

**HASIL PEMERIKSAAN LED DENGAN METODE
WESTERGREEN POSISI TEGAK LURUS SELAMA 1 JAM DAN
POSISI MIRING 45° SELAMA 5 MENIT : STUDI KASUS**

KARYA TULIS ILMIAH

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma 3 Teknologi Laboratorium Medis di STIKes Karsa Husada Garut

Disusun oleh :

Dendika Rahman

NIM : KHGE22043



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN KARSA HUSADA
GARUT PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI
LABORATORIUM MEDIS 2025**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Amd.Kes., baik dari STIKes Karsa Husada. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di STIKes Karsa Husada Garut.

Garut, 16 Mei 2025

Yang membuat pernyataan



Dendika Rahman

NIM: KHGE22043

LEMBAR PERSETUJUAN

**JUDUL : HASIL PEMERIKSAAN LED DENGAN METODE
WESTERGREEN POSISI TEGAK LURUS SELAMA 1 JAM
DAN MIRING 45° SELAMA 5 MENIT° : STUDI KASUS**

NAMA : DENDIKA RAHMAN

NIM : KHGE22043

KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan untuk menempuh ujian pada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis
STIKes Karsa Husada Garut
Garut, 16 Mei 2025

Menyetujui

Pembimbing

Meti Rizki Utari, SKM., M.KM

NIP : 043298.0915.133

Mengetahui

Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis

M. Hadi Sulhan, S.Si, M.Sc

NIP : 043298.0315.131

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL **HASIL PEMERIKSAAN LED DENGAN METODE**
***WESTERGREEN* POSISI TEGAK LURUS SELAMA 1 JAM**
DAN MIRING 45° SELAMA 5 MENIT° : STUDI KASUS
NAMA **: DENDIKA RAHMAN**
NIM **: KHGE22043**

KARYA TULIS ILMIAH

Karya Tulis Ilmiah ini telah disidangkan dihadapan tim penguji Program Studi
D3 Teknologi Laboratorium Medis STIKes Karsa Husada Garut
Garut, 21 Mei 2025

Menyetujui,

Penguji I



Sugiah S. SI., M. Biotek, AIFO
NIP: 0432980122162

Penguji II



Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd
NIP: 0432981013118

Mengetahui,

¹ Ketua prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



M. Hadi Sulhan, S.Si, M.Sc
NIP : 043298.0315.131

Mengesahkan,

Pembimbing



Meti Rizki Utari, SKM., M.KM
NIP : 043298.0915.133

ABSTRAK

HASIL PEMERIKSAAN LED DENGAN METODE *WESTERGREEN* POSISI TEGAK LURUS SELAMA 1 JAM DAN MIRING 45° SELAMA 5 MENIT: STUDI KASUS

Pemeriksaan LED merupakan pemeriksaan mengukur kecepatan pengendapan eritrosit dan menggambarkan komposisi plasma perbandingannya antara eritrosit dan plasma. LED dipengaruhi sel darah dan luas permukaan gravitasi bumi. Makin berat sel darah makin cepat Laju endapnya dan makin luas permukaan sel makin lambat pengendapannya. LED dapat dipakai sebagai sarana pemantauan keberhasilan terapi, perjalanan penyakit terutama penyakit kronis. Pemeriksaan ini biasanya dilakukan dengan metode Westergreen, di mana tabung berisi sampel darah diletakkan secara tegak lurus 90° selama satu jam. Namun, di beberapa laboratorium, metode ini dimodifikasi dengan kemiringan tabung 45° agar hasil bisa diperoleh lebih cepat, meskipun keakuratannya masih dipertanyakan. untuk membandingkan hasil pemeriksaan LED menggunakan metode Westergreen antara posisi tegak lurus 90° dan posisi miring 45°. Studi dilakukan pada satu sampel darah pasien laki-laki berusia 38 tahun. Hasil pemeriksaan LED dengan posisi tegak lurus selama 1 jam menunjukkan angka 5 mm/jam, sedangkan pada posisi miring 45° selama 5 menit menghasilkan nilai 4,6 mm/jam. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan nilai LED antara kedua posisi, walaupun secara klinis tidak signifikan. Posisi miring 45° mempercepat waktu pemeriksaan, namun memiliki potensi bias hasil karena pengaruh gravitasi dan luas permukaan pengendapan eritrosit yang berbeda. Oleh karena itu, metode standar dengan posisi tegak lurus tetap direkomendasikan untuk hasil yang lebih akurat, terutama pada kondisi klinis yang membutuhkan kepastian diagnostik.

