

# Pengaruh Lama Simpan dan Konsentrasi Antikoagulan Natrium Sitrat terhadap Laju Endap Darah

Ishma Dwi Fitriani<sup>1\*</sup>, Eem Hayati<sup>2</sup>, Adang Durachim<sup>2</sup>, Wiwin Wiryanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Bandung

<sup>2</sup> Bidang Hematologi, Poltekkes Kemenkes Bandung

## Abstrak

Pemeriksaan LED harus dilakukan maksimal 2 jam setelah pengambilan darah, jika dilakukan setelah lebih dari 2 jam bentuk eritrosit akan menjadi lebih bulat dan menyebabkan nilai LED menjadi rendah. Pada pemeriksaan LED konsentrasi dari antikoagulan Natrium Sitrat dapat mempengaruhi hasil, penurunan konsentrasi akan menyebabkan larutan hipotonik sehingga hasil LED menjadi rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh lama simpan dan konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat terhadap nilai Laju Endap Darah. Metode penelitian yang dilakukan adalah secara quasi eksperimen dengan subjek penelitian yaitu spesimen darah normal. Data hasil penelitian diuji secara statistik dengan uji *General Linear Model (GLM) – repeated measure*. Hasil statistik pada lama simpan didapatkan nilai sig  $0,000 < 0,05$  disimpulkan bahwa terdapat pengaruh lama simpan darah 3 jam terhadap nilai LED, sedangkan pada konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat didapatkan nilai sig  $0,099 > 0,05$ . Dapat disimpulkan tidak ada pengaruh konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat 3,8% dan 3,0% terhadap nilai LED.

**Kata Kunci :** antikoagulan, konsentrasi, lama simpan, Laju Endap Darah, Natrium Sitrat

## The Effect of Storage Time and Sodium Citrat Anticoagulant Concentration on Erythrocyte Sedimentation Rate

### Abstract

The ESR test should be performed at least 2 hours after blood sampling, if performed more than 2 hours later, the erythrocyte shape becomes more spherical and causes a low ESR value. In the ESR examination, the concentration of sodium citrate anticoagulant can affect the results, a decrease in concentration will cause a hypotonic solution so that the ESR results will be low. This research aims to determine whether there is an effect of shelf life and concentration of sodium citrate anticoagulant on the value of ESR. The research method carried out was quasi-experimental with the research subject being normal blood specimens. The research data were statistically tested with the General Linear Model (GLM) test - repeated measure. Statistical results on the length of storage obtained sig value  $0,000 < 0,05$  concluded that there is an effect of 3 hours of blood storage on ESR values, while at the concentration of sodium citrate anticoagulant obtained sig value  $0,099 > 0,05$ . The conclusion that there is no effect of sodium citrate anticoagulant concentration 3.8% and 3.0% on ESR values.

**Keywords:** : anticoagulant, concentration, Erythrocyte Sedimentation Rate, Sodium Citrat, storage time

---

**Korespondensi:** Ishma Dwi Fitriani, Program Studi Sarjana Terapan, Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung, Jalan Babakan Loa, Kec. Pasir Kaliki, Kota Cimahi, Jawa Barat, *mobile* 088975502599, *e-mail* ishmadf20@gmail.com

## Pendahuluan

Pemeriksaan hematologi rutin merupakan pemeriksaan darah lengkap, pemeriksaan yang biasa dilakukan adalah pemeriksaan jumlah leukosit dan LED (Nugraha, 2017). Laju Endap Darah (LED) digunakan untuk memantau kondisi penyakit karena autoimun, infeksi, atau tumor yang menyebabkan peradangan dalam tubuh dan terjadinya peningkatan aktivitas tersebut. Pemeriksaan LED merupakan pemeriksaan untuk mengetahui laju pengendapan atau sedimentasi sel darah merah dalam plasma pada tabung vertikal dalam waktu tertentu dan dibaca dalam mm/jam. Metode pemeriksaan LED terdapat dua jenis, yaitu metode manual dan otomatis (McKenzie & Williams, 2015).

