Peran Laju Endap Darah dalam Evaluasi Penyakit Inflamasi Kronik

Faraztya Purnama Sari[1], Putu Ristyaning Ayu Sangging[2] Risti Graharti[3]
[1,2]Fakultas Kedokteran Universitas Lampung
[3]Bagian Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Inflamasi kronik merupakan respons imun persisten akibat rangsangan inflamasi jangka panjang seperti penyakit autoimun, infeksi kronik, dan gangguan metabolik, serta berperan penting dalam patogenesis berbagai penyakit kronik. Pemantauan aktivitas inflamasi kronik membutuhkan parameter laboratorium yang mudah diakses, stabil, dan mampu mencerminkan proses inflamasi jangka panjang dalam praktik klinis. Laju endap darah (LED) atau *Erythrocyte Sedimentation Rate* (ESR) merupakan pemeriksaan hematologi non-spesifik yang masih banyak digunakan untuk menilai inflamasi sistemik. Peningkatan nilai ESR terjadi akibat perubahan protein fase akut, terutama fibrinogen dan imunoglobulin, yang menurunkan muatan permukaan eritrosit dan memicu pembentukan rouleaux sehingga mempercepat proses sedimentasi. Artikel review ini membahas peran LED dalam evaluasi penyakit inflamasi kronik dengan meninjau mekanisme peningkatan LED, keunggulan, keterbatasan, serta perbandingannya dengan biomarker inflamasi lain seperti *C-reactive protein*. LED memiliki keunggulan dalam merepresentasikan inflamasi kronik yang stabil, pemeriksaan yang sederhana, biaya relatif rendah, serta ketersediaan luas di berbagai fasilitas pelayanan kesehatan. Namun, LED memiliki keterbatasan berupa rendahnya spesifisitas dan respons yang lambat terhadap perubahan inflamasi, serta dipengaruhi oleh berbagai faktor non-inflamasi seperti usia, anemia, dan kondisi hematologis. Oleh karena itu, interpretasi LED perlu dilakukan secara komprehensif dengan mempertimbangkan kondisi klinis pasien dan dikombinasikan dengan biomarker inflamasi lain untuk mendukung penilaian aktivitas penyakit, pemantauan respons terapi, dan pengambilan keputusan klinis yang lebih akurat pada penyakit inflamasi kronik.

Kata Kunci: Biomarker inflamasi, *erythrocyte sedimentation rate*, inflamasi kronik, laju endap darah

The Role of Erythrocyte Sedimentation Rate in the Evaluation of Chronic Inflammatory Diseases

Abstract

Chronic inflammation is a persistent immune response caused by long-term inflammatory stimuli such as autoimmune diseases, chronic infections, and metabolic disorders, and plays a crucial role in the pathogenesis of many chronic conditions. Continuous evaluation of chronic inflammatory activity requires laboratory parameters that are accessible, stable, and capable of reflecting long-term inflammatory processes in clinical practice. The erythrocyte sedimentation rate (ESR) is a non-specific hematological test that remains widely used to assess systemic inflammation. Elevated ESR values result from changes in acute-phase proteins, particularly fibrinogen and immunoglobulins, which reduce erythrocyte surface charge, promote rouleaux formation, and accelerate erythrocyte sedimentation. This review discusses the role of ESR in the evaluation of chronic inflammatory diseases by examining the mechanisms underlying ESR elevation, its advantages, limitations, and comparison with other inflammatory biomarkers such as C-reactive protein. ESR offers several advantages, including its ability to reflect stable chronic inflammation, simple methodology, relatively low cost, and broad availability across healthcare settings. However, ESR has important limitations, including low specificity, slow response to changes in inflammatory activity, and susceptibility to non-inflammatory factors such as age, anemia, and hematological conditions. Therefore, ESR should not be used as a standalone diagnostic marker. Its interpretation must be integrated with clinical findings and other inflammatory biomarkers to improve the assessment of disease activity, monitoring of therapeutic response, and clinical decision-making in patients with chronic inflammatory diseases.

