MEDISTRA MEDICAL JOURNAL (MMJ)
E-ISSN: 3026-3492
https://ejournal.medistra.ac.id/index.php/MMJ

Hubungan Jumlah Leukosit Awal dengan Mortalitas 90 Hari pada Pasien *Incident Hemodialysis*

Association of Baseline Leukocyte Count with 90-Day Mortality in Incident Hemodialysis Patients

Elpiani Br Depari[1]*

[1]*Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam*
Jl. Sudirman No. 38, Kecamatan Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, Indonesia.
Email; elde.depari@gmail.com

Abstrak

Latar belakang: Mortalitas pada pasien *incident hemodialysis* (HD) masih tinggi, terutama dalam 90 hari pertama setelah inisiasi terapi. Parameter laboratorium rutin saat HD pertama berpotensi memberikan informasi mengenai risiko mortalitas dini. **Tujuan:** Menganalisis hubungan parameter laboratorium awal dengan mortalitas 90 hari pada pasien *incident HD* serta mengevaluasi kemampuan diskriminatif leukosit. **Metode:** Penelitian kohort retrospektif dilakukan pada pasien dewasa yang pertama kali menjalani HD di RS Grandmed Lubuk Pakam pada Oktober–Desember 2025. Parameter laboratorium sebelum HD pertama meliputi leukosit, *neutrophil-to-lymphocyte ratio* (NLR), hemoglobin, natrium, kalium, ureum, dan kreatinin. Mortalitas ditelusuri selama 90 hari. Analisis menggunakan uji bivariat, regresi logistik biner, *receiver operating characteristic* (ROC), dan perhitungan *crude relative risk* (RR) berdasarkan titik potong leukosit. **Hasil:** Sebanyak 71 pasien dianalisis; 45 survivor (63,4%) dan 26 meninggal (36,6%). Median leukosit lebih tinggi pada kelompok meninggal dibandingkan survivor (14,17 vs. 9,24 $\times 10^3/\mu L$; p=0,024), sedangkan parameter lainnya tidak menunjukkan perbedaan bermakna. Setelah penyesuaian terhadap kalium, leukosit berhubungan dengan mortalitas 90 hari (OR 1,088; 95% CI 1,013–1,169; p=0,020). Analisis ROC menunjukkan AUC 0,662 dengan titik potong 10,6 $\times 10^3/\mu L$ (sensitivitas 73,1%; spesifisitas 57,8%). Mortalitas pada kelompok leukosit ≥10,6 $\times 10^3/\mu L$ lebih tinggi dibandingkan kelompok leukosit lebih rendah (50,0% vs. 21,2%; *crude* RR 2,36; 95% CI 1,14–4,90; p=0,012). **Kesimpulan:** Leukosit awal yang lebih tinggi berhubungan dengan peningkatan mortalitas 90 hari pada pasien *incident HD*. Namun, kemampuan diskriminatifnya terbatas sehingga leukosit belum dapat digunakan sebagai biomarker prognostik tunggal dan lebih tepat dipertimbangkan sebagai komponen stratifikasi risiko.

Kata kunci: penyakit ginjal kronis; i*ncident hemodialysis*; leukosit; mortalitas 90 hari; inflamasi.

Abstract

Background: *Early mortality remains high among incident hemodialysis (HD) patients. Routine laboratory parameters may provide prognostic information.* ***Objective:*** *To investigate associations between baseline laboratory parameters and 90-day mortality and assess the discriminatory ability of leukocyte count.* ***Methods:*** *This retrospective cohort study included adults initiating HD at Grandmed Hospital, Lubuk Pakam, during October–December 2025. Baseline measurements included leukocyte count, neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), hemoglobin, sodium, potassium, urea, and creatinine. Mortality was assessed over 90 days. Analyses included bivariate tests, logistic regression, receiver operating characteristic (ROC) analysis, and crude relative risk (RR) estimation.* ***Results:*** *Among 71 patients, 26 (36.6%) died within 90 days. Median leukocyte count was higher in nonsurvivors than survivors (14.17 vs. 9.24 $\times 10^3/\mu L$;* p *= 0.024), while other parameters showed no significant differences. Leukocyte count remained associated with mortality after adjustment for potassium (OR 1.088; 95% CI 1.013–1.169;* p *= 0.020). ROC analysis yielded an AUC of 0.662, with a cutoff of 10.6 $\times 10^3/\mu L$ (sensitivity 73.1%; specificity 57.8%). Patients above this cutoff had higher mortality (50.0% vs. 21.2%; crude RR 2.36; 95% CI 1.14–4.90;* p *= 0.012).* ***Conclusion:*** *Higher baseline leukocyte counts were associated with increased 90-day mortality, but limited discrimination precludes their use as a standalone prognostic biomarker.*

Keywords: *chronic kidney disease; incident hemodialysis; leukocyte count; 90-day mortality; inflammation.*