Terdapat dua metode pemeriksaan LED dengan cara manual, salah satunya adalah metode Westergreen yang merupakan metode sederhana sehingga banyak digunakan. Gold standar untuk menentukan nilai LED adalah metode Westergren yang direkomendasikan oleh *Clinical Laboratory Standard Institute* (CLSI) dan *Internasional Committee for Standardization in Hematology* (ICSH), metode Westergren mengukur panjang akhir sedimentasi atau dengan membaca tinggi plasma (JOU et al., 2011; Kratz et al., 2017).

Pemeriksaan LED dengan metode Westergren menggunakan darah yang telah ditambahkan natrium sitrat sebagai antikoagulan. Kehadiran antikoagulan sangat penting dalam pemeriksaan LED karena berfungsi untuk mencegah pembentukan bekuan darah dengan mengikat dan mengendapkan ion kalsium. Salah satu jenis antikoagulan yang sering digunakan dalam pemeriksaan hematologi adalah natrium sitrat, yang konsentrasinya bervariasi tergantung pada jenis pemeriksaan yang dilakukan. Sebagai contoh, pemeriksaan LED umumnya menggunakan natrium sitrat 3,8% (Kiswari, 2014).

Spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah darah yang diencerkan menggunakan Natrium Sitrat dengan konsentrasi 3,8% dan 3,0%, dengan perbandingan 4 volume darah dan 1 volume sitrat. Banyaknya permintaan pemeriksaan LED menyebabkan semakin sedikitnya stok antikoagulan Natrium Sitrat 3,8%. Didapatkan bahwa pada laboratorium kesehatan melakukan pemeriksaan LED menggunakan antikoagulan dengan konsentrasi 3,0%. Terbatasnya penggunaan Natrium Sitrat karena masalah

biaya dan sedikitnya ketersediaan, terutama di laboratorium sederhana. sehingga diperlukan cara alternatif yang dapat dilakukan untuk pemeriksaan LED.

Terdapat faktor lain yang bisa mempengaruhi hasil yaitu lama simpan darah. Semakin banyaknya permintaan pemeriksaan di laboratorium sehingga menyebabkan pemeriksaan dapat tertunda. Menunda pemeriksaan akan mempengaruhi hasil yang diperoleh dan dapat menimbulkan kesalahan. Hal tersebut merupakan tahap pra analitik yang memiliki peran tinggi terhadap hasil pemeriksaan dan memberikan kontribusi besar pada kesalahan laboratorium. Waktu penyimpanan darah sitrat maksimal 24 jam pada suhu 4°C dan 2 jam pada suhu ruang. Perlunya mempertimbangkan jenis antikoagulan dan jenis sampel sebagai syarat dalam penyimpanan spesimen untuk beberapa pemeriksaan (Nugraha, 2017; Santoso et al., 2008).

Berdasarkan penelitian terdahulu dengan penyimpanan pada suhu ruang yang dilakukan Sari (2018) menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang menunjukkan bahwa LED (hasil tes) penggunaan Natrium Sitrat dengan konsentrasi 3,2% menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan konsentrasi 3,8%, dengan perbandingan 9:1 tidak sesuai perbandingan pada pemeriksaan LED. Selain itu, menurut Khongwichit *et al.*, (2022) menggunakan konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat 3,2% dalam penelitian mereka terhadap Laju Endap Darah. Selain itu, penelitian oleh Candrakirana (2018) menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam nilai LED antara pemeriksaan langsung dan pemeriksaan yang ditunda selama 6 jam pada suhu ruang. Terdapat penelitian yang dilakukan Hamdi (2021) menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam nilai LED antara pengujian langsung dan pengujian pada darah yang disimpan selama 4 jam. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian mengenai pengaruh penyimpanan darah dalam waktu tertentu dan variasi konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat 3,8% dan 3,0%. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari kedua faktor tersebut terhadap Nilai Laju Endap Darah.