Keywords: Chronic inflammation, erythrocyte sedimentation rate, inflammatory biomarkers

Korespondensi: Faraztya Purnama Sari, alamat Jl.Kelapa II No. 21 Sepang Jaya, Labuhan Ratu, Bandar Lampung, No.Hp 0811666044, e-mail: faraztyaps@gmail.com

Pendahuluan

Inflamasi merupakan mekanisme pertahanan tubuh yang muncul sebagai respons terhadap berbagai rangsangan, seperti infeksi, cedera jaringan, maupun gangguan sistem imun. Pada sebagian kondisi, proses inflamasi tidak berhenti secara adekuat dan berkembang menjadi inflamasi kronik yang berlangsung lama. Keadaan ini berperan penting dalam terjadinya berbagai penyakit kronik, termasuk penyakit autoimun, penyakit kardiovaskular, dan gangguan inflamasi sistemik lainnya.

Inflamasi kronik ditandai oleh aktivasi sistem imun yang persisten serta perubahan komponen darah, sehingga diperlukan parameter laboratorium yang mampu mencerminkan aktivitas inflamasi secara berkelanjutan dalam praktik klinis.[1]

Salah satu pemeriksaan laboratorium yang masih banyak digunakan untuk menilai adanya inflamasi sistemik adalah Laju Endap Darah (LED) atau *Erythrocyte Sedimentation Rate* (ESR). Pemeriksaan ini menilai kecepatan pengendapan eritrosit dalam darah yang telah dicampur antikoagulan selama satu jam. Peningkatan nilai ESR terjadi akibat perubahan protein plasma fase akut, terutama fibrinogen dan imunoglobulin, yang memicu pembentukan agregat eritrosit (*rouleaux formation*) sehingga mempercepat proses sedimentasi. ESR bersifat non-spesifik, namun tetap dipertahankan penggunaannya karena mudah dilakukan, biaya relatif rendah, dan dapat diaplikasikan di berbagai fasilitas pelayanan kesehatan.[2]

Nilai ESR memiliki makna klinis sebagai indikator aktivitas penyakit serta sebagai alat pemantauan respons terhadap terapi. Nilai ESR yang meningkat secara menetap sering ditemukan pada kondisi seperti rheumatoid arthritis, lupus eritematosus sistemik, dan penyakit inflamasi usus. Penurunan nilai ESR umumnya sejalan dengan perbaikan klinis setelah pemberian terapi antiinflamasi atau imunosupresif. Oleh karena itu, ESR tidak hanya berperan sebagai penanda adanya inflamasi, tetapi juga membantu menilai perjalanan dan kontrol penyakit inflamasi kronik apabila diinterpretasikan bersama temuan klinis dan pemeriksaan laboratorium lainnya.[2]

Saat ini tersedia berbagai biomarker inflamasi yang lebih spesifik seperti *C-reactive protein* (CRP), peran ESR belum sepenuhnya tergantikan dalam praktik klinik. ESR dinilai lebih merepresentasikan proses inflamasi yang berlangsung kronik dan stabil, dibandingkan marker fase akut yang cenderung berubah cepat. Beberapa studi menunjukkan bahwa penggunaan ESR secara bersamaan dengan biomarker lain dapat meningkatkan ketepatan dalam menilai status inflamasi pasien serta membantu pengambilan keputusan klinis secara lebih menyeluruh.[3] Peran dan interpretasi laju endap darah dalam evaluasi penyakit inflamasi kronik sangat diperlukan. Interpretasi ESR yang mempertimbangkan kondisi klinis pasien serta hasil pemeriksaan penunjang lainnya dapat membantu dalam menilai aktivitas inflamasi, memantau perkembangan penyakit, dan mengevaluasi respons terapi secara optimal, sehingga mendukung penatalaksanaan pasien yang lebih efektif dan berkesinambungan.[2]

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel review ini disusun untuk membahas mengenai peran laju endap darah dalam evaluasi penyakit inflamasi kronik, termasuk keunggulan, keterbatasan, serta implikasi klinisnya dalam praktik.