*Corresponding author: Elpiani Br Depari, Institut Kesehatan Medistra lubuk Pakam, Indonesia.
Email : elde.depari@gmail.com
Doi : 10.35451/8kazfx03
Received : October 23, 2026, Accepted: October 29, 2026. , Published: October 31, 2026
Copyright: © 2026 Elpiani Br Depari. Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

1. PENDAHULUAN

Penyakit ginjal kronis (PGK) merupakan salah satu masalah kesehatan global yang terus berkembang, ditandai oleh peningkatan jumlah penderita dan tingginya beban kematian. Secara global, jumlah kasus PGK meningkat hampir dua kali lipat, dari sekitar 378 juta kasus pada 1990 menjadi 673,7 juta kasus pada 2021, dengan 1,53 juta kematian pada tahun 2021 [1–3]. Beban tersebut terus meningkat hingga 2023, ketika diperkirakan 788 juta orang dewasa hidup dengan PGK dengan prevalensi terstandar usia 14,2%, dan kematian sekitar 1,48 juta [4]. Di Indonesia, analisis Riskesdas 2018 melaporkan prevalensi PGK sebesar 0,5% pada 389.093 peserta [5], sedangkan analisis nasional lainnya melaporkan prevalensi sebesar 0,38% [6]. Meskipun estimasi tersebut berpotensi lebih rendah daripada beban sebenarnya karena diagnosis PGK dalam survei tidak sepenuhnya didasarkan pada pemeriksaan fungsi ginjal dan albuminuria, temuan tersebut menunjukkan bahwa PGK merupakan masalah kesehatan penting di Indonesia.

PGK bersifat progresif dan pada sebagian pasien dapat berkembang menjadi gagal ginjal yang memerlukan terapi pengganti ginjal (*kidney replacement therapy*/KRT). Karena laju progresi berbeda antar individu, identifikasi risiko dan persiapan KRT secara tepat waktu penting pada PGK lanjut. [7–10]. Hemodialisis (HD) merupakan terapi pengganti ginjal yang paling dominan di Indonesia, dan diikuti oleh dialisis peritoneal, dan transplantasi ginjal [11–13]. Meskipun HD mempertahankan kehidupan pasien dengan gagal ginjal, mortalitas tetap tinggi, terutama pada periode awal setelah inisiasi HD. Analisis global terhadap 167 negara menunjukkan mortalitas pada tahun pertama sebesar 1–10% di 48% negara dan 11–50% di 31% negara, dengan penyakit kardiovaskular sebagai salah satu penyebab utama kematian [12]. Pada 90 hari pertama, mortalitas dilaporkan sebesar 7,7% pada 626 pasien *incident HD* [14], 12,4% pada 5.784 pasien dalam UK Renal Registry[15], dan sekitar 8% pada lebih dari satu juta pasien yang memulai dialisis [16].

Tingginya mortalitas pada periode awal tersebut menunjukkan pentingnya kondisi pasien pada saat pertama kali menjalani HD. Pasien dapat memulai HD dengan berbagai derajat gangguan fisiologis, termasuk akumulasi zat sisa metabolik, gangguan elektrolit, anemia, inflamasi, dan penyakit penyerta. Studi pada populasi *incident HD* dari 31 negara menunjukkan bahwa parameter seperti jumlah leukosit, neutrofil, limfosit, albumin, C-reactive protein (CRP), dan hemoglobin mengalami perubahan selama periode setelah inisiasi HD dan menunjukkan pola yang berbeda menurut perjalanan survival pasien [17]. Selain itu, penelitian pada pasien *incident HD* menunjukkan bahwa usia yang lebih tua, gagal jantung, komorbiditas yang lebih berat, dan kondisi klinis saat memulai HD berhubungan dengan mortalitas dini [14]. Temuan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik klinis dan parameter laboratorium yang tersedia pada awal terapi berpotensi memberikan informasi mengenai kondisi biologis dan risiko pasien pada fase awal HD.

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan hubungan antara karakteristik klinis, inflamasi, dan biomarker dengan prognosis pasien HD, masih terdapat keterbatasan bukti mengenai nilai prognostik parameter laboratorium yang diperoleh pada saat HD pertama terhadap mortalitas 90 hari. Sebagian penelitian mengenai biomarker inflamasi dilakukan pada pasien *maintenance/chronic HD*, menggunakan pengukuran biomarker secara serial, atau mengevaluasi *outcome* dengan periode pengamatan yang lebih panjang [17]. Dengan demikian, belum jelas apakah parameter laboratorium rutin yang tersedia sebelum atau pada awal HD—termasuk jumlah leukosit, neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), hemoglobin, elektrolit, dan ureum—dapat membedakan pasien yang kemudian meninggal dalam periode awal setelah inisiasi HD. Pendekatan menggunakan parameter rutin tersebut penting karena pemeriksaannya relatif sederhana dan tersedia dalam pelayanan klinis sehari-hari, khususnya pada saat pasien pertama kali memulai HD.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan parameter laboratorium pada awal hemodialisis, meliputi jumlah leukosit, NLR, hemoglobin, elektrolit, dan ureum, dengan kejadian kematian dalam 90 hari sejak inisiasi hemodialisis pada pasien *incident hemodialysis*. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan diskriminatif parameter laboratorium tersebut dalam membedakan pasien yang meninggal dan yang bertahan hidup selama 90 hari pertama setelah memulai HD