## Metode

Penelitian ini telah disetujui secara etik oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Kemenkes Bandung dengan nomor: 57/KEPK/EC/V/2024). Menggunakan jenis penelitian *Quasi Eksperimen* pada penelitian ini. Penelitian melibatkan variasi waktu penyimpanan dan konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat.

Penelitian ini menggunakan sampel darah normal dari 8 orang subjek.

Dalam penelitian ini, antikoagulan yang digunakan yaitu Natrium Sitrat dengan konsentrasi 3,8% dan 3,2%. Pertama-tama, Natrium Sitrat dalam bentuk serbuk seberat masing-masing 3,8 gram dan 3,0 gram ditimbang menggunakan neraca analitik. Kemudian serbuk Natrium Sitrat dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berbeda dan dilarutkan dengan aquadest. Setelah itu, campuran dihomogenkan hingga larut menggunakan batang pengaduk. Selanjutnya, larutan dipindahkan ke dalam labu ukur berukuran 100 mL dan ditambahkan aquadest hingga mencapai garis batas, kemudian dihomogenkan kembali. Larutan yang sudah jadi kemudian dipindahkan ke dalam botol tertutup yang sudah diberi label antikoagulan Natrium Sitrat konsentrasi 3,8% dan 3,0% (Sari, 2018).

Alat dan bahan untuk pengambilan darah vena disiapkan. Pasien diposisikan duduk dengan posisi yang nyaman, dan minta salah satu lengan untuk diluruskan. *Tourniquet* dipasang 3 hingga 4 jari dari lipatan siku, dan pasien diminta untuk mengepalkan tangan. Vena dilakukan palpasi dan tentukan vena yang terlihat atau teraba dengan jelas. Lokasi penusukan dilakukan disinfeksi dengan alkohol swab 70% secara melingkar dari bagian dalam keluar, dan biarkan hingga kering. Kemudian lakukan penusukan darah vena dengan sudut 15-30° antara jarum suntik dengan kulit. *Tourniquet* dilepaskan dan minta membuka kepalan tangan secara perlahan. Bagian toraks *syringe* ditarik sampai jumlah darah mencukupi kebutuhan yang diperlukan. Kemudian, kapas kering diletakkan di atas jarum dan *syringe* ditarik perlahan. Bekas tusukan ditekan perlahan dengan kapas selama beberapa menit untuk menghentikan pendarahan (Gandasoebrata, 2011).

Prinsip utama dari Laju Endap Darah (LED) adalah proses pemisahan sel darah merah dalam plasma, yang dapat menunjukkan tingkat peradangan dan fase akut dari protein (Hikmah & Tarigan, 2022). Prinsip dari

pengukuran LED dengan metode Westergren melibatkan pengambilan darah vena yang ditambahkan antikoagulan, dimasukkan ke dalam tabung Westergren secara tegak lurus, untuk mengukur kecepatan sedimentasi eritrosit. Metode ini menggambarkan komposisi plasma serta perbandingan antara eritrosit dan plasma. Hasil pemeriksaan LED dipengaruhi oleh berat dan luas permukaan sel darah, serta gaya gravitasi. Sel darah yang lebih berat cenderung mengendap lebih cepat, sedangkan semakin luas permukaan maka mengendap lebih lama (Dekayana, 2019).

Pemeriksaan Laju Endap Darah (LED) metode Westergren dilakukan dengan memindahkan 1,6 mL sampel darah dari spuit ke dalam tabung reaksi yang berisi 0,4 mL Natrium Sitrat 3,8 % dan 3,0%, menghasilkan perbandingan darah dan Natrium Sitrat 3,8% dan 3,0% yaitu 4:1. Setelah itu, spesimen darah dihomogenkan dalam tabung reaksi. Kemudian, spesimen darah dihisap ke dalam tabung Westergren hingga mencapai skala 0 mm. Tabung Westergren ditempatkan secara vertical pada rak tabung Westergren. Eritrosit dibiarkan mengendap selama 1 jam. Tinggi endapan eritrosit dibaca dari tanda batas 0 dalam satuan mm perjam (Rahmawati et al., 2019).

