

Online: <https://jurnal.fk.uisu.ac.id/index.php/ibnusina>

Ibnu Sina: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan-Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara

ISSN 1411-9986 (Print) | ISSN 2614-2996 (Online)



Artikel Penelitian

HUBUNGAN DURASI KOMPLEKS QRS DENGAN KADAR NATRIUM DAN KALIUM PASIEN HEMODIALISIS

RELATIONSHIP BETWEEN QRS COMPLEX DURATION WITH SODIUM AND POTASSIUM LEVELS IN HEMODIALYSIS PATIENTS

Hendra Wana Nur'amin^{a*}, Andhita Apriliana^b, Farhanaqilah Mazaya^b, Hijratun Nisa^b

^aDepartemen Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia/RSUD Ulin, Banjarmasin, Indonesia

^bMahasiswa Program Studi Kedokteran Program Sarjana, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia

Histori Artikel

Diterima:
28 Juni 2025

Revisi:
15 Juli 2025

Terbit:
16 Juli 2025

Kata Kunci

Durasi kompleks
QRS, natrium,
kalium, hemodialisis

Keywords

QRS complex
duration, sodium,
potassium,
hemodialysis

*Korespondensi

Tel. 0821 5145 8481
Email:
hendranuramin
@ulm.ac.id

ABSTRAK

Durasi kompleks QRS pada elektrokardiogram (EKG) mencerminkan kecepatan depolarisasi ventrikel dan dapat memanjang pada kondisi patologis seperti gangguan konduksi intraventrikular. Pasien penyakit ginjal kronik stadium akhir (PGK5D) yang menjalani hemodialisis memiliki risiko tinggi terhadap kelainan elektrolit dan komplikasi kardiovaskular. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara durasi kompleks QRS dengan kadar natrium dan kalium pada pasien hemodialisis di RSUD Ulin Banjarmasin. Studi observasional ini melibatkan 304 pasien dengan data EKG dan elektrolit lengkap. Hasil menunjukkan 25 pasien (8,2%) memiliki durasi QRS ≥ 120 ms. Pasien dengan QRS memanjang memiliki usia lebih tua ($p = 0,013$) dan kadar kalium lebih tinggi (median 5,5 mEq/L, $p < 0,001$). Uji regresi logistik menunjukkan peningkatan risiko hiperkalemia lebih dari 5 kali (*Prevalence odds ratio* (POR) 5,63; IK 95%: 2,42–13,14) pada pasien dengan QRS ≥ 120 ms. Tidak ditemukan perbedaan bermakna kadar natrium ($p = 0,29$), meskipun cenderung lebih rendah pada kelompok dengan QRS memanjang. Temuan ini menegaskan pentingnya pemantauan EKG dan kadar elektrolit secara berkala sebagai skrining awal gangguan konduksi jantung pada pasien hemodialisis.

ABSTRACT

The QRS complex duration on the electrocardiogram (ECG) reflects the rate of ventricular depolarization and can be prolonged in pathological conditions such as intraventricular conduction disorders. End-stage chronic kidney disease (CKD) patients undergoing hemodialysis have a high risk of electrolyte abnormalities and cardiovascular complications. This study aimed to analyze the relationship between the duration of the QRS complex and sodium and potassium levels in hemodialysis patients at Ulin Banjarmasin Hospital. This observational study involved 304 patients with complete ECG and electrolyte data. The results showed that 25 patients (8.2%) had a QRS duration ≥ 120 ms. Patients with prolonged QRS intervals were older ($p = 0.013$) and had higher potassium levels (median, 5.5 mEq/L; $p < 0.001$). Logistic regression analysis revealed a more than 5-fold increased risk of hyperkalemia (prevalence odds ratio (POR) 5.63; 95% CI: 2.42–13.14) in patients with a QRS duration exceeding 120 ms. There was no significant difference in sodium levels ($p = 0.29$), although it tended to be lower in the group with prolonged QRS. This study suggested the importance of regular ECG and electrolyte monitoring as early screening for cardiac conduction disorders in hemodialysis patients.

DOI: <https://doi.org/10.30743/ibnusina.v24i2.973>

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

PENDAHULUAN

Kompleks QRS merupakan salah satu komponen utama pada elektrokardiogram (EKG) yang mencerminkan depolarisasi ventrikel jantung.^{1,2} Perpanjangan durasi QRS (≥ 120 ms) merupakan indikator abnormalitas konduksi intraventrikular, yang berpotensi mencerminkan gangguan struktural atau fungsional jantung, termasuk gangguan elektrolit.³ Pemanjangan durasi QRS (>120 ms) mengakibatkan adanya gangguan konduksi intraventrikular, hipertrofi ventrikel kiri, atau fibrosis miokardial, dan telah terbukti menjadi prediktor independen terhadap gagal jantung dan kematian jantung mendadak.^{1,4} Pasien dengan penyakit ginjal kronik stadium akhir yang menjalani hemodialisis menghadapi risiko lebih tinggi terhadap komplikasi kardiovaskular dan gangguan elektrolit yang menjadi penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada kelompok ini.^{5,6}