2. METODE

2.1 Desain, Tempat, dan Subjek Penelitian

Penelitian ini merupakan studi observasional analitik dengan desain kohort retrospektif yang dilakukan di RS Grandmed Lubuk Pakam. Penelitian menggunakan data sekunder rekam medis pasien dewasa yang pertama kali menjalani hemodialisis pada Oktober–Desember 2025**.** Seluruh pasien yang memenuhi kriteria inklusi diikutsertakan menggunakan metode *consecutive sampling*. Data klinis dan laboratorium awal diperoleh sebelum hemodialisis pertama, sedangkan status mortalitas ditelusuri selama 90 hari sejak tanggal hemodialisis pertama.

Kriteria inklusi meliputi pasien berusia ≥18 tahun yang menjalani hemodialisis untuk pertama kali selama periode penelitian, memiliki data klinis dan laboratorium yang diperlukan, serta memiliki informasi *outcome* selama 90 hari. Pasien dengan data variabel penelitian yang tidak lengkap atau tanpa informasi *outcome* 90 hari dieksklusi.

2.2 Variabel dan Definisi Operasional

Variabel yang dianalisis meliputi usia, jenis kelamin, hemoglobin, jumlah leukosit, *neutrophil-to-lymphocyte ratio* (NLR), ureum, natrium, kalium, dan kreatinin serum. Seluruh parameter laboratorium merupakan hasil pemeriksaan awal sebelum hemodialisis pertama. NLR dihitung sebagai rasio jumlah neutrofil absolut terhadap jumlah limfosit absolut. Mortalitas 90 hari didefinisikan sebagai kematian yang terjadi dalam waktu ≤90 hari sejak hemodialisis pertama dan dikategorikan sebagai survivor atau meninggal.

2.3 Pengumpulan Data

Data demografis, klinis, dan laboratorium diperoleh melalui penelusuran rekam medis. Data awal dicatat berdasarkan informasi yang tersedia sebelum hemodialisis pertama. Status mortalitas ditentukan berdasarkan catatan rekam medis selama periode observasi 90 hari.

2.4 Analisis Statistik

Analisis dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics dengan tingkat kemaknaan $p<0,05$. Normalitas data numerik diuji menggunakan *Shapiro–Wilk test*. Data numerik disajikan sebagai rerata ± standar deviasi atau median (IQR), sedangkan data kategorik disajikan sebagai frekuensi dan persentase. Perbandingan antara kelompok survivor dan meninggal dilakukan menggunakan *independent t-test* atau *Mann–Whitney U test* untuk variabel numerik dan uji *chi-square* atau *Fisher's exact test* untuk variabel kategorik, sesuai distribusi dan pemenuhan asumsi uji.

Regresi logistik biner digunakan untuk menilai hubungan jumlah leukosit dan kalium dengan mortalitas 90 hari. Kedua variabel dimasukkan sebagai variabel kontinu dan hasil disajikan sebagai *odds ratio* (OR) dengan 95% *confidence interval* (CI). Kelayakan model dinilai menggunakan *Omnibus test*, *Hosmer–Lemeshow goodness-of-fit test*, dan Nagelkerke R^2. Kemampuan diskriminatif jumlah leukosit terhadap mortalitas 90 hari dinilai menggunakan analisis *Receiver Operating Characteristic* (ROC). Hasil dilaporkan sebagai AUC, 95% CI, dan *p-value*. Titik potong optimal ditentukan berdasarkan *Youden index*, disertai sensitivitas dan spesifisitas. Sebagai analisis tambahan, jumlah leukosit dikategorikan berdasarkan titik potong tersebut. Hubungan kategori leukosit dengan mortalitas 90 hari dianalisis menggunakan uji Pearson *chi-square*, sedangkan risiko relatif dihitung sebagai *crude relative risk* (RR) beserta 95% CI.

3. HASIL

3.1 Karakteristik Subjek Berdasarkan *Outcome* 90 Hari

Sebanyak 71 pasien yang menjalani hemodialisis untuk pertama kali selama periode penelitian memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis. Selama periode observasi 90 hari, 45 pasien (63,4%) bertahan hidup dan 26 pasien (36,6%) meninggal. Karakteristik demografis dan parameter laboratorium awal berdasarkan *outcome* 90 hari disajikan pada Tabel 1**.**

Tabel 1. Karakteristik subjek berdasarkan *outcome* 90 hari (n=71)