Hasil pemeriksaan Laju Endap Darah (LED) dianalisis dan disajikan dalam bentuk tabel atau grafik untuk mengevaluasi pengaruh variasi waktu penyimpanan dan konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat. Setelah data terkumpul, data akan diuji normalitas, apabila distribusi data normal, analisis statistik yang digunakan adalah *General Linear Model (GLM) - repeated measures* dengan *software IBM SPSS Statistics 25*.

## Hasil

Data hasil pemeriksaan LED disajikan pada tabel 1. Nilai N atau banyaknya responden yang digunakan, dalam penelitian ini terdapat 8 responden yang dilakukan pemeriksaan nilai LED dengan lama simpan selama 0 jam dan 3 jam menggunakan antikoagulan Natrium Sitrat konsentrasi 3,8% dan 3,0%. Nilai rata-rata atau Mean dari masing-masing pemeriksaan LED tersebut memperoleh hasil yang berbeda dari setiap lama simpan maupun konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat. Berdasarkan tabel 1 menunjukkan terjadinya penurunan pada hasil pemeriksaan LED menggunakan lama simpan 0 jam dengan 3 jam dan antikoagulan Natrium Sitrat konsentrasi 3,8% dan 3,0%.

Hasil uji *General Linear Model (GLM) – Repeated Measures* berdasarkan tabel 2 dapat dilihat pengaruh lama simpan selama 0 jam dengan 3 jam menggunakan antikoagulan Natrium Sitrat konsentrasi 3,8% dan 3,0% terhadap hasil nilai Laju Endap Darah (LED), dilihat dari nilai Sig yaitu terdapat pengaruh yang bermakna antara lama simpan 0 jam dengan 3 jam terhadap nilai LED. Selanjutnya dapat dilihat pengaruh antikoagulan Natrium Sitrat konsentrasi 3,8% dan 3,0%, dimana antara kedua antikoagulan tersebut tidak terdapat pengaruh yang bermakna.

**Tabel 1** Hasil pemeriksaan nilai Laju Endap Darah (LED) menggunakan lama simpan 0 jam dengan 3 jam dengan antikoagulan Natrium Sitrat konsentrasi 3,8% dan 3,0%

No. sampel	Nilai Laju Endap Darah (mm/jam)			
	Natrium Sitrat 3,8%		Natrium Sitrat 3,0%	
	0 jam	3 jam	0 jam	3 jam
1	8	6	7	6
2	11	9	10	8
3	9	8	6	6
4	12	8	11	7
5	7	6	7	5
6	9	7	6	5
7	7	7	6	5
8	10	9	9	8
Mean	9,13	7,50	7,75	6,25

**Tabel 2** Hasil uji *General Linear Model (GLM) – Repeated Measures*

Kelompok Data	Sig	Hasil	Kesimpulan	
Lama Simpan	0 jam vs 3 jam	0,000	Sig. < 0,05	Terdapat pengaruh
	3 jam vs 0 jam	0,000	Sig. < 0,05	Terdapat pengaruh
Konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat	3,8% vs 3,0%	0,099	Sig. > 0,05	Tidak terdapat pengaruh
	3,0% vs 3,8%	0,099	Sig. > 0,05	Tidak terdapat pengaruh

\* Uji *General Linear Model (GLM) – Repeated Measures* menunjukkan terdapat pengaruh diantara lama simpan 0 jam dengan 3 jam, dan tidak terdapat pengaruh diantara antikoagulan Natrium Sitrat 3,8% dan 3,0%.

