

Korelasi antara *Atherogenic Index of Plasma* (AIP) dan Parameter Hematologi sebagai Marker Ateroinflamasi pada Pasien Stroke Iskemik

Debie Anggraini^{1*}, Yuri Haiga², Vina Tri Septiana³, Soufni Morawati¹

¹. Bagian Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran Universitas Baiturrahmah, Padang.

². Bagian Neurologi, Fakultas Kedokteran Universitas Baiturrahmah, Padang.

³. Bagian Radiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Baiturrahmah, Padang.

E-mail : debieanggraini@fk.unbrah.ac.id

Abstrak

Latar Belakang: Stroke iskemik merupakan kondisi neurologis akut yang banyak dipengaruhi oleh proses aterosklerosis dan inflamasi sistemik. *Atherogenic Index of Plasma* (AIP) adalah indikator yang mencerminkan dislipidemia aterogenik, sedangkan rasio monosit terhadap HDL (MHR) dan leukosit mencerminkan status inflamasi vaskular. Keterkaitan antara kedua parameter ini belum banyak diteliti secara komprehensif dalam konteks stroke iskemik, terutama di populasi Asia Tenggara. **Tujuan:** Menilai hubungan antara *Atherogenic Index of Plasma* (AIP) dan parameter hematologi, khususnya *Monocyte-to-HDL Ratio* (MHR), sebagai marker ateroinflamasi pada pasien stroke iskemik. **Metode:** Penelitian ini merupakan studi observasional analitik dengan pendekatan potong lintang. Subjek penelitian adalah 21 pasien stroke iskemik akut yang dirawat di RS Islam Siti Rahmah Padang. AIP dihitung dari log rasio trigliserida terhadap HDL-C, sedangkan MHR dan leukosit diperoleh dari data hematologi. Uji korelasi Spearman digunakan untuk menganalisis hubungan antar variabel. **Hasil:** Rerata AIP pada pasien adalah 0,15, dengan 42,9% pasien berada pada kategori risiko tinggi. Ditemukan korelasi signifikan antara AIP dan MHR ($r = 0,484$; $p = 0,026$), sedangkan korelasi dengan leukosit dan parameter hematologi lain tidak bermakna. **Kesimpulan:** Terdapat hubungan bermakna antara AIP dan MHR pada pasien stroke iskemik, yang mencerminkan kontribusi dislipidemia dan inflamasi dalam patogenesis stroke. Kombinasi AIP dan MHR berpotensi sebagai marker ateroinflamasi yang praktis dan dapat diintegrasikan dalam penilaian risiko klinis.

Kata kunci : Stroke iskemik, *Atherogenic Index of Plasma*, Monosit, HDL, Inflamasi vaskular

Abstract

Background: Ischemic stroke is an acute neurological condition strongly influenced by atherosclerosis and systemic inflammation. The *Atherogenic Index of Plasma* (AIP) reflects atherogenic dyslipidemia, while hematologic markers such as the *Monocyte-to-HDL Ratio* (MHR) and leukocyte count indicate vascular inflammatory activity. The relationship between these parameters in the context of ischemic stroke remains underexplored, particularly in Southeast Asian populations. **Objective:** To evaluate the correlation between AIP and hematological parameters, particularly MHR, as a potential atheroinflammatory marker in patients with ischemic stroke. **Methods:** This was a cross-sectional analytic observational study involving 21 patients with acute ischemic stroke treated at Siti Rahmah Islamic Hospital, Padang. AIP was calculated as the logarithm of the triglyceride to HDL-cholesterol ratio. Hematologic data, including monocyte count, HDL, and leukocytes, were analyzed. Spearman correlation tests were used to determine associations between variables. **Results:** The mean AIP among participants was 0.15, with 42.9% of patients classified as high risk ($AIP > 0.21$). A significant positive correlation was observed between AIP and MHR ($r = 0.484$; $p = 0.026$), while no significant correlations were found between AIP and total leukocyte count or other hematologic indices. **Conclusion:** A significant correlation exists between AIP and MHR in ischemic stroke patients, highlighting the combined role of dyslipidemia and inflammation in stroke pathogenesis. AIP and MHR may serve as practical and accessible biomarkers for assessing atheroinflammatory status in clinical stroke evaluation.