Kadar natrium (Na^+) dan kalium (K^+) pada serum pasien hemodialisis cenderung berfluktuasi secara signifikan sebelum dan sesudah dialisis akibat perpindahan cairan dan elektrolit. Ketidakseimbangan elektrolit ini berperan penting dalam aktivitas listrik jantung dan dapat berpengaruh langsung terhadap durasi kompleks QRS.^{7,8} Hiperkalemia (kalium $>5,5$ mEq/L) merupakan gangguan elektrolit yang paling sering ditemukan pada pasien gagal ginjal kronik yang menjalani hemodialisis.^{9,10} Hiperkalemia, yang sering terjadi pada pasien gagal ginjal, diketahui dapat memperlebar kompleks QRS, menurunkan amplitudo gelombang P, serta memicu aritmia ventrikular yang berbahaya.⁸ Fluktuasi kadar kalium tidak

hanya terjadi selama dialisis, tetapi juga antar sesi dialisis. Variabilitas kalium harian, terutama pada pasien dengan asupan tinggi kalium atau penggunaan penghambat RAAS, berkontribusi pada instabilitas elektrik ventrikular, termasuk pelebaran QRS, QTc, dan risiko aritmia.⁹

Hiponatremia kronik juga terkait dengan disfungsi miokard dan penurunan respons sel miokardial terhadap impuls listrik, yang secara tidak langsung dapat memengaruhi durasi QRS.¹¹ Perubahan kadar natrium tidak secara langsung juga menyebabkan perubahan konduksi listrik jantung, namun kondisi hiponatremia yang berat dapat memengaruhi stabilitas membran dan memperpanjang repolarisasi ventrikel. Kadar natrium selama hemodialisis berasosiasi dengan variabilitas QRS, terutama pada pasien dengan gangguan fungsi ventrikel kiri.^{7,12,13}

Studi menunjukkan bahwa variasi elektrolit serum, khususnya kadar kalium, dapat memodifikasi hasil EKG secara signifikan pada pasien hemodialisis, bahkan dalam satu sesi dialisis. Selain itu, perubahan kadar natrium yang tidak dikontrol dengan baik dapat memperparah kondisi kardiovaskular melalui efek osmotik dan pengaruhnya terhadap tonus vaskular dan tekanan darah.^{7,8,11} Pemeriksaan EKG merupakan pemeriksaan non invasif yang dapat dilakukan dengan mudah,¹⁴ sedangkan pemeriksaan kadar natrium dan kalium merupakan pemeriksaan relatif invasif, memerlukan sumber daya dan biaya lebih tinggi serta waktu pemeriksaan yang lebih panjang.^{15,16} Kompleks QRS ini diharapkan dapat digunakan sebagai prediktor gangguan kadar elektrolit, gangguan irama jantung, prediksi risiko

morbiditas dan mortalitas kardiovaskular, pemantauan rutin, serta optimalisasi terapi pada pasien yang menjalani terapi hemodialisis.¹⁷⁻

¹⁹ Data mengenai hubungan durasi QRS dengan kadar natrium dan kalium pada pasien hemodialisis di Indonesia masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk memperkaya literatur lokal dan sebagai basis skrining kardiovaskular di populasi ini. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara durasi QRS dengan kadar natrium dan kalium pada pasien hemodialisis.

METODE

Penelitian ini merupakan studi observasional dengan pendekatan *cross-sectional* untuk mengetahui hubungan antara durasi kompleks QRS pada kadar natrium dan kalium pasien hemodialisis yang dirawat di RSUD Ulin Banjarmasin tahun 2024. Populasi dalam penelitian ini adalah data rekam medis pasien saat di instalasi gawat darurat yang menjalani hemodialisis.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah subjek berusia 18-65 tahun yang masuk IGD dan menjalani hemodialisis di RSUD Ulin Banjarmasin, dilakukan pemeriksaan EKG pada saat awal masuk di IGD, memiliki data lengkap hasil EKG 12-lead dan hasil pemeriksaan kadar kalium, dan natrium, memiliki data karakteristik pasien (nama, usia, jenis kelamin, komorbid). Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah wanita hamil, pasien dengan alat pacu jantung, dan pasien yang tidak dapat dipasang EKG. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan metode *non probability sampling* dengan jenis *total sampling* yang memenuhi

kriteria inklusi dan kriteria eksklusi sehingga diperoleh jumlah sampel sebanyak 304 sampel. Data durasi QRS didapatkan secara otomatis dari alat EKG Philips® PageWriter TC50 *Electrocardiograph ECG Machine* yang ada di IGD dengan satuan milidetik (ms). Data kadar natrium dan kalium diambil dari rekam medis hasil laboratorium pada saat di IGD dengan satuan mEq/L. Variabel independen dalam penelitian ini adalah durasi kompleks QRS dengan variabel dependen adalah kadar natrium dan kalium.