## Pembahasan

Setelah analisis statistika menggunakan *General Linear Model (GLM) – Repeated Measures* didapat nilai Sig. 0,000 < 0,05. Dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara lama penyimpanan selama 0

jam dengan 3 jam terhadap nilai LED. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Hamdi (2021) yang menunjukkan perbedaan signifikan dalam nilai LED antara pemeriksaan langsung dan darah yang disimpan selama 4 jam.

Penurunan nilai LED terjadi karena beberapa factor, salah satunya adalah penundaan dalam melakukan pemeriksaan. Pemeriksaan LED sebaiknya dilakukan maksimal 2 jam setelah pengambilan darah, eritrosit cenderung berubah menjadi lebih *sferis*. Eritrosit normal memiliki bentuk bikonkaf tanpa inti dan mengandung hemoglobin, yang memberikan warna merah pada darah (Wahyudi et al., 2020). Perubahan bentuk eritrosit dapat disebabkan berkurangnya ATP (Adenosina trifosfat) perubahan bentuk eritrosit dapat disebabkan oleh penurunan kadar ATP (Adenosina trifosfat) dalam eritrosit, yang dapat menurun hingga 80-90% selama penyimpanan dan menyebabkan perubahan morfologi (Isti et al., 2018).

Perubahan morfologi eritrosit terjadi secara bertahap. Pada tahap awal, terjadi perubahan bentuk menjadi *echinocytes* dengan tonjolan, yang kemudian dapat berkembang menjadi *spherocytes* pada tahap berikutnya. Tahap selanjutnya adalah eritrosit mengalami perubahan menjadi teardrop yang akhirnya membesar (*swelled cell*) dan pecah. Perubahan ini disebabkan oleh hilangnya viabilitas eritrosit dan hemolisis, yang mengakibatkan perubahan bentuk sel eritrosit. Eritrosit memerlukan ATP untuk mempertahankan kehidupannya, penurunan kadar ATP akan menyebabkan kerusakan pada membran lipid, akumulasi natrium dan kalsium intraseluler, serta penurunan kadar potassium dan level air intraseluler, sehingga menyebabkan dehidrasi sel yang dapat membuat membrane mudah pecah dan kaku (Wismaya, 2019)

Bentuk eritrosit tersebut cenderung berbentuk bulat dan mengalami perubahan dari cakram bikonkaf, sehingga menghambat pembentukan *rouleaux* (Tishkowski & Gupta, 2023). Bentuk sel darah merah yang tidak normal akan menghambat terbentuknya *rouleaux* dan dapat menurunkan nilai LED (Bray et al., 2016). Eritrosit mengendap cukup lambat karena gaya gravitasi massa eritrosit. Tetapi, ketika eritrosit berkumpul, mereka mengendap dengan relatif cepat karena peningkatan proporsional massa totalnya melebihi peningkatan proporsional volumenya. Oleh karena itu penentu utama nilai LED

adalah agregasi eritrosit atau penggumpalan eritrosit (Pizzorno & Murray, 2020).

Data hasil penelitian mengenai pengaruh konsentrasi antikoagulan terhadap LED setelah diuji statistika dengan *General Linear Model (GLM) – Repeated Measures* diperoleh nilai Sig.  $0,099 < 0,05$  yang menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada sampel darah yang menggunakan antikoagulan Natrium Sitrat konsentrasi 3,8% dan 3,0% terhadap nilai LED. Meskipun secara statistik tidak ada pengaruh yang signifikan, konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat 3,0% didapatkan rata-rata hasil pemeriksaan LED menunjukkan penurunan dibandingkan dengan penggunaan konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat 3,8%. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Khongwichit et al. (2022), yang menggunakan konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat 3,2% untuk pemeriksaan Laju Endap Darah (LED). Selain itu, temuan ini mendukung penelitian yang dilakukan oleh Aini (2017), yang menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi antikoagulan Natrium Sitrat 3,2% sebagai alternatif dapat menyebabkan penurunan nilai LED dari konsentrasi 3,8% ke 3,2%.