Keywords: Ischemic stroke, *Atherogenic Index of Plasma*, Monocyte, HDL, vascular inflammation

I. PENDAHULUAN

Stroke iskemik merupakan salah satu penyebab utama kematian dan kecacatan jangka panjang di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Kondisi ini terjadi akibat gangguan aliran darah ke otak, yang umumnya disebabkan oleh sumbatan trombotik atau embolik pada arteri serebral. Proses terjadinya stroke iskemik sangat erat kaitannya dengan dua mekanisme utama: aterosklerosis dan respons inflamasi sistemik, yang secara sinergis memperburuk kerusakan vaskular dan jaringan otak.¹

Aterosklerosis dimulai dari disfungsi endotel yang dipicu oleh berbagai faktor risiko seperti dislipidemia, hipertensi, diabetes melitus, dan merokok. Proses ini melibatkan akumulasi lipid di dinding arteri, migrasi sel inflamasi seperti monosit dan neutrofil, serta pembentukan plak ateromatosa yang dapat mengalami ruptur dan menyebabkan oklusi pembuluh darah.^{2,3} Salah satu indikator dislipidemia yang memiliki korelasi kuat dengan aterosklerosis subklinis adalah Atherogenic Index of Plasma (AIP), yang dihitung dari logaritma rasio antara trigliserida dan kolesterol HDL. Nilai AIP yang tinggi mencerminkan dominasi partikel LDL kecil dan padat (sdLDL), yang bersifat sangat aterogenik dan pro-inflamasi.⁴

Selain dislipidemia, inflamasi sistemik memainkan peran sentral dalam fase akut stroke iskemik. Aktivasi sistem imun bawaan ditandai dengan peningkatan jumlah leukosit, terutama neutrofil dan monosit, serta penurunan limfosit, yang secara kumulatif menggambarkan derajat keparahan inflamasi vaskular. Berbagai parameter hematologi seperti jumlah total leukosit dan rasio monosit terhadap HDL (MHR) telah diidentifikasi sebagai marker inflamasi yang sederhana, murah, dan dapat diakses luas di fasilitas layanan kesehatan primer.⁵

Namun, kajian yang mengintegrasikan AIP dan parameter hematologi sebagai penanda

ateroinflamasi pada pasien stroke iskemik masih terbatas, terutama di wilayah Asia Tenggara. Padahal, pemahaman terhadap interaksi antara dislipidemia aterogenik dan inflamasi sistemik dapat memberikan dasar yang kuat untuk stratifikasi risiko, prediksi outcome, dan pengembangan model prognostik yang lebih akurat bagi pasien stroke.^{6,7}

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara *Atherogenic Index of Plasma* (AIP) dan parameter hematologi (termasuk leukosit dan MHR) pada pasien stroke iskemik, guna menilai potensi keduanya sebagai marker ateroinflamasi yang praktis dan aplikatif dalam pengelolaan klinis stroke di fase akut.⁸

II. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan rancangan cross-sectional. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode total sampling dengan jumlah sampel sebanyak 21 orang. Populasi penelitian adalah seluruh pasien dewasa yang didiagnosis dengan stroke iskemik akut berdasarkan hasil pencitraan (CT-scan/MRI) dan dirawat di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang pada tahun 2022.

Kriteria inklusi:

Pasien berusia ≥ 18 tahun, didiagnosis stroke iskemik < 7 hari onset dan melakukan pemeriksaan laboratorium profil lipid dan hematologi lengkap dalam 24 jam setelah masuk RS.