Variabel	Survivor (n=45)	Meninggal (n=26)	p-value
Usia (tahun)	53,20 ± 12,11	53,69 ± 12,67	0,987
Jenis kelamin, n (%)			0,994
Perempuan	19 (42,2)	12 (46,2)	
Laki-laki	26 (57,8)	14 (53,8)	
Leukosit (×10³/µL)	9,24 (7,33–15,25)	14,17 (8,97–17,10)	**0,024**
NLR	8,50 (4,95–15,15)	15,25 (5,40–28,82)	0,122
Hemoglobin (g/dL)	7,6 (6,05–9,25)	7,3 (6,43–8,73)	0,689
Kalium (mmol/L)	4,87 ± 1,24	5,32 ± 1,12	0,277
Natrium (mmol/L)	132,40 (129,40–135,20)	130,15 (125,45–134,35)	0,208
Ureum (mg/dL)	235,40 (198,20–305,20)	233,20 (201,60–295,90)	1,000
Kreatinin (mg/dL)	15,56 ± 6,70	15,14 ± 7,57	0,809

Keterangan: Data disajikan sebagai rerata ± standar deviasi, median (IQR), atau n (%). NLR = *neutrophil-to-lymphocyte ratio*. p-value berdasarkan *independent t-test*, *Mann–Whitney U test*, atau uji kategorik sesuai jenis dan distribusi data.

Berdasarkan Tabel 1, jumlah leukosit pada kelompok meninggal secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok survivor (14,17 vs 9,24 ×10³/µL; p=0,024). Meskipun nilai NLR juga lebih tinggi pada kelompok meninggal, perbedaannya tidak mencapai signifikansi statistik (p=0,122). Tidak terdapat perbedaan bermakna pada usia, jenis kelamin, hemoglobin, kalium, natrium, ureum, maupun kreatinin antara kedua kelompok (seluruh p>0,05).

3.2 Kemampuan Diskriminatif Leukosit terhadap Mortalitas 90 Hari

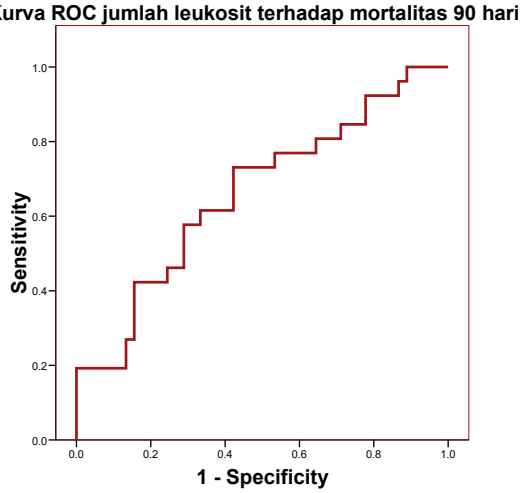
Analisis *Receiver Operating Characteristic* (ROC) dilakukan untuk menilai kemampuan diskriminatif jumlah leukosit terhadap mortalitas 90 hari. Hasil analisis ROC disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 1**.**

Tabel 2. Kemampuan diskriminatif jumlah leukosit terhadap mortalitas 90 hari

Variabel	AUC	95% CI	p-value	Titik potong optimal (×10³/µL)	Sensitivitas (%)	Spesifisitas (%)
Leukosit	0,662	0,592–0,794	0,024	10,6	73,1	57,8

Keterangan: AUC = *area under the curve*; CI = *confidence interval*. Titik potong ditentukan berdasarkan *Youden index*.

Berdasarkan Tabel 2**,** jumlah leukosit menunjukkan kemampuan diskriminatif yang terbatas terhadap mortalitas 90 hari, dengan AUC sebesar 0,662 (95% CI 0,592–0,794; p=0,024). Titik potong optimal sebesar 10,6 ×10³/µL menghasilkan sensitivitas 73,1% dan spesifisitas 57,8%.



Gambar 1. Kurva ROC jumlah leukosit terhadap mortalitas 90 hari pada pasien hemodialisis insiden.

Kurva ROC pada Gambar 1 menunjukkan kemampuan jumlah leukosit dalam membedakan pasien yang mengalami mortalitas dan yang bertahan hidup selama 90 hari. Nilai AUC 0,662 menunjukkan bahwa kemampuan diskriminatif jumlah leukosit masih terbatas.

Risiko Mortalitas 90 Hari Berdasarkan Kategori Leukosit Awal

Analisis tambahan dilakukan untuk mengevaluasi risiko mortalitas 90 hari berdasarkan kategori leukosit awal menggunakan titik potong 10,6 × 10^3/µL yang diperoleh dari analisis ROC. Sebanyak 38 pasien memiliki leukosit ≥10,6 × 10^3/µL dan 33 pasien memiliki leukosit <10,6 × 10^3/µL.

Tabel 3. Risiko Mortalitas 90 Hari Berdasarkan Kategori Leukosit Awal

Kategori leukosit	Survivor, n (%)	Meninggal, n (%)	Crude RR (IK 95%)	Nilai p
<10,6 × 10^3/µL (n=33)	26 (78,8)	7 (21,2)	Referensi	
≥10,6 × 10^3/µL (n=38)	19 (50,0)	19 (50,0)	2,36 (1,14–4,90)	0,012

Data disajikan sebagai n (%); RR = Relative Risk; CI = *confidence interval* 95%; nilai p berdasarkan uji Pearson Chi-Square; titik potong berdasarkan analisis ROC.