Antikoagulan Natrium Sitrat merupakan bahan yang memiliki sifat isotonik dan mampu mencegah pembekuan darah tanpa mengubah bentuk eritrosit jika digunakan dalam takaran yang tepat. Larutan ini memiliki tekanan osmosis yang seimbang dengan cairan dalam sel manusia, sehingga tidak memengaruhi kondisi darah. Bentuk eritrosit dapat dipengaruhi oleh osmolaritas lingkungan sekitarnya (Kiswari, 2014; Nugraha, 2017). Natrium Sitrat menghambat aktivitas faktor pembekuan dengan cara mengikat kalsium dan membentuk kompleks kalsium sitrat, sehingga menghambat pembentukan fibrinogen menjadi fibrin (bekuan).

Konsentrasi antikoagulan yang tidak tepat dapat mengakibatkan pembengkakan sel, hemolisis, atau krenasi. Penurunan konsentrasi Natrium Sitrat akan menyebabkan larutan hipotonik, yang memiliki tekanan osmotik lebih rendah daripada larutan lainnya. Larutan hipotonik menyebabkan air bergerak ke dalam sitoplasma eritrosit, menyebabkan eritrosit mengembang (*plasmoptysis*) dan kemudian pecah (hemolisis). Ketika sel ditempatkan dalam larutan yang tekanan osmotiknya lebih rendah (hipotonik), air dari luar akan masuk ke dalam sel menyebabkan sel membengkak dalam proses ini disebut *plasmotipse*. Membran eritrosit memiliki toleransi osmotik, yang berarti bahwa dalam konsentrasi medium

tertentu, sel masih dapat bertahan tanpa mengalami lisis. Pada konsentrasi tertentu dari larutan, tidak semua eritrosit akan mengalami hemolisis, menunjukkan bahwa toleransi osmotik membran eritrosit bervariasi. Eritrosit yang lebih tua memiliki membran dengan toleransi osmotik yang rendah (mudah pecah), sementara eritrosit yang lebih muda memiliki toleransi osmotik yang lebih tinggi (tidak mudah pecah) (Goodhead & MacMillan, 2017; Putri, 2018).

Berdasarkan sifat larutan hipotonik, cairan dengan konsentrasi lebih rendah daripada konsentrasi plasma/serum normal akan mengalir ke dalam eritrosit. Akibatnya, eritrosit mengalami pembengkakan, yang mengakibatkan penurunan volume plasma. Hal ini menyebabkan peningkatan viskositas darah dan membuat darah sulit mengendap, sehingga nilai Laju Endap Darah (LED) menjadi rendah (Lopez & Hall, 2023; Pratama et al., 2019).

Dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh lama simpan spesimen darah sitrat selama 3 jam pada suhu ruang terhadap nilai LED dan tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada antikoagulan Natrium Sitrat konsentrasi 3,8% dan 3,0% terhadap nilai LED.

Saran penelitian ini ialah dilakukan penelitian lebih lanjut dengan subjek penelitian spesimen abnormal terhadap pemeriksaan LED.

## Daftar Pustaka

- Aini, R. (2017). Perbandingan Hasil Pemeriksaan Laju Endap Darah (LED) Metode Westergren dengan Menggunakan Natrium Sitrat 3,2% dan 3,8%. *Sekolah Tinggi Analisis Bakti Asih Bandung*.
- Bray, C., Bell, L. N., Liang, H., Haykal, R., Kaiksow, F., Mazza, J. J., & Yale, S. H. (2016). Erythrocyte Sedimentation Rate and C-reactive Protein Measurements and Their Relevance in Clinical Medicine. *WMJ: Official Publication of the State Medical Society of Wisconsin*, 115(6), 317–321.
- Dekayana, A. (2019). *Hitung Laju Endap Darah (LED)* (Carsel, Syamsunie). Uwa's Inspirasi Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=rYKGDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false>