Kriteria eksklusi:

Pasien dengan infeksi aktif, penyakit autoimun, atau kanker. Pasien dengan riwayat penyakit hematologi atau penggunaan steroid/immunosupresan.

Variabel penelitian terdiri atas: variabel bebas: *Atherogenic Index of Plasma* (AIP), Nilai referensi AIP dikelompokkan sebagai: Rendah: $AIP < 0.11$

Sedang: AIP 0.11–0.21

Tinggi: AIP > 0.21 dihitung dengan rumus:

$AIP = \log_{10} (\text{Trigliserida} / \text{HDL-C})$

Variabel terikat: Jumlah leukosit total (uL) dan *Monocyte-to-HDL Ratio* (MHR)

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan uji korelasi Spearman karena uji normalitas dilakukan dengan Kolmogorov–Smirnov diperoleh data tidak terdistribusi normal. Nilai $p < 0.05$ dianggap bermakna secara statistik. Analisis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26.

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian didapatkan distribusi frekuensi pada bayi baru lahir (BBL) dalam program SHK di RSI Siti Rahmah Padang tahun 2023 dapat diuraikan sebagai berikut:

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar pasien stroke iskemik berada dalam kelompok usia lanjut, dengan 85% responden berusia ≥ 45 tahun dan mayoritas laki-laki (71,4%).(Tabel 1) Distribusi ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa usia tua dan jenis kelamin laki-laki merupakan faktor risiko utama terjadinya stroke iskemik akibat peningkatan paparan terhadap dislipidemia, hipertensi, dan proses aterosklerotik jangka panjang.⁹

TABEL 1. DISTRIBUSI FREKUENSI DAN PERSENTASE PASIEN STROKE ISKEMIK BERDASARKAN JENIS KELAMIN

Jenis Kelamin	n	%
Laki-laki	15	71.4
Perempuan	6	28.6

TABEL 2. DISTRIBUSI FREKUENSI DAN PERSENTASE PASIEN STROKE ISKEMIK BERDASARKAN USIA

Usia	n	%
<45 tahun	1	5
45-59 tahun	8	38
60-74 tahun	10	47
75-90 tahun	2	10

TABEL 3. HASIL PEMERIKSAAN HEMATOLOGI RUTIN PASIEN STROKE ISKEMIK

Parameter Hematologi	rerata $\pm$ SD	min	maks
Hb gr/dL	12.92 $\pm$ 1.590	10	16
Leukosit /uL	11233 $\pm$ 3210	7500	17200
Hematokrit %	38 $\pm$ 4.8	27	47
Trombosit /uL	280.000 $\pm$ 97025	117000	586000
MHR (monosit/HDL)	0.19 $\pm$ 0.04	0.11	0.29

TABEL 4. RERATA KADAR PROFIL LIPID DAN AIP PASIEN STROKE ISKEMIK

Profil lipid	mean $\pm$ SD	min	maks
Kolesterol total	200 $\pm$ 51.765	112	285
trigliserida	150.86 $\pm$ 64.124	58	336
HDL	43.86 $\pm$ 10.678	28	70
LDL	130.14 $\pm$ 39.195	57	189
AIP	0.1529 $\pm$ 0.19794	-0.25	0.52

Dari aspek profil lipid, rerata kadar trigliserida (150,86 mg/dL) dan HDL (43,86 mg/dL) menunjukkan adanya pola dislipidemia aterogenik pada pasien stroke, yang kemudian menghasilkan nilai AIP rata-rata sebesar 0,15 (Tabel 4).

TABEL 5. NILAI AIP PADA PASIEN STROKE ISKEMIK

Nilai AIP	n	%
Rendah	10	47.6
Sedang	2	9.5
Tinggi	9	42.9

Berdasarkan klasifikasi nilai AIP, sebanyak 42,9% pasien berada dalam kategori risiko tinggi (AIP > 0,21), dan 47,6% dalam kategori rendah, menunjukkan bahwa AIP dapat mendeteksi variasi risiko aterosklerosis secara luas pada populasi stroke.