Isi

Mekanisme Peningkatan Laju Endap Darah

Inflamasi kronik merupakan proses peradangan yang berlangsung dalam waktu lama akibat adanya rangsangan inflamasi yang menetap, seperti infeksi kronik, penyakit autoimun, atau gangguan metabolik. Kondisi ini ditandai oleh aktivasi sistem imun yang terus-menerus disertai peningkatan mediator inflamasi dan protein fase akut di dalam sirkulasi darah. Perubahan komposisi plasma, terutama peningkatan fibrinogen dan imunoglobulin memengaruhi sifat fisik darah dan berkontribusi terhadap proses agregasi eritrosit. Keadaan tersebut menjadikan pemeriksaan laboratorium tertentu dapat dimanfaatkan sebagai indikator adanya aktivitas inflamasi sistemik yang berlangsung jangka panjang.[4]

Pemeriksaan LED atau ESR merupakan salah satu pemeriksaan hematologi yang banyak digunakan untuk menilai adanya proses inflamasi dalam tubuh. Pemeriksaan ini mengukur kecepatan pengendapan eritrosit dalam plasma darah selama satu jam. Pada inflamasi kronik terjadi aktivasi sistem imun yang berlangsung persisten, ditandai dengan pelepasan sitokin proinflamasi seperti *interleukin-6* (IL-6), *tumor necrosis factor-α* (TNF-α), dan *interleukin-1* (IL-1). Sitokin-sitokin ini merangsang hati untuk meningkatkan sintesis protein fase akut, terutama fibrinogen, *C-reactive protein*, dan berbagai imunoglobulin. Peningkatan kadar protein fase akut tersebut menyebabkan perubahan komposisi plasma

darah yang berpengaruh langsung terhadap sifat fisik eritrosit, khususnya muatan permukaan dan interaksi antarsel.[2]

Peningkatan fibrinogen dan imunoglobulin menurunkan gaya tolak elektrostatik antar eritrosit (*zeta potential*), sehingga eritrosit lebih mudah saling melekat dan membentuk agregat yang dikenal sebagai *rouleaux formation*. Agregat eritrosit ini memiliki massa yang lebih besar dan lebih cepat mengendap di bawah pengaruh gravitasi dibandingkan eritrosit tunggal, sehingga menghasilkan peningkatan nilai ESR. Pada inflamasi kronik, proses ini berlangsung secara menetap karena produksi protein fase akut terjadi terus-menerus, menyebabkan nilai ESR tetap tinggi dalam jangka panjang. Berbeda dengan inflamasi akut yang bersifat fluktuatif, inflamasi kronik cenderung menunjukkan peningkatan ESR yang stabil, sehingga pemeriksaan ini dapat mencerminkan aktivitas inflamasi jangka panjang pada pasien.[5]

Keunggulan Laju Endap Darah dalam Inflamasi Kronik

Nilai ESR yang tinggi sering ditemukan pada penyakit autoimun, penyakit inflamasi usus, serta kondisi inflamasi sistemik lain, sehingga pemeriksaan ini bermanfaat sebagai indikator adanya aktivitas inflamasi jangka panjang ketika dikaitkan dengan gambaran klinis pasien.[2] Salah satu keunggulan utama ESR dibandingkan biomarker inflamasi lain adalah kemampuannya mencerminkan inflamasi yang bersifat kronik dan stabil. Berbeda dengan CRP yang berubah cepat terhadap rangsangan akut, ESR meningkat dan menurun secara lebih lambat sehingga lebih representatif untuk memantau perjalanan penyakit inflamasi kronik dalam jangka panjang. Pemeriksaan ESR juga bersifat sederhana, relatif murah, dan tersedia luas di berbagai fasilitas pelayanan kesehatan, sehingga tetap relevan terutama di daerah dengan keterbatasan akses terhadap pemeriksaan laboratorium yang lebih kompleks.[1]

Kadar ESR juga cenderung meningkat pada infeksi yang berlangsung kronik atau subakut, seperti tuberkulosis, osteomielitis kronik, endokarditis infektif subakut, dan beberapa infeksi jaringan lunak yang berkepanjangan. Pada kondisi tersebut ESR sering tetap tinggi meskipun gejala akut telah berkurang dan mencerminkan inflamasi yang masih berlangsung. Sebaliknya, pada infeksi akut yang cepat dan self-limiting, peningkatan ESR dapat lebih lambat atau kurang menonjol dibandingkan marker inflamasi akut seperti CRP, sehingga penggunaannya lebih tepat pada evaluasi infeksi kronik atau inflamasi persisten.[6]