Kata kunci: LED, *Westergreen*, posisi tegak lurus, posisi kemiringan, Waktu

ABSTRACT

RESULTS OF LED EXAMINATION USING THE WESTERGREEN METHOD IN UPPERSTANDING POSITION FOR 1 HOUR AND TILT 45° FOR 5 MINUTES: CASE STUDY

The LED examination is an examination that measures the speed of erythrocyte sedimentation and describes the plasma composition, the comparison between erythrocytes and plasma. LED is influenced by blood cells and the surface area of the earth's gravity. The heavier the blood cells, the faster the rate of sedimentation and the greater the surface area of the cells, the slower the sedimentation. LED can be used as a means of monitoring the success of therapy, the course of disease, especially chronic diseases. This examination is usually carried out using the Westergreen method, where the tube containing the blood sample is placed perpendicularly at 90° for one hour. However, in some laboratories, this method is modified by tilting the tube 45° so that results can be obtained more quickly, although its accuracy is still questionable, to compare the results of LED examination using the Westergreen method between a 90° upright position and a 45° tilted position. The study was carried out on one blood sample from a 38 year old male patient. The results of the LED examination in an upright position for 1 hour showed a figure of 5 mm/hour, while in an inclined position of 45° for 5 minutes it produced a value of 4,6 mm/hour. The results showed that there was a difference in LED values between the two positions, although clinically it was not significant. The 45° tilt position speeds up examination time, but has the potential for bias in results due to the influence of gravity and different erythrocyte settling surface areas. Therefore, the standard method with an upright position is still recommended for more accurate results, especially in clinical conditions that require diagnostic certainty.

Keywords: LED, Westergreen, Perpendicular position, tilt position, time

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., atas berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah dengan berjudul “Hasil Pemeriksaan LED dengan metode *westergreen* posisi tegak lurus selama 1 jam dan posisi miring 45° selama 5 menit: studi kasus ” dapat selesai dengan baik pada waktunya. Shalawat serta salam semoga tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, sahabatnya serta sampai kepada kita semua selaku umatnya. Aamiin

Karya Tulis Ilmiah ini disusun dan diajukan untuk menyelesaikan Program Studi Diploma 3 Teknologi Laboratorium Medis STIKes Karsa Husada Garut. Untuk menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini adalah suatu hal mustahil apabila penulis tidak mendapat bantuan dan Kerjasama dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih yang setulusnya kepada :

1. Bapak DR.. H. Hadiat MA selaku Ketua pembina Yayasan dharma husada Garut.
2. Bapak H. Engkus Kusnadi, S.Kep, M.Kes selaku ketua STIKes Karsa Husada Garut.
3. Bapak Muhammad Hadi Sulhan, S.Si,M.Sc selaku Ketua Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis.