Mortalitas 90 hari lebih tinggi pada kelompok dengan leukosit ≥10,6 × 10^3/µL dibandingkan kelompok dengan leukosit <10,6 × 10^3/µL (50,0% vs. 21,2%; p=0,012). Kelompok dengan leukosit awal ≥10,6 × 10^3/µL memiliki risiko mortalitas 2,36 kali dibandingkan kelompok dengan leukosit lebih rendah (crude RR=2,36; IK 95%: 1,14–4,90).

3.3 Faktor yang Berhubungan dengan Mortalitas 90 Hari

Untuk menilai hubungan jumlah leukosit dengan mortalitas 90 hari setelah mempertimbangkan kadar kalium awal, dilakukan analisis regresi logistik biner. Jumlah leukosit dan kalium dimasukkan ke dalam model sebagai variabel kontinu. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4**.**

Tabel 4. Analisis regresi logistik biner terhadap mortalitas 90 hari setelah inisiasi hemodialisis

Variabel	OR	95% CI	p-value
Leukosit (per 1 ×10^3/µL)	1,088	1,013–1,169	0,020
Kalium pre-HD (per 1 mmol/L)	1,174	0,775–1,778	0,449

Keterangan: OR = *odds ratio*; CI = *confidence interval*; pre-HD = sebelum hemodialisis. *Outcome*: mortalitas 90 hari. Nagelkerke R^2=0,152; *Omnibus test* p=0,015; *Hosmer–Lemeshow test* p=0,444. Variabel dianalisis sebagai variabel kontinu.

Berdasarkan Tabel 4**,** model regresi secara keseluruhan bermakna secara statistik (*Omnibus test*, *p*=0,015). Jumlah leukosit berhubungan dengan mortalitas 90 hari setelah disesuaikan dengan kadar kalium, dengan OR 1,088 (95% CI 1,013–1,169; *p*=0,020). Artinya, setiap peningkatan jumlah leukosit sebesar 1 ×10^3/µL berhubungan dengan peningkatan odds mortalitas sebesar 8,8%. Sebaliknya, kadar kalium tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan mortalitas 90 hari (OR 1,174; 95% CI 0,775–1,778; *p*=0,449). Model tidak menunjukkan bukti adanya *lack of fit* berdasarkan *Hosmer–Lemeshow test* (*p*=0,444), dengan Nagelkerke R^2 sebesar 0,152.

4. PEMBAHASAN

4.1 Mortalitas Dini pada Pasien *Incident Hemodialysis*

Penelitian ini menemukan bahwa 26 dari 71 pasien (36,6%) meninggal dalam 90 hari setelah inisiasi hemodialisis (HD). Tingginya mortalitas pada fase awal ini menunjukkan bahwa periode transisi menuju terapi pengganti ginjal merupakan fase dengan kerentanan klinis yang tinggi. Pasien yang baru memulai HD dapat mengalami kombinasi gangguan uremik, kelainan metabolik, kelebihan cairan, inflamasi, komorbiditas, dan penyakit akut yang mendasari kebutuhan dialisis. Naruemon et al. (2026) menunjukkan bahwa pasien dengan inisiasi HD tidak

terencana memiliki kondisi klinis dan metabolik yang lebih berat serta mortalitas 90 hari yang lebih tinggi dibandingkan pasien dengan inisiasi terencana [18]. Temuan tersebut mendukung pentingnya kondisi klinis pada saat inisiasi sebagai bagian dari penilaian risiko awal pasien *incident HD*.

Proporsi mortalitas 36,6% pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan beberapa kohort *incident HD* sebelumnya. Perbedaan tersebut perlu dipertimbangkan berdasarkan karakteristik populasi, pola rujukan, tingkat keparahan penyakit, komorbiditas, dan kondisi klinis saat inisiasi HD. Torun et al. (2026) menunjukkan bahwa mortalitas dini pada pasien *incident HD* berkaitan dengan berbagai kondisi klinis, termasuk penyakit kardiovaskular, gagal jantung, keganasan, dan peningkatan CRP [19]. Dengan demikian, mortalitas pada fase awal HD kemungkinan merupakan konsekuensi interaksi berbagai faktor klinis dan biologis, bukan akibat satu faktor tunggal.

Pada penelitian ini, usia dan jenis kelamin tidak berbeda bermakna antara kelompok survivor dan meninggal. Demikian pula, kadar hemoglobin, kalium, natrium, ureum, dan kreatinin tidak menunjukkan perbedaan bermakna. Tidak adanya perbedaan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik demografis maupun sebagian parameter laboratorium rutin pada saat inisiasi HD tidak membedakan *outcome* 90 hari pada populasi penelitian ini. Namun, hasil negatif tersebut perlu diinterpretasikan dengan mempertimbangkan ukuran sampel yang relatif kecil dan kemungkinan keterbatasan daya statistik untuk mendeteksi perbedaan yang lebih kecil.