- Gandasoebrata, R. (2011). *Penuntun Laboratorium Klinik* (Cetakan Kelimabelas). Dian Rakyat.
- Goodhead, L. K., & MacMillan, F. M. (2017). Measuring osmosis and hemolysis of red blood cells. *Advances in Physiology Education*, 41(2), 298–305. <https://doi.org/10.1152/advan.00083.2016>
- Hamdi, A. (2021). Perbedaan Laju Endap Darah Antara Darah yang Segera Diperiksa dengan Darah Simpan 4 Jam. *Universitas Perintis Indonesia*.
- Hikmah, A. M., & Tarigan, W. M. (2022). Perbedaan Nilai Laju Endap Darah (Led) dengan Metode Westergreen Manual dan Automatic Convergys Esr 10s di Puskesmas Pasar Minggu. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(5), 669–675. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i5.1004>
- Isti, R., Rofinda, Z. D., & Husni, H. (2018). Gambaran Morfologi Eritrosit Packed Red Cell Berdasarkan Waktu Penyimpanan Di Bank Darah RSUP Dr. M. Djamil Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7, 17. <https://doi.org/10.25077/jka.v7i0.819>
- Khongwichit, S., Saelim, M., Na-Songkhla, Y., Buncherd, H., Nopparatana, C., & Srinoun, K. (2022). Method Verification of the Caretium XC-A30 Automated Erythrocyte Sedimentation Rate Analyser for Erythrocyte Sedimentation Rate. *The Malaysian Journal of Medical Sciences : MJMS*, 29(5), 39–47. <https://doi.org/10.21315/mjms2022.29.5>
- Kiswari, R. (2014). *Hematologi & Transfusi*. Penerbit Erlangga.
- Lopez, M. J., & Hall, C. A. (2023). Physiology, Osmosis. *StatPearls*.
- Nugraha, G. (2017). *Panduan Pemeriksaan Laboratorium Hematologi Dasar* (Edisi 2). CV. Trans Info Media.
- Pizzorno, J. E., & Murray, M. T. (2020). Erythrocyte Sedimentation Rate. In *Textbook of Natural Medicine* (Fifth Edition, pp. 121-124.e1). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-43044-9.00011-X>
- Pratama, T., Sarihati, I. G. A. D., S, C. D. W. H., & Bekti, H. S. (2019). Perbedaan Hasil Laju Endap Darah Metode Westergren Pada Darah Etylen Diamine Tetra-Acetic Acid Menggunakan Diluen Natrium Sitrat dengan Natrium Klorida. *Meditory*, 72(2), 102–109.
- Putri, A. S. (2018). *Pengaruh Tekanan Osmotik Terhadap Membran Eritrosit*.
- Rahmawati, C., Aini, & Ramadanti. (2019). Pengaruh Dosis Antikoagulan EDTA 10% dan Natrium Sitrat 3,8% Pada Pemeriksaan Laju Endap Darah. *Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmiah Kesehatan*, 5(1), 79–85.
- Sari, D. F. (2018). Hasil Pemeriksaan LED Menggunakan Antikoagulan Natrium Sitrat 3,8% dan Antikoagulan Natrium Sitrat 3,2%. *STIKes ICMe Jombang*.
- Tishkowsky, K., & Gupta, V. (2023). Erythrocyte Sedimentation Rate. *Stat Pearls*.
- Wahyudi, N. I., Salnus, S., & Fitriani. (2020). Gambaran Eritrosit Pada Apusan Darah Tepi Menggunakan Pewarna Alami Ubi Ungu (*Ipomoea Batatas L.*). *Jurnal TLM Blood Smear*, 1(1), 12–17.
- Wismaya, H. S. (2019). Pengaruh Morfologi dan Jumlah Sel Darah Merah Terhadap Karakteristik Nilai Impedansi Whole Blood Cell Menggunakan Metode Spektroskopi Impedansi Listrik. *Tesis: Universitas Brawijaya, Malang*.