Data yang dikumpulkan ditabulasi. Data deskriptif pasien disajikan dalam bentuk tabel dan persentase yang mencakup data karakteristik pasien. Durasi kompleks QRS dikategorikan menjadi durasi >120 ms vs ≤ 120 ms,⁴ kadar kalium dibagi menjadi kalium $\geq 5,5$ mEq/L vs $< 5,5$ mEq/L,⁹ dan natrium < 135 mEq/L vs ≥ 135 mEq/L.¹³ Uji normalitas dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk sebelum analisis komparatif. Analisis bivariat variabel kategorik menggunakan *chi-square* dilakukan untuk melihat perbedaan karakteristik subjek. Analisis bivariat variabel numerik untuk melihat perbedaan menggunakan uji T independen jika data terdistribusi normal atau menggunakan Mann-Whitney U jika data tidak terdistribusi normal. Analisis bivariat menggunakan regresi logistik dilakukan untuk menentukan rasio peluang prevalensi (*prevalence odds ratio* atau POR) hubungan antara durasi kompleks QRS dengan kadar kalium dan natrium dengan interval kepercayaan 95% (IK 95%). Penelitian ini telah memperoleh surat keterangan layak etik dari Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan

Universitas Lambung Mangkurat dengan
Nomor: 037/KEPK-FKIK ULM/EC/VI/2025.

HASIL

Data rekam medis subjek dikumpulkan pada periode 2024 dan diperoleh 304 subjek yang terdiri dari 25 subjek dengan durasi QRS >120 ms dan 279 subjek dengan durasi QRS

<120 ms. Karakteristik dasar subjek dapat dilihat pada tabel 1.

Pada studi ini dilakukan analisis bivariat menggunakan regresi logistik dilakukan untuk mengetahui hubungan antara durasi kompleks QRS dengan kadar kalium dan natrium yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik Dasar Subjek

	Durasi QRS >120 ms (n = 25)	Durasi QRS <120 ms (n = 279)	p
Jenis Kelamin (Laki-laki)	12	135	0,97
Umur	59 (40-78) tahun	54 (18-84) tahun	0,01
Berat badan	57.5 (40-100) kg	55 (30-115) kg	0,36
Tinggi badan	160 (150-175) cm	158 (140-185) cm	0,59
Indeks massa tubuh	22.83 (17,58-35,56) kg/m ²	22.04 (11,72-44,92)	0,60
Komorbid			
Diabetes mellitus	9	133	0,26
Hipertensi	20	233	0,65
Gagal Jantung	18	149	0,07
Pneumonia	4	73	0,67
Natrium (mEq/L)	133 (115-143)	136 (102-163)	0,13
Kalium (mEq/L)	5,5 (2,8-9,7)	4,15 (1,9-8,6)	<0,001

Tabel 2. Hubungan antara durasi kompleks QRS dengan kadar natrium dan kalium

		Durasi QRS >120 ms (n = 25)	Durasi QRS <120 ms (n = 279)	p	POR (IK 95%)
Natrium	<135 mEq/L	2	10	0,29	2,34 (0,48-11,32)
	≥135 mEq/L	23	269		
Kalium	≥5,5 mEq/L	13	45	<0,001	5,63 (2,42-13,14)
	<5,5 mEq/L	12	234		

Analisis bivariat menggunakan regresi logistik dilakukan untuk mengetahui hubungan antara durasi kompleks QRS dengan kadar kalium dan natrium. Uji regresi logistik bivariate pada tabel 2 menunjukkan bahwa tidak ada hubungan signifikan antara durasi kompleks QRS dengan kadar natrium pasien hemodialisis (POR 2,34 IK 95% 0,48-11,32, p = 0,53). Terdapat hubungan signifikan antara durasi kompleks QRS dengan kadar kalium pasien hemodialisis (POR 5,63 IK 95% 2,42-13,14, p<0,001).

DISKUSI

Penyakit ginjal kronik stadium akhir yang memerlukan hemodialisis menimbulkan beban klinis dan ekonomi yang besar, utamanya karena komplikasi kardiovaskular yang mendominasi angka mortalitas.^{20,21} Di antara manifestasi klinis kardiovaskular, gangguan sistem konduksi jantung menjadi salah satu aspek yang kerap terabaikan, padahal dapat dideteksi secara non-invasif melalui pemeriksaan elektrokardiografi (EKG). Salah satu parameter penting dalam EKG adalah durasi kompleks QRS, yang

merefleksikan depolarisasi ventrikel.²² Dalam kondisi fisiologis, durasi QRS berkisar antara 80–100 ms. Durasi yang memanjang, terutama ≥ 120 ms, mengindikasikan adanya gangguan konduksi intraventrikular seperti *bundle branch block*, hipertrofi ventrikel kiri, atau fibrosis miokardial. Pemanjangan ini telah terbukti sebagai prediktor independen terhadap kejadian aritmia ventrikular, gagal jantung, hingga mortalitas jantung mendadak.^{1,4} Pada pasien hemodialisis, durasi kompleks QRS dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk usia, status elektrolit (terutama kalium dan natrium), serta komorbid yang menyertai.^{23–26} Penelitian ini melakukan analisis hubungan antara durasi QRS dengan kadar natrium dan kalium berdasarkan data observasi pada 304 subjek pasien hemodialisis.