Sebaliknya, jumlah leukosit menunjukkan perbedaan yang bermakna antara kedua kelompok dan menjadi temuan utama penelitian ini. Studi DOPPS pada 15.891 pasien yang berada dalam 60 hari sejak memulai HD menunjukkan bahwa jumlah leukosit >10.000/µL merupakan salah satu karakteristik yang berkontribusi terhadap mortalitas tahun pertama, dengan *population attributable fraction* sekitar 5–9% [20]. Meskipun *outcome* penelitian tersebut berbeda dengan penelitian ini, hasil tersebut mendukung potensi nilai prognostik parameter hematologi sederhana yang tersedia sejak awal terapi.

4.2 Leukositosis sebagai Temuan Utama Mortalitas 90 Hari

Median jumlah leukosit pada kelompok meninggal lebih tinggi dibandingkan kelompok survivor (14,17 vs. 9,24 $\times 10^3$/µL; p=0,024). Temuan ini menunjukkan adanya hubungan antara jumlah leukosit pada saat inisiasi HD dan mortalitas 90 hari. Hasil tersebut konsisten dengan studi DOPPS yang menunjukkan hubungan jumlah leukosit >10.000/µL dengan mortalitas pada tahun pertama setelah inisiasi HD, meskipun periode follow-up penelitian tersebut lebih panjang [20].

Peningkatan leukosit dapat mencerminkan respons inflamasi atau stres sistemik yang menyertai kondisi pasien saat memulai HD. Lingkungan uremik, infeksi, penyakit kardiovaskular, kelebihan cairan, dan kondisi akut dapat berkontribusi terhadap aktivasi respons inflamasi. Yousif et al. (2023), pada 18.726 pasien *incident HD* dari 31 negara, menunjukkan adanya perubahan dinamis biomarker inflamasi setelah inisiasi HD dengan pola yang berbeda antara pasien yang meninggal dan yang bertahan hidup [17]. Torun et al. (2026) juga menemukan bahwa peningkatan CRP berhubungan dengan mortalitas pada pasien *incident HD* [19]. Temuan tersebut mendukung bahwa inflamasi merupakan salah satu komponen yang dapat berhubungan dengan prognosis pada fase awal HD.

Namun, leukositosis bersifat nonspesifik dan tidak dapat digunakan sebagai bukti adanya infeksi atau sebagai penentu penyebab kematian. Peningkatan leukosit dapat terjadi pada infeksi, inflamasi noninfeksius, respons stres fisiologis, penggunaan obat tertentu, maupun kondisi akut lainnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini leukosit lebih tepat dipandang sebagai indikator kondisi inflamasi atau stres sistemik pasien daripada biomarker spesifik suatu etiologi.

Hasil regresi logistik mendukung temuan tersebut. Setiap peningkatan jumlah leukosit sebesar 1 $\times 10^3$/µL berhubungan dengan peningkatan odds mortalitas 90 hari sebesar 8,8% (OR 1,088; 95% CI 1,013–1,169; p=0,020) setelah penyesuaian terhadap kadar kalium. Dengan demikian, asosiasi leukosit dengan mortalitas tetap terlihat setelah kadar kalium diperhitungkan. Sebaliknya, kalium tidak menunjukkan hubungan bermakna dengan mortalitas (OR 1,174; 95% CI 0,775–1,778; p=0,449), sejalan dengan tidak adanya perbedaan kadar kalium antara kelompok survivor dan meninggal pada analisis bivariat.

Analisis tambahan berdasarkan titik potong leukosit 10,6 $\times 10^3/\mu L$ menunjukkan bahwa pasien dengan leukosit awal $\geq$10,6 $\times 10^3/\mu L$ memiliki risiko mortalitas 90 hari sebesar 2,36 kali dibandingkan pasien dengan leukosit lebih rendah (crude RR 2,36; 95% CI 1,14–4,90; p=0,012). Temuan ini melengkapi hasil regresi logistik dalam menunjukkan hubungan leukosit awal dengan mortalitas dini. Namun, estimasi RR belum disesuaikan terhadap faktor perancu dan menggunakan titik potong yang ditentukan dari dataset yang sama, sehingga hasilnya bersifat eksploratif dan memerlukan validasi lebih lanjut.

Model regresi secara keseluruhan bermakna berdasarkan *Omnibus test* (p=0,015), sedangkan *Hosmer–Lemeshow test* (p=0,444) tidak menunjukkan bukti adanya *lack of fit*. Namun, nilai Nagelkerke R^2 sebesar 0,152 menunjukkan bahwa model hanya menjelaskan sekitar 15,2% variasi *outcome*. Hal ini mengindikasikan bahwa mortalitas 90 hari pada pasien *incident HD* dipengaruhi oleh berbagai faktor yang belum tercakup dalam model. Oleh karena itu, hasil regresi lebih tepat diinterpretasikan sebagai adanya asosiasi leukosit dengan mortalitas setelah penyesuaian terhadap kalium, bukan sebagai bukti bahwa leukosit merupakan faktor prognostik yang sepenuhnya independen dari seluruh faktor perancu.