Selain menggambarkan adanya inflamasi sistemik, LED atau ESR juga memiliki keunggulan sebagai pemeriksaan hematologi yang mampu mendeteksi berbagai kondisi inflamasi dan infeksi kronik secara luas karena tidak bergantung pada satu mediator inflamasi tertentu. Peningkatan nilai ESR terjadi akibat perubahan protein fase akut dalam plasma, sehingga pemeriksaan ini dapat digunakan sebagai alat skrining awal pada infeksi kronik, penyakit autoimun, arthritis inflamasi, serta beberapa kondisi neoplastik apabila dikombinasikan dengan evaluasi klinis yang menyeluruh. Karakteristik ini menjadikan ESR tetap relevan dalam membantu identifikasi awal gangguan inflamasi, terutama ketika sumber inflamasi belum dapat ditentukan secara pasti.[7]

Keunggulan lain dari ESR adalah kemudahan penerapannya di berbagai fasilitas pelayanan kesehatan, termasuk di daerah dengan keterbatasan sarana laboratorium. Pemeriksaan ESR tidak memerlukan teknologi diagnostik yang kompleks dan tetap memberikan informasi bermakna mengenai adanya peradangan atau kerusakan jaringan yang berlangsung lama. Studi menunjukkan bahwa ESR sering meningkat pada infeksi kronik atau subakut, seperti tuberkulosis, endokarditis infektif subakut, dan osteomielitis kronik, sehingga pemeriksaan ini bermanfaat dalam pemantauan kondisi inflamasi yang persisten di layanan kesehatan primer maupun rujukan.[6]

Pemeriksaan ESR juga memiliki nilai tambahan apabila digunakan bersama parameter inflamasi lain, seperti CRP dalam menilai status inflamasi pasien. Nilai ESR yang meningkat secara menetap dilaporkan berkorelasi dengan aktivitas inflamasi pada penyakit kardiovaskular kronik, autoimun, dan beberapa infeksi kronik tertentu, serta dapat membantu menilai progresivitas penyakit dari

waktu ke waktu karena ESR mencerminkan respons kumulatif perubahan protein fase akut, pemeriksaan ini tetap dipertimbangkan sebagai alat bantu yang sederhana namun informatif dalam pemantauan penyakit kronik dengan proses inflamasi jangka panjang.[8]

Keterbatasan Laju Endap Darah

Salah satu keterbatasan utama ESR adalah rendahnya spesifisitas terhadap proses inflamasi tertentu. Peningkatan ESR tidak selalu mencerminkan adanya inflamasi aktif, karena nilai ini dapat meningkat pada berbagai kondisi non-inflamasi seperti anemia, usia lanjut, kehamilan, gagal ginjal kronik, serta keganasan. Faktor-faktor tersebut memengaruhi komposisi plasma dan karakteristik eritrosit tanpa keterlibatan langsung proses inflamasi, sehingga penggunaan ESR sebagai indikator tunggal dapat menimbulkan interpretasi yang menyesatkan apabila tidak dikaitkan dengan konteks klinis pasien.[9]

Keterbatasan lain dari ESR adalah responsnya yang lambat terhadap perubahan aktivitas inflamasi. ESR memerlukan waktu lebih lama untuk meningkat maupun menurun dibandingkan biomarker inflamasi akut, sehingga kurang sensitif dalam mendeteksi perubahan inflamasi jangka pendek atau respons awal terhadap terapi. Pada inflamasi kronik, hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam mengevaluasi perbaikan atau eksaserbasi penyakit, terutama bila ESR digunakan tanpa pendamping biomarker lain seperti CRP.[10]