Durasi kompleks QRS adalah parameter EKG yang menggambarkan waktu yang diperlukan untuk depolarisasi seluruh ventrikel. Durasi yang memanjang sering kali mencerminkan adanya keterlambatan atau blok pada sistem His-Purkinje, yang dapat menyebabkan *dyssynchrony* ventrikular. *Dyssynchrony* ini menurunkan efisiensi kontraksi ventrikel dan berdampak pada penurunan curah jantung.^{25,27} Dalam penelitian ini, sebanyak 25 pasien (8,2%) memiliki durasi QRS ≥ 120 ms, sementara 279 pasien (91,8%) memiliki durasi < 120 ms. Persentase ini mirip dengan laporan epidemiologi sebelumnya bahwa sekitar 10% pasien dialisis mengalami pemanjangan QRS.²⁸ Signifikansi klinis dari pemanjangan QRS telah dikonfirmasi oleh sejumlah studi kohort. Pasien dengan QRS ≥ 120 ms memiliki risiko lebih tinggi mengalami gagal

jantung terminal dan kematian dibanding pasien dengan QRS normal. Bahkan setelah penyesuaian terhadap usia dan fraksi ejeksi, durasi QRS tetap menjadi prediktor kuat.^{29,30} Data menunjukkan bahwa pasien dengan QRS ≥ 120 ms memiliki median usia 59 tahun, sedangkan kelompok QRS < 120 ms memiliki median 54 tahun, dengan nilai $p = 0,013$. Ini menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik. Secara fisiologis, usia lanjut menyebabkan degenerasi sistem konduksi listrik jantung, peningkatan fibrosis interstisial, serta penurunan kerapatan koneksi *gap junction*.^{31,32} Studi menunjukkan bahwa perubahan struktur jantung akibat penuaan terjadi secara progresif bahkan sejak dekade keempat kehidupan. Hal ini berdampak langsung pada keterlambatan transmisi impuls dari AV node menuju jaringan ventrikel. Sebagai hasilnya, EKG menunjukkan pelebaran QRS yang meningkat seiring usia.^{32,33} Penelitian menegaskan bahwa usia di atas 65 tahun berkorelasi signifikan dengan durasi QRS ≥ 120 ms, terutama pada pasien dengan hipertrofi ventrikel kiri.³⁴ Ini menegaskan bahwa usia adalah variabel penting dalam memprediksi risiko gangguan konduksi jantung, terlebih lagi pada populasi dialisis yang cenderung menua.^{35,36}

Data menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan pada indeks massa tubuh (IMT), berat badan, dan tinggi badan antara kelompok dengan dan tanpa pemanjangan QRS. Temuan ini menandakan bahwa parameter antropometrik kemungkinan tidak berkaitan langsung dengan perubahan konduksi ventrikular pada pasien hemodialisis. Namun, status gizi tetap menjadi aspek penting dalam

perjalanan klinis pasien hemodialisis. IMT rendah sering kali menjadi indikator malnutrisi-inflamasi, yang dapat memperburuk remodeling jantung. Sebaliknya, obesitas juga berhubungan dengan hipertrofi ventrikel kiri.³⁷ Studi lain menyatakan bahwa IMT ekstrem (baik rendah maupun tinggi) berkorelasi dengan gangguan konduksi jantung, meskipun mekanisme pastinya masih dalam penelitian.^{37,38}

Komorbid seperti diabetes mellitus (DM), hipertensi, dan pneumonia tidak menunjukkan perbedaan bermakna antar kelompok QRS. Namun, komorbid gagal jantung cenderung lebih tinggi pada kelompok dengan QRS ≥ 120 ms (18 pasien), walau $p = 0,073$. Durasi QRS yang memanjang merupakan salah satu parameter dalam diagnosis disfungsi sistolik ventrikel kiri dan telah digunakan dalam algoritma terapi resinkronisasi jantung.^{29,39,40} Pasien gagal jantung dengan QRS ≥ 120 ms memiliki penurunan fungsi ejeksi ventrikel yang signifikan dan lebih rentan terhadap rehospitalisasi.^{29,41} Pasien hemodialisis sangat rentan mengalami gagal jantung akibat overload volume cairan, anemia, dan hipertrofi ventrikel. Oleh karena itu, keberadaan durasi QRS yang memanjang pada populasi ini harus menjadi indikator awal pemeriksaan echocardiography lanjutan.^{19,42} Pneumonia ditemukan pada 4 pasien di kelompok QRS ≥ 120 ms dan 73 pasien di kelompok QRS < 120 ms, tanpa perbedaan signifikan ($p = 0,667$). Meskipun pneumonia tidak secara langsung memengaruhi durasi QRS, infeksi sistemik dapat memicu stres metabolik dan elektrolit yang berujung pada instabilitas listrik jantung.⁴³ Pada pasien dengan gagal ginjal, infeksi saluran pernapasan seperti