4.3 Kemampuan Diskriminatif Leukosit dan Peran NLR

Analisis ROC menunjukkan bahwa jumlah leukosit memiliki kemampuan diskriminatif yang terbatas terhadap mortalitas 90 hari, dengan AUC 0,662 (95% CI 0,592–0,794; p=0,024). Titik potong optimal sebesar 10,6 $\times 10^3/\mu L$ menghasilkan sensitivitas 73,1% dan spesifisitas 57,8%. Dengan demikian, cut-off tersebut relatif mampu mengidentifikasi sebagian besar pasien yang mengalami kematian, tetapi spesifisitasnya masih terbatas. Temuan ini menunjukkan bahwa leukosit dapat memberikan informasi prognostik, tetapi belum memadai sebagai alat prediksi tunggal.

Keterbatasan kemampuan diskriminatif tersebut sesuai dengan sifat mortalitas setelah inisiasi HD yang multifaktorial. Rankin et al. (2022) menunjukkan bahwa prediksi mortalitas 90 hari setelah inisiasi dialisis lebih optimal ketika menggunakan kombinasi berbagai karakteristik klinis dan laboratorium [16]. Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung posisi leukosit sebagai salah satu komponen stratifikasi risiko, bukan sebagai biomarker tunggal untuk menentukan prognosis pasien.

NLR dalam penelitian ini juga lebih tinggi pada kelompok meninggal dibandingkan survivor (15,25 vs. 8,50), tetapi perbedaannya tidak bermakna secara statistik (p=0,122). Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan jumlah leukosit total memberikan hubungan yang lebih jelas dengan *outcome* dibandingkan NLR pada populasi penelitian ini. Mayne et al. (2023), pada 1.720 pasien hemodialisis, menemukan bahwa NLR berhubungan dengan mortalitas semua penyebab setelah penyesuaian multivariat [21]. Namun, penelitian tersebut memiliki periode *follow-up* yang lebih panjang, sehingga hasilnya tidak dapat langsung disamakan dengan mortalitas 90 hari pada penelitian ini.

Tidak bermaknanya NLR dalam penelitian ini tidak serta-merta bertentangan dengan temuan Mayne et al. Perbedaan ukuran sampel, karakteristik pasien, waktu pemeriksaan, distribusi komorbiditas, dan durasi follow-up dapat memengaruhi hubungan NLR dengan *outcome*. Selain itu, NLR merupakan rasio yang dipengaruhi oleh perubahan dua komponen leukosit sekaligus, sehingga perubahan neutrofil dan limfosit dapat menghasilkan variasi NLR yang tidak selalu sejalan dengan jumlah leukosit total.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah leukosit pada saat inisiasi HD berhubungan dengan mortalitas 90 hari dan tetap menunjukkan asosiasi setelah penyesuaian terhadap kadar kalium. Namun, AUC sebesar 0,662 dan spesifisitas 57,8% menunjukkan bahwa kemampuan leukosit sebagai biomarker tunggal masih terbatas. Oleh karena itu, jumlah leukosit lebih tepat digunakan sebagai salah satu komponen stratifikasi risiko bersama karakteristik klinis, komorbiditas, status nutrisi, dan parameter laboratorium lainnya. Pendekatan multivariat dengan jumlah sampel yang lebih besar diperlukan untuk menentukan apakah kombinasi parameter tersebut dapat meningkatkan kemampuan prediksi mortalitas 90 hari pada pasien *incident HD*.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah leukosit yang lebih tinggi saat inisiasi HD berhubungan dengan peningkatan mortalitas 90 hari pada pasien *incident hemodialysis* (OR 1,088; 95% CI 1,013–1,169; *p*=0,020). Namun, kemampuan diskriminatif leukosit masih terbatas (AUC 0,662), dan variabel laboratorium lainnya tidak menunjukkan hubungan bermakna. Leukosit berpotensi sebagai salah satu komponen stratifikasi risiko, tetapi belum sebagai biomarker prognostik tunggal. Keterbatasan penelitian meliputi desain retrospektif, sampel kecil, lokasi tunggal, dan keterbatasan variabel klinis; penelitian prospektif multisenter diperlukan untuk mengonfirmasi temuan ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Deng L, Guo S, Liu Y, Zhou Y, Liu Y, Zheng X, et al. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease and its underlying etiologies from 1990 to 2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. BMC Public Health. 2025;25. doi:10.1186/s12889-025-21851-z.

[2] Wang L. Global burden of chronic kidney disease and risk factors, 1990–2021: an update from the Global Burden of Disease Study 2021. Front Public Health. 2025;13:1542329. doi:10.3389/fpubh.2025.1542329.

[3] Depari EB, Herni M, Ritonga C, Cahaya D, Hutabarat B, Agata IS. Pengaruh tingkat laju ultrafiltrasi terhadap perubahan status tekanan darah pada pasien penyakit ginjal kronis yang menjalani hemodialisis [The effect of ultrafiltration rate level on blood pressure status changes in patients with chronic kidney disease undergoing hemodialysis]. Medistra Med J. 2026;3:41-48.