4. Ibu Meti Rizki Utari, SKM., M selaku Dosen Pembimbing Karya Tulis Ilmiah yang berkenan memberikan bimbingan, pengarahan, dukungan dengan penuh kesabaran demi terselesaikannya Karya Tulis Ilmiah ini.
5. Ibu Sugiah, S. SI., M. Biotek, AIFO selaku Dosen Penguji Karya Tulis Ilmiah I dan Ibu Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd selaku Dosen Penguji Karya Tulis Ilmiah II yang telah memberikan masukan serta saran untuk menyelesaikan karya tulis ilmiah ini.
6. Segenap Dosen dan Staff Laboratorium D3 Teknologi Laboratorium Medis dan seluruh civitas akademika STIKes Karsa Husada Garut.
7. Kedua orang tua tercinta Bapak Suherman dan Dede Masru yang selalu menjadi penyemangat, memberikan dukungan, serta memberikan semua pengorbanan selama proses perkuliahan dengan penuh cinta, kasih sayang, tulus kepada anak bungsunya. Kepada seluruh keluarga besar, yang selalu memberikan semangat dan motivasi serta doa mereka yang tiada henti kepada penulis. Dan kepada keponakan yang selalu memberikan keceriaan, canda tawa kepada penulis. Dan kepada keponakan yang selalu memberikan canda dan tawa kepada sang penulis.
8. Terima kasih kepada kedua kakak tercinta Rendi Saeful Budiman dan Melsi Gia Devi, yang selalu memberikan bantuan, dukungan dan motivasi.
9. Teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan dan bantuan selama penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.

11. Kepada seorang yang tak kalah penting kehadirannya Safira Nurlatifah terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis, yang selalu membantu penulis mengerjakan Karya tulis. Berkontribusi banyak dalam penulisan Karya Tulis ini. Telah mendukung , menghibur, mendengarkan keluh kesah, dan memberikan semangat pantang menyerah.
12. Teman seperjuangan angkatan 10 dan sepembimbingan STIKes Karsa Husada Garut.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu penulis menerima kritik dan saran yang akan digunakan untuk menambah pengetahuan bagi perkembangan ilmu Kesehatan. Akhir kata, penulis mengharapkan pembuatan Karya Tulis ilmiah ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Aamiin Ya Rabbal Alamin

Garut, 21 Mei 2025



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	4
1.3. Tujuan penelitian	4
1.4. Manfaat penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1.1 Darah	5
2.1.2 Komponen darah	5
2.1.3 Definisi LED.....	7
2.1.4 Pemeriksaan LED.....	7
2.1.5 Mekanisme LED	10
2.1.6 Nilai rujukan pemeriksaan LED.....	12
2.1.7 Faktor yang mempengaruhi LED.....	12
2.1.8 Kelebihan dan kekurangan pemeriksaan LED metode <i>westergereen</i> tegak lurus dan kemiringan 45°	16

2.1.9 Sumber kesalahan pengukuran LED	18
2.1.10 Antikoagulan pada pemeriksaan LED	20
2.2 Kerangka penelitian	22
BAB III METODE STUDI KASUS	24
3.1. Rancangan studi kasus.....	24
3.2. Subyek studi kasus	24
3.3. Fokus studi kasus.....	24
3.4. Pengumpulan data studi kasus.....	25
3.4.1 Pra analitik.....	25
3.4.2 Tahap analitik.....	25
3.4.3 Pasca-analitik.....	26
3.5. Etika Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Hasil penelitian	27
4.2. Pembahasan	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kelebihan dan kekurangan pemeriksaan LED metode westergreen . 16

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alat pemeriksaan LED metode westergreen.....	8
Gambar 2. 2 Alat pemeriksaan LED wintrobe (vijay 2017)	9
Gambar 2. 3 Alat pemeriksaan LED automatic (Wicka, 2022).....	10
Gambar 2. 4 Kerangka penelitian	22

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemeriksaan hematologi merupakan salah satu metode yang berperan penting dalam menunjang proses diagnosis, serta berkaitan erat dengan penentuan terapi dan prognosis suatu penyakit. Agar diagnosis yang diperoleh akurat, dibutuhkan hasil pemeriksaan yang cepat dan cermat. Seiring perkembangan teknologi di bidang kesehatan, berbagai tes laboratorium terus mengalami penyempurnaan untuk mendukung pelayanan medis yang lebih efisien, tepat, dan