Selain itu, nilai ESR sangat dipengaruhi oleh faktor hematologis dan teknis pemeriksaan. Kelainan bentuk eritrosit seperti anemia sel sabit, sferositosis, atau polisitemia dapat menurunkan nilai ESR meskipun inflamasi sedang berlangsung. Variasi metode pemeriksaan dan kondisi pra-analitik juga dapat memengaruhi hasil ESR, sehingga reliabilitasnya sebagai indikator inflamasi kronik menjadi terbatas. Oleh karena itu, banyak literatur menekankan bahwa ESR sebaiknya digunakan sebagai pemeriksaan penunjang dan tidak berdiri sendiri dalam evaluasi penyakit inflamasi kronik.[11]

Perbandingan Laju Endap Darah dengan Biomarker Inflamasi Lain

Perbandingan ESR dengan biomarker lain seperti CRP yaitu, ESR mencerminkan perubahan fisik darah akibat peningkatan protein fase akut dan cenderung meningkat secara perlahan, sedangkan CRP diproduksi langsung oleh hati sebagai respons terhadap sitokin proinflamasi dan menunjukkan peningkatan yang lebih cepat. Perbedaan mekanisme ini menyebabkan ESR lebih representatif untuk menilai inflamasi yang bersifat kronik dan menetap, sementara CRP lebih sensitif dalam mendeteksi inflamasi akut dan perubahan inflamasi jangka pendek.[12]

Biomarker inflamasi lain seperti prokalsitonin (PCT) dan *interleukin-6* (IL-6) memiliki peran yang lebih spesifik, terutama dalam konteks infeksi bakteri dan respons inflamasi akut. PCT lebih unggul dalam membedakan infeksi bakteri dari non-bakteri, sedangkan IL-6 mencerminkan aktivasi imun yang sangat dini. Biomarker-biomarker tersebut memiliki keterbatasan dalam pemantauan inflamasi kronik karena fluktuasinya yang cepat dan biaya pemeriksaan yang relatif lebih tinggi. ESR tetap memiliki keunggulan sebagai pemeriksaan sederhana yang dapat menggambarkan status inflamasi jangka panjang, terutama pada penyakit inflamasi kronik non-infeksius. Kombinasi ESR dengan biomarker inflamasi lain memberikan nilai diagnostik dan pemantauan yang lebih baik dibandingkan penggunaan satu parameter saja. ESR yang meningkat secara persisten bersamaan dengan CRP yang normal atau sedikit meningkat dapat mengindikasikan inflamasi kronik yang stabil, sedangkan peningkatan kedua parameter secara bersamaan lebih mengarah pada inflamasi aktif atau eksaserbasi penyakit. Pendekatan kombinatif ini dinilai lebih akurat dalam mengevaluasi aktivitas penyakit dan respons terapi, khususnya pada penyakit autoimun dan inflamasi kronik, dibandingkan interpretasi tunggal salah satu biomarker.[13]

Ringkasan

Inflamasi kronik merupakan respons imun yang berlangsung menetap akibat rangsangan inflamasi yang persisten, seperti

infeksi kronik, penyakit autoimun, dan gangguan metabolik. Kondisi ini ditandai oleh aktivasi sistem imun berkelanjutan serta peningkatan mediator inflamasi dan protein fase akut yang memengaruhi komposisi darah. LED atau ESR merupakan pemeriksaan hematologi non-spesifik yang mencerminkan perubahan protein plasma, terutama fibrinogen dan imunoglobulin, sehingga terjadi agregasi dan peningkatan laju sedimentasi. Pada inflamasi kronik, mekanisme ini berlangsung menetap, menyebabkan nilai ESR cenderung stabil dan meningkat dalam jangka panjang serta merefleksikan aktivitas inflamasi sistemik yang persisten.

Nilai ESR memiliki peran penting sebagai indikator aktivitas penyakit dan alat pemantauan respons terapi pada berbagai penyakit inflamasi kronik, termasuk penyakit autoimun dan infeksi kronik tertentu. Keunggulan ESR terletak pada kemampuannya merepresentasikan inflamasi kronik yang stabil, pemeriksaan yang sederhana, biaya relatif rendah, serta ketersediaannya yang luas. Namun, ESR memiliki keterbatasan berupa rendahnya spesifisitas dan respons yang lambat terhadap perubahan inflamasi, serta dipengaruhi oleh berbagai faktor non-inflamasi. Interpretasi ESR perlu dikombinasikan dengan evaluasi klinis dan biomarker inflamasi lain seperti CRP untuk memperoleh penilaian status inflamasi yang lebih akurat dan komprehensif.