[4] Mark PB, Stafford LK, Grams ME, Aalruz H, Abd ElHafeez S, Abdelgalil AA, et al. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease in adults, 1990–2023, and its attributable risk factors: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023. Lancet. 2025;406(10518):2461-2482. doi:10.1016/S0140-6736(25)01853-7.

[5] Hustrini NM, Susalit E, Rotmans JI. Prevalence and risk factors for chronic kidney disease in Indonesia: an analysis of the National Basic Health Survey 2018. J Glob Health. 2022;12:04071. doi:10.7189/jogh.12.04071.

[6] Hidayangsih PS, Tjandrarini DH, Edi N, Sukoco W, Sitorus N, Dharmayanti I, et al. Chronic kidney disease in Indonesia: evidence from a national health survey. Osong Public Health Res Perspect. 2023;14:23-30.

[7] Maringhini S, Zoccali C. Chronic kidney disease progression—A challenge. Biomedicines. 2024;12:1-16.

[8] Shrestha S, Haq K, Malhotra D. Care of adults with advanced chronic kidney disease. J Clin Med. 2024;13.

[9] Mutatiri C, Ratsch A, McGrail M, Kondalsamy-Chennakesavan S. Risk stratification for CKD progression in primary care. Kidney Int Rep. 2025;10:1559-1561. doi:10.1016/j.ekir.2025.02.037.

[10] Anastasya C, Depari EB, Prasetyo B, Syahara T. Distribusi morfologi anemia berdasarkan indeks eritrosit pada pasien penyakit ginjal kronis yang menjalani hemodialisis [Erythrocyte index-based morphological distribution of anemia in patients with chronic kidney disease undergoing hemodialysis]. Medistra Med J. 2026;2:50-58.

[11] Wulandari W, Alfaqeeh M, Zakiyah N, Purba FD, Rahayu C, Shafie AA, et al. Health-related quality of life in patients with end-stage kidney disease with hypertension: hemodialysis vs continuous ambulatory peritoneal dialysis using EQ-5D-5L at a tertiary center in Indonesia. Int J Nephrol Renovasc Dis. 2025;18:387-402.

[12] See E, Ethier I, Cho Y, Htay H, Arruebo S, Caskey FJ, et al. Dialysis *outcome*s across countries and regions: a global perspective from the International Society of Nephrology Global Kidney Health Atlas study. Kidney Int Rep. 2024;9:2410-2419. doi:10.1016/j.ekir.2024.05.014.

[13] Indonesian Renal Registry. 17th Annual Report of Indonesian Renal Registry 2024. Bandung: Indonesian Renal Registry; 2024.

[14] Veríssimo R, de Sousa LL, Carvalho TJ, Fidalgo P. Early mortality in incident hemodialysis patients—a retrospective case-control study. Port J Nephrol Hypert. 2022;36(1):40-45.

doi:10.32932/pjnh.2022.03.169.

[15] Hole B, Lyon S, Magadi W. Ethnicity disparities in patients with kidney failure in the UK. UK Kidney Association; 2023.

[16] Rankin SK, Han LM, Scherzer R, Tenney S, Keating M, Genberg K, et al. A machine learning model for predicting mortality within 90 days of dialysis initiation. Kidney360. 2022;3(9):1556-1565. doi:10.34067/KID.0007012021.

[17] Yousif DE, Ye X, Stuard S, Berbessi J, Guinsburg AM, Usvyat LA, et al. Biphasic dynamics of inflammatory markers following hemodialysis initiation: results from the International MONitoring Dialysis *Outcome* Initiative. Kidney Int Rep. 2023;8:75-80. doi:10.1016/j.ekir.2022.10.020.

[18] Naruemon N, Panomkiattisak C, Chantapoon C. Clinical vulnerability and first-year mortality among patients undergoing unplanned hemodialysis initiation: a retrospective cohort study. BMC Nephrol. 2026.

[19] Torun D, Onan E, Micozkadıoğlu H, Kozanoğlu R, Tekkarışmaz N. Frequency and risk factors of early mortality in incident hemodialysis patients: a retrospective cohort study. Turk J Nephrol. 2025;35:48-54. doi:10.5152/turkjnephrol.2025.251119.

[20] Karaboyas A, Morgenstern H, Li Y, Bieber BA, Hakim R, Hasegawa T, et al. Estimating the fraction of first-year hemodialysis deaths attributable to potentially modifiable risk factors: results from the DOPPS. Clin Epidemiol. 2020;12:51-60.

[21] Mayne KJ, Lees JS, Thomson PC, Traynor JP, Mark PB, Rutherford E, et al. Neutrophil-to-lymphocyte and platelet-to-lymphocyte ratios: associations with mortality in a haemodialysis cohort. Clin Kidney J. 2023;16:512-520. doi:10.1093/ckj/sfac248.