pneumonia sering disertai gangguan volume cairan dan asidosis metabolik, yang keduanya dapat memperparah disfungsi miokard.⁴⁴ Pasien pneumonia dengan riwayat gagal jantung atau gangguan konduksi lebih berisiko mengalami kejadian aritmia saat rawat inap.⁴⁵

Kadar natrium tidak menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik ($p = 0,121$), kelompok dengan QRS memanjang memiliki kadar natrium yang cenderung lebih rendah. Hiponatremia dapat menyebabkan edema seluler, termasuk pada miokard, yang berpotensi mengganggu transmisi impuls listrik secara tidak langsung.^{23,46} Studi menunjukkan bahwa kadar natrium < 135 mEq/L berkorelasi dengan peningkatan hospitalisasi dan kematian akibat dekompensasi jantung.⁴⁷ Penelitian lain pada populasi pasien dialisis menunjukkan bahwa hiponatremia kronis menyebabkan aktivasi neurohormonal berlebih yang dapat mempercepat progresivitas gagal jantung dan remodeling ventrikel.^{46,48} Walaupun natrium tidak secara langsung mempengaruhi kecepatan konduksi seperti kalium, penting untuk tetap mengawasi keseimbangan natrium cairan tubuh karena efeknya terhadap homeostasis elektrolit secara umum dan kestabilan jantung.^{23,48}

Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada kadar kalium antara kedua kelompok ($p < 0,001$), di mana kelompok dengan QRS ≥ 120 ms memiliki kadar kalium lebih tinggi (median 5,5 mEq/L). Uji regresi logistik menunjukkan bahwa rasio peluang prevalensi terjadinya hiperkalemia meningkat > 5 kali pada durasi kompleks QRS > 120 ms. Hiperkalemia adalah gangguan elektrolit paling umum pada pasien hemodialisis dan merupakan

penyebab utama perubahan EKG, termasuk pelebaran QRS, gelombang T runcing, hilangnya gelombang P, dan potensi munculnya pola sinusoidal (*sine wave pattern*).^{8,49} Peningkatan kadar kalium di atas 5.5 mEq/L menyebabkan perlambatan fase 0 dari depolarisasi ventrikular, memperlambat kecepatan konduksi, dan menginduksi pelebaran kompleks QRS.^{3,49} Studi lain juga mengungkapkan bahwa pasien dengan hiperkalemia memiliki kemungkinan sangat besar mengalami pelebaran kompleks QRS dibandingkan pasien dengan kalium normal.^{9,49} Dalam praktik klinis, fluktuasi kalium sering terjadi sebelum dan sesudah dialisis. Perubahan mendadak ini dapat mencetuskan aritmia fatal bila tidak dimonitor secara ketat. Oleh karena itu, rekomendasi terbaru dari *Kidney Disease: Improving Global Outcomes* (KDIGO) menekankan pentingnya pemantauan kadar kalium pre-dialisis sebagai bagian dari protokol rutin.^{16,50}

Dari hasil statistik yang tersedia, faktor usia dan kadar kalium menunjukkan perbedaan bermakna terhadap durasi kompleks QRS. Keduanya juga didukung oleh banyak literatur sebagai faktor penentu utama gangguan konduksi ventrikular. Usia tua memperbesar risiko fibrosis dan degenerasi jaringan konduktif,^{32,33} sedangkan hiperkalemia akut maupun kronis secara langsung memperlambat transmisi impuls.⁹ Komorbid gagal jantung, meskipun tidak signifikan secara statistik, tetap menunjukkan tren klinis yang kuat.²⁹ Kadar natrium yang sedikit lebih rendah juga sejalan dengan literatur yang menyebutkan bahwa hiponatremia memperburuk status volume dan neurohormonal pasien.⁴⁶ Studi ini menguatkan

bahwa pemeriksaan EKG sederhana yang dilakukan secara berkala dapat menjadi alat skrining awal dalam mendeteksi risiko kardiovaskular laten pada pasien dialisis.¹⁷⁻¹⁹

Temuan pada studi ini memiliki beberapa implikasi praktis di antaranya adalah pasien dengan durasi QRS memanjang perlu mendapat evaluasi kardiologi lebih lanjut, termasuk ekokardiografi.⁵¹ Sebaiknya kalium dimonitor secara ketat sebelum dan sesudah dialisis untuk mencegah aritmia yang dipicu hiperkalemia, edukasi pasien mengenai diet rendah kalium dan deteksi dini gejala hiperkalemia sangat penting.^{50,52} Meskipun natrium tidak bermakna secara statistik, hiponatremia tetap harus dihindari untuk menjaga keseimbangan neurohormonal.^{12,53} Studi ini juga mendorong dilakukannya integrasi data EKG ke dalam sistem evaluasi rutin di unit dialisis.¹⁴

Terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini yang sulit untuk dikendalikan yaitu studi desain potong lintang (*cross-sectional*) tidak dapat menilai hubungan sebab-akibat secara langsung, tidak dilakukan stratifikasi berdasarkan status jantung sebelumnya, seperti LVEF atau riwayat aritmia, tidak semua variabel biokimia (seperti magnesium atau kalsium) dianalisis, padahal dapat memengaruhi durasi kompleks QRS. Studi longitudinal dengan desain kohort serta integrasi data ekokardiografi diharapkan dapat menyempurnakan studi ini di masa depan.

KESIMPULAN

Durasi kompleks QRS yang memanjang (≥ 120 ms) pada pasien hemodialisis memiliki rasio peluang prevalensi terjadinya hiperkalemia

meningkat >5 kali. Pemantauan EKG dan kadar elektrolit secara berkala diperlukan pada pasien dengan risiko tinggi seperti hemodialisis. Studi ini mendukung integrasi pemeriksaan EKG ke dalam penilaian rutin pasien hemodialisis untuk mendeteksi dini gangguan konduksi ventrikular dan mencegah komplikasi fatal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada subjek penelitian dan RSUD Ulin Banjarmasin sebagai sumber pengumpulan data penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

1. Kotsialou Z, Makris N, Gall S. Fundamentals of the electrocardiogram and common cardiac arrhythmias. *Anaesth Intensive Care Med*. 2024;25(3):219-222. doi:10.1016/j.mpaic.2023.11.014
2. Blondeel M, Robyns T, Willems R, Vandenberg B. Ventricular Depolarization Abnormalities and Their Role in Cardiac Risk Stratification — A Narrative Review. *Rev Cardiovasc Med*. 2025;26(1). doi:10.31083/RCM25921
3. Teymouri N, Mesbah S, Navabian SMH, et al. ECG frequency changes in potassium disorders: a narrative review. *Am J Cardiovasc Dis*. 2022;12(3):112-124. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35873184>
4. Calò L, Lanza O, Crescenzi C, et al. The value of the 12-lead electrocardiogram in the prediction of sudden cardiac death. *Eur Heart J Suppl*. 2023;25(Suppl C):C218-C226. doi:10.1093/eurheartjsupp/suad023
5. Jankowski J, Floege J, Fliser D, Böhm M, Marx N. Cardiovascular Disease in Chronic Kidney Disease. *Circulation*. 2021;143(11):1157-1172. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.120.050686
6. Warrens H, Banerjee D, Herzog CA. Cardiovascular Complications of Chronic Kidney Disease: An Introduction. *Eur Cardiol*. 2022;17:e13. doi:10.15420/ecr.2021.54
7. Pirklbauer M. Hemodialysis treatment in patients with severe electrolyte disorders: Management of hyperkalemia and hyponatremia. *Hemodial Int*. 2020;24(3):282-289. doi:10.1111/hdi.12845
8. Sarnowski A, Gama RM, Dawson A, Mason H, Banerjee D. Hyperkalemia in Chronic Kidney Disease: Links, Risks and Management. *Int J Nephrol Renovasc Dis*. 2022;15:215-228. doi:10.2147/IJNRD.S326464
9. Rafique Z, Hoang B, Mesbah H, et al. Hyperkalemia and Electrocardiogram Manifestations in End-Stage Renal Disease. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(23). doi:10.3390/ijerph192316140
10. Dickson ME, Sigmund CD, Dickson ME, Sigmund CD. Revisiting Angiotensinogen. Published online 2006. doi:10.1161/01.HYP.0000227932.13687.60
11. Timofte D, Tanasescu MD, Balcangiu-Stroescu AE, et al. Dyselectrolytemia-management and implications in hemodialysis (Review). *Exp Ther Med*. 2021;21(1):102. doi:10.3892/etm.2020.9534
12. Şorodoc V, Asaftei A, Puha G, et al. Management of Hyponatremia in Heart Failure: Practical Considerations. *J Pers Med*. 2023;13(1):140. doi:10.3390/jpm13010140
13. Qasem A, Rabbani SA, Kurian MT, Sridhar SB. Management of severe hyponatremia in a chronic kidney disease patient; a case report. *J Nephropharmacology*. 2024;13(2). doi:10.34172/npj.2024.11674
14. Poulikakos D, Malik M. Challenges of ECG monitoring and ECG interpretation in dialysis units. *J Electrocardiol*. 2016;49(6):855-859. doi:10.1016/j.jelectrocard.2016.07.019
15. Zou S, Zhang Q, Gao S, Luo M, Gan X, Liang K. Electrocardiogram