TABEL 6. KORELASI ANTARA AIP DAN PARAMETER HEMATOLOGI

Korelasi	Hb	Ht	Leukosit	Trombosi	MHR
si				t	
AIP nilai r	0.134	0.08	0.197	0.153	0.484*
Nilai p	0.562	0.71	0.393	0.507	0.026*

Salah satu temuan penting dalam penelitian ini adalah adanya korelasi signifikan antara AIP dan rasio monosit terhadap HDL (MHR) dengan nilai $r = 0,484$ dan $p = 0,026$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai

AIP, semakin tinggi pula MHR, yang merefleksikan kondisi inflamasi vaskular aktif pada pasien stroke. Monosit merupakan sel imun utama yang berperan dalam proses aterosclerosis dan inflamasi vaskular melalui pelepasan sitokin proinflamasi dan transformasi menjadi makrofag di lesi aterosklerotik. Sebaliknya, HDL memiliki sifat anti-inflamasi, sehingga penurunan HDL akan memperburuk aktivasi monosit. Kombinasi tingginya monosit dan rendahnya HDL yang tercermin dalam MHR mencerminkan aktivitas aterosclerosis sistemik.⁷

Hasil ini konsisten dengan penelitian Kocaturk et al. (2020) yang menemukan bahwa MHR tinggi pada pasien stroke berkorelasi dengan keparahan klinis dan outcome yang buruk. Selain itu, hubungan antara AIP dan inflamasi juga didukung oleh studi-studi yang menunjukkan korelasi AIP dengan marker inflamasi lain seperti CRP, IL-6, dan NLR. Korelasi positif antara AIP dan leukosit total dalam studi ini memang tidak signifikan ($p = 0,393$), namun arah korelasi positif ($r = 0,197$) mengindikasikan adanya tren yang patut ditelusuri lebih lanjut pada populasi yang lebih besar.

Korelasi antara AIP dan hemoglobin, hematokrit, serta trombosit tidak menunjukkan hubungan bermakna secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa AIP lebih sensitif terhadap parameter inflamasi seperti MHR dibandingkan parameter hematologi umum lainnya. Selain itu, peran AIP sebagai marker dislipidemia lebih terkait dengan profil lipid dan bukan parameter eritrosit atau trombosit secara langsung.¹⁰

Hasil penelitian ini memperkuat bukti bahwa AIP dan MHR merupakan marker aterosclerosis yang saling berkaitan dan relevan untuk digunakan dalam stratifikasi risiko pada pasien stroke iskemik. Kombinasi antara dislipidemia aterosclerosis dan aktivitas imun monosit yang tinggi mencerminkan proses patofisiologi stroke

iskemik yang kompleks dan multifaktorial.¹¹ Penggunaan kedua parameter ini, yang dapat diperoleh dari pemeriksaan laboratorium rutin, berpotensi menjadi pendekatan praktis dan efisien untuk penilaian risiko klinis.⁹

Diperlukan penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar serta analisis multivariat untuk mengevaluasi nilai prediktif AIP dan MHR terhadap luaran klinis seperti skor NIHSS, mRS, dan angka kekambuhan stroke. Selain itu, penting untuk mengkaji potensi integrasi AIP dan MHR dalam algoritma skrining pasien berisiko tinggi di layanan primer.¹²⁻¹³

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa *Atherogenic Index of Plasma* (AIP) berkorelasi signifikan dengan *Monocyte-to-HDL Ratio* (MHR) pada pasien stroke iskemik, yang mencerminkan hubungan erat antara dislipidemia aterosclerosis dan aktivitas inflamasi vaskular. Temuan ini menguatkan peran AIP dan MHR sebagai marker aterosclerosis yang potensial dan mudah diakses dalam praktik klinik sehari-hari.

