. Imenez Silva and N. Mohebbi, "Kidney metabolism and acid-base control: back to the basics," *Pflugers Arch. Eur. J. Physiol.*, vol. 474, no. 8, pp. 919–934, 2022, doi: 10.1007/s00424-022-02696-6.
- [2] F. Di Mario *et al.*, "Simplified regional citrate anticoagulation protocol for CVVH, CVVHDF and SLED focused on the prevention of KRT-related hypophosphatemia while optimizing acid-base balance," *Nephrol. Dial. Transplant.*, vol. 38, no. 10, pp. 2298–2309, 2023, doi: 10.1093/ndt/gfad068.
- [3] R. Siener, "Dietary treatment of metabolic acidosis in chronic kidney disease," *Nutrients*, vol. 10, no. 4, 2018, doi: 10.3390/nu10040512.
- [4] K. Esmeray, O. S. Dizdar, S. Erdem, and A. I. Gunal, "Effect of strict volume control on renal progression and mortality in non-dialysis-dependent chronic kidney disease patients: A prospective interventional study," *Med. Princ. Pract.*, vol. 27, no. 5, pp. 420–427, 2018, doi: 10.1159/000493268.
- [5] H. J. Kim *et al.*, "Metabolic acidosis is associated with pulse wave velocity in chronic kidney disease: Results from the KNOW-CKD Study," *Sci. Rep.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2019, doi: 10.1038/s41598-019-52499-6.
- [6] J. Bian *et al.*, "The association between Albumin-Corrected Anion Gap (ACAG) and the risk of acute kidney injury in patients with acute pancreatitis: A retrospective analysis based on the MIMIC-IV

- database,” *PLoS One*, vol. 20, no. 8 August, pp. 1–13, 2025, doi: 10.1371/journal.pone.0330458.
- [7] L. A. Dahabiyeh *et al.*, “Metabolomics profiling distinctively identified end-stage renal disease patients from chronic kidney disease patients,” *Sci. Rep.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–11, 2023, doi: 10.1038/s41598-023-33377-8.
- [8] A. B. Reiss, B. Jacob, A. Zubair, A. Srivastava, M. Johnson, and J. De Leon, “Fibrosis in Chronic Kidney Disease: Pathophysiology and Therapeutic Targets,” *J. Clin. Med.*, vol. 13, no. 7, 2024, doi: 10.3390/jcm13071881.
- [9] M. Pietribiasi, J. Waniewski, and J. K. Leypoldt, “Mathematical modelling of bicarbonate supplementation and acid-base chemistry in kidney failure patients on hemodialysis,” *PLoS One*, vol. 18, no. 2 February, pp. 1–19, 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0282104.
- [10] M. Fontecha-Barriuso *et al.*, “Targeting epigenetic DNA and histone modifications to treat kidney disease,” *Nephrol. Dial. Transplant.*, vol. 33, no. 11, pp. 1875–1886, 2018, doi: 10.1093/ndt/gfy009.