LED merupakan pemeriksaan hematologi non-spesifik yang mencerminkan perubahan protein fase akut dan agregasi eritrosit pada inflamasi kronik. Nilai LED cenderung meningkat secara stabil pada proses inflamasi jangka panjang dan berperan sebagai indikator aktivitas penyakit serta pemantauan respons terapi. Keunggulan LED meliputi kemudahan pemeriksaan, biaya rendah, dan ketersediaan luas. Keterbatasannya meliputi rendahnya spesifisitas dan pengaruh faktor non-inflamasi. Secara klinis, LED paling bermanfaat bila digunakan sebagai alat pemantauan longitudinal dan dikombinasikan dengan biomarker lain serta evaluasi klinis pasien.

Simpulan

Laju endap darah tetap memiliki peran penting dalam evaluasi penyakit inflamasi kronik, terutama sebagai alat pemantauan inflamasi jangka panjang yang sederhana dan mudah diakses. Dalam praktik klinik primer, LED dapat digunakan sebagai pemeriksaan awal dan pemantauan rutin pada pasien dengan dugaan atau diagnosis penyakit inflamasi kronik yang stabil. Pada layanan rujukan, LED sebaiknya dikombinasikan dengan biomarker inflamasi lain seperti CRP untuk meningkatkan akurasi penilaian aktivitas penyakit dan respons terapi. Penggunaan LED secara tepat dan terintegrasi dengan evaluasi klinis dapat mendukung pengambilan keputusan klinis yang lebih rasional dan berkesinambungan.

Daftar Pustaka

1. Pelagalli M, Cangemi R, Raffaele A. The role of erythrocyte sedimentation rate in inflammatory evaluation. Diseases. 2023;11(4):169.
2. Tishkowski K. Erythrocyte sedimentation rate. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [cited 2025 Jan 10]. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557485/
3. Tomassetti F, Caponi L, Plebani M. Performance evaluation of automated erythrocyte sedimentation rate analyzers in a multicentric study. Diagnostics. 2024;14(18):2011.
4. Ms R. Erythrocyte sedimentation rate and *C-reactive protein* as markers of systemic inflammation. Diponegoro Medical Journal. 2023;2(1):98-104.
5. Sanaky MJ. Correlation between erythrocyte sedimentation rate and hs-CRP as inflammatory markers in cardiovascular patients. Jurnal Kesehatan Poltekkes Denpasar. 2024;12(3):19-25.
6. Briggs C, Bain BJ, Harrison P. Basic haematological techniques and inflammatory markers. Int J Lab Hematol. 2021;43(Suppl 1):1–10. d
7. Harrison P, Robinson MS, Briggs C. The erythrocyte sedimentation rate: Old and new clinical applications. Br J Haematol. 2020;189(4):629–639.

8. Sakkas LI, Daoussis D, Mavropoulos A. Markers of disease activity and prognosis in chronic inflammatory diseases. Autoimmun Rev. 2022;21(5):103050.
9. McPherson RA, Pincus MR. Henry's clinical diagnosis and management by laboratory methods. 24th ed. Philadelphia: Elsevier; 2021.
10. Pagana KD, Pagana TJ, Pagana TN. Mosby's diagnostic and laboratory test reference. 15th ed. St. Louis: Elsevier; 2022.
11. Sox HC, Liang MH. The erythrocyte sedimentation rate: Guidelines for rational use. Ann Intern Med. 2020;172(6):453–454.
12. Pepys MB, Hirschfield GM. *C-reactive protein*: A critical update. J Clin Invest. 2020;130(4):2009–2019.
13. Lippi G, Sanchis-Gomar F, Cervellin G. Procalcitonin in inflammatory disorders: A clinical perspective. Clin Chim Acta. 2020;505:90–97.