Oleh karena itu, integrasi pemeriksaan AIP dan MHR dalam evaluasi pasien stroke iskemik dapat menjadi alat bantu penilaian risiko klinis yang praktis dan prediktif. Penelitian ini juga membuka peluang untuk mengembangkan model prediksi klinis berbasis biomarker yang lebih terjangkau, terutama di fasilitas kesehatan dengan sumber daya terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Haiga Y, Prima Putri Salman I, Wahyuni S. Perbedaan Diagnosis Stroke Iskemik dan Stroke Hemoragik dengan Hasil Transcranial Doppler di RSUP Dr. M. Djamil Padang. *Sci J*. 2022;1(5):391–400.
- [2]. Anggraini D, Haiga Y, Sjaaf F. Risk Factors for Cerebrovascular Disease (Stroke) in Elderly. *Risk Factors Cerebrovasc Dis Elder* [Internet]. 2023;38–44. Available from: <http://journal.scientific.id/index.php/sciena/issue/view/7>

-
- [3]. Anggraini D, Hasni D. Early Detection of Hypercholesterolemia in the Elderly. *J Abdimas Saintika*. 2021;3(2):7–12.
- [4]. Amaliah R, Mokhtar S, Namirah HA, Rachman ME, Syamsu RF. Karakteristik Kadar Profil Lipid Pada Penderita Stroke Iskemik Di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar Tahun 2017. *Wal'afiat Hosp J*. 2020;1(1).
- [5]. Huang Q, Liu Z, Wei M, Huang Q, Feng J, Liu Z, et al. The atherogenic index of plasma and carotid atherosclerosis in a community population: a population-based cohort study in China. *Cardiovasc Diabetol*. 2023;22(1):1–13.
- [6]. Liu H, Liu K, Pei L, Li S, Zhao J, Zhang K, et al. Atherogenic Index of Plasma Predicts Outcomes in Acute Ischemic Stroke. *Front Neurol*. 2021;12(October):1–10.
- [7]. Darry M, Mursidi F, Sina MI, Mandala Z. Hubungan Antara Indeks Aterogenik Plasma Dengan Nilai National Institutes Of Health Stroke Scale (NIHSS) Pada Pasien Stroke Iskemik Akut Di Rumah Sakit Pertamina Bintang Amin Bandar Lampung 2021-2022. *J Kesehat Terpadu*. 2023;2(3):189–232.
- [8]. Mianoki A, Gofir A, Nuradyo D. Korelasi Antara Indeks Aterogenik Plasma dengan Derajat Defisit Neurologis Pasien Stroke Iskemia Akut. *J Berk NeuroSains*. 2019;18(3):142–7.
- [9]. Fitri FI, Zulfikri M. Correlation between Atherogenic Index of Plasma and Lipid Profile with Cognitive Function and Their Effect on Outcome in Ischemic Stroke Patients. *eJournal Kedokt Indones*. 2023;11(2):102–8.
- [10]. Tahun B, Kandou PRD. Gambaran Kadar Hemoglobin dan Hematokrit pada Pasien Stroke Iskemik. 2024;12(3):397–402.
- [11]. Oktarina NH, Kurniawan LB, Nurahmi. An Atherogenic Index of Plasma in Type 2 Diabetes Mellitus with and without Coronary Artery Disease. *Indones J Clin Pathol Med Lab*. 2025;31(2):185–90.
- [12]. Rusdiah W, Muhiddin R, Arif M. Lipid Profile Analysis on Regular And Non-Regular Blood Donors. *Indones J Clin Pathol Med Lab* [Internet]. 2016;23(1):27–30. Available from: <http://journal.unair.ac.id/download-fullpapers-IJCPML-12-3-08.pdf>
- [13]. Tirtana E. Atherogenic Index of Plasma as A Novel Predictor of Severity in Acute Ischemic Stroke. *Int J Med Rev Case Reports*. 2022;6(0):1.
-