- manifestations of hyponatraemia. *Cardiovasc J Afr.* 2022;33(2):61-62. doi:10.5830/CVJA-2021-036
16. Lindner G, Burdmann EA, Clase CM, et al. Acute hyperkalemia in the emergency department: a summary from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes conference. *Eur J Emerg Med.* 2020;27(5):329-337. doi:10.1097/MEJ.0000000000000691
17. Savelieva I, Fumagalli S, Kenny RA, et al. EHRA expert consensus document on the management of arrhythmias in frailty syndrome, endorsed by the Heart Rhythm Society (HRS), Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), Latin America Heart Rhythm Society (LAHRS), and Cardiac Arrhythmia Society of South. *Europace.* 2023;25(4):1249-1276. doi:10.1093/europace/euac123
18. Nielsen JC, Lin YJ, de Oliveira Figueiredo MJ, et al. European Heart Rhythm Association (EHRA)/Heart Rhythm Society (HRS)/Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS)/Latin American Heart Rhythm Society (LAHRS) expert consensus on risk assessment in cardiac arrhythmias: use the right tool for the right outcome. *J arrhythmia.* 2020;36(4):553-607. doi:10.1002/joa3.12338
19. Echefu G, Stowe I, Burka S, Basu-Ray I, Kumbala D. Pathophysiological concepts and screening of cardiovascular disease in dialysis patients. *Front Nephrol.* 2023;3. doi:10.3389/fneph.2023.1198560
20. Caturano A, Galiero R, Rocco M, et al. The Dual Burden: Exploring Cardiovascular Complications in Chronic Kidney Disease. *Biomolecules.* 2024;14(11):1393. doi:10.3390/biom14111393
21. Yadav R, Abubakar AK, Mishra R, et al. Exploring the Interplay Between Kidney Dysfunction and Cardiovascular Disease. *Med Sci.* 2025;13(2):80. doi:10.3390/medsci13020080
22. Moreno-Sánchez PA, García-Isla G, Corino VDA, et al. ECG-based data-driven solutions for diagnosis and prognosis of cardiovascular diseases: A systematic review. *Comput Biol Med.* 2024;172:108235. doi:10.1016/j.compbimed.2024.108235
23. İyigün U, Hüzmeli C. Electrocardiogram Changes in Patients with Hyponatremia: A Retrospective Study. *Int J Cardiovasc Acad.* 2025;11(1):15-22. doi:10.4274/ijca.2025.43433
24. Clase CM, Carrero JJ, Ellison DH, et al. Potassium homeostasis and management of dyskalemia in kidney diseases: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference. *Kidney Int.* 2020;97(1):42-61. doi:10.1016/j.kint.2019.09.018
25. Ajam F, Akoluk A, Alrefae A, et al. Prevalence of abnormalities in electrocardiogram conduction in dialysis patients: a comparative study. *Brazilian J Nephrol.* 2020;42(4):448-453. doi:10.1590/2175-8239-jbn-2020-0018
26. Jebali H, Ghabi H, Mami I, et al. Evaluation of electrocardiographic findings before and after hemodialysis session. *Saudi J Kidney Dis Transplant.* 2020;31(3):639. doi:10.4103/1319-2442.289450
27. Bressi E, Grieco D, Čurila K, et al. Pacing of the specialized His–Purkinje conduction system: ‘back to the future.’ *Eur Hear J Suppl.* 2023;25(Supplement_C):C234-C241. doi:10.1093/eurheartjsupp/suad047
28. Sacher F, Jesel L, Borni-Duval C, et al. Cardiac Rhythm Disturbances in Hemodialysis Patients. *JACC Clin Electrophysiol.* 2018;4(3):397-408. doi:10.1016/j.jacep.2017.08.002
29. Lund LH, Jurga J, Edner M, et al. Prevalence, correlates, and prognostic significance of QRS prolongation in heart failure with reduced and preserved ejection fraction. *Eur Heart J.* 2013;34(7):529-539. doi:10.1093/eurheartj/ehs305
30. Kashani A, Barold SS. Significance of QRS Complex Duration in Patients With Heart Failure. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46(12):2183-2192. doi:10.1016/j.jacc.2005.01.071
31. Saravanan P, Davidson NC. Risk

- Assessment for Sudden Cardiac Death in Dialysis Patients. *Circ Arrhythmia Electrophysiol.* 2010;3(5):553-559. doi:10.1161/CIRCEP.110.937888
32. Spadaccio C, Rainer A, Mozetic P, et al. The role of extracellular matrix in age-related conduction disorders: a forgotten player? *J Geriatr Cardiol.* 2015;12(1):76-82. doi:10.11909/j.issn.1671-5411.2015.01.009
 33. Fleg JL, Strait J. Age-associated changes in cardiovascular structure and function: a fertile milieu for future disease. *Heart Fail Rev.* 2012;17(4-5):545-554. doi:10.1007/s10741-011-9270-2
 34. Leigh JA, O'Neal WT, Soliman EZ. Electrocardiographic Left Ventricular Hypertrophy as a Predictor of Cardiovascular Disease Independent of Left Ventricular Anatomy in Subjects Aged ≥ 65 Years. *Am J Cardiol.* 2016;117(11):1831-1835. doi:10.1016/j.amjcard.2016.03.020
 35. Díez-Villanueva P, Jiménez-Méndez C, Bonanad C, et al. Risk Factors and Cardiovascular Disease in the Elderly. *Rev Cardiovasc Med.* 2022;23(6):188. doi:10.31083/j.rcm2306188
 36. Lee HJ, Son YJ. Prevalence and associated factors of frailty and mortality in patients with end-stage renal disease undergoing hemodialysis: A systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(7). doi:10.3390/ijerph18073471
 37. Chien SC, Chandramouli C, Lo CI, et al. Associations of obesity and malnutrition with cardiac remodeling and cardiovascular outcomes in Asian adults: A cohort study. *PLoS Med.* 2021;18(6):e1003661. doi:10.1371/journal.pmed.1003661
 38. Patel KHK, Reddy RK, Sau A, Sivanandarajah P, Ardissino M, Ng FS. Obesity as a risk factor for cardiac arrhythmias. *BMJ Med.* 2022;1(1):e000308. doi:10.1136/bmjmed-2022-000308
 39. Njoroge JN, Teerlink JR. Pathophysiology and Therapeutic Approaches to Acute Decompensated Heart Failure. *Circ Res.* Published online 2021:1468-1486. doi:10.1161/CIRCRESAHA.121.318186
 40. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2021;42(36):3599-3726. doi:10.1093/eurheartj/ehab368
 41. Lee HJ, Choe AR, Lee H, et al. Clinical associations between serial electrocardiography measurements and sudden cardiac death in patients with end-stage renal disease undergoing hemodialysis. *J Clin Med.* 2021;10(9):1-12. doi:10.3390/jcm10091933
 42. Segall L, Nistor I, Covic A. Heart failure in patients with chronic kidney disease: a systematic integrative review. *Biomed Res Int.* 2014;2014:937398. doi:10.1155/2014/937398
 43. Desai A, Aliberti S, Amati F, Stainer A, Voza A. Cardiovascular Complications in Community-Acquired Pneumonia. *Microorganisms.* 2022;10(11). doi:10.3390/microorganisms10112177
 44. Turcios NL. Pulmonary Complications of Renal Disorders. *Paediatr Respir Rev.* 2012;13(1):44-49. doi:10.1016/j.prrv.2011.04.006
 45. Shen L, Jhund PS, Anand IS, et al. Incidence and Outcomes of Pneumonia in Patients With Heart Failure. *J Am Coll Cardiol.* 2021;77(16):1961-1973. doi:10.1016/j.jacc.2021.03.001
 46. Verbrugge FH, Steels P, Grieten L, Nijst P, Tang WHW, Mullens W. Hyponatremia in Acute Decompensated Heart Failure. *J Am Coll Cardiol.* 2015;65(5):480-492. doi:10.1016/j.jacc.2014.12.010
 47. Grim CCA, Termorshuizen F, Bosman RJ, et al. Association Between an Increase in Serum Sodium and In-Hospital Mortality in Critically Ill Patients*. *Crit Care Med.* 2021;49(12):2070-2079. doi:10.1097/CCM.0000000000005173
 48. Rhee CM, Ayus JC, Kalantar-Zadeh K. Hyponatremia in the Dialysis Population. *Kidney Int Reports.* 2019;4(6):769-780. doi:10.1016/j.ekir.2019.02.012

49. Lindner G, Burdmann EA, Clase CM, et al. Acute hyperkalemia in the emergency department: a summary from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes conference. *Eur J Emerg Med.* 2020;27(5):329-337.
doi:10.1097/MEJ.0000000000000691
50. Rossing P, Caramori ML, Chan JCN, et al. Executive summary of the KDIGO 2022 Clinical Practice Guideline for Diabetes Management in Chronic Kidney Disease: an update based on rapidly emerging new evidence. *Kidney Int.* 2022;102(5):990-999. doi:10.1016/j.kint.2022.06.013
51. Rankinen J, Haataja P, Lyytikäinen LP, et al. Prevalence and long-term prognostic implications of prolonged QRS duration in left ventricular hypertrophy: a population-based observational cohort study. *BMJ Open.* 2022;12(2):e053477. doi:10.1136/bmjopen-2021-053477
52. Bansal S, Pergola PE. Current Management of Hyperkalemia in Patients on Dialysis. *Kidney Int reports.* 2020;5(6):779-789.
doi:10.1016/j.ekir.2020.02.1028
53. Lindner G, Schwarz C, Haidinger M, Ravioli S. Hyponatremia in the emergency department. *Am J Emerg Med.* 2022;60:1-8.
doi:10.1016/j.ajem.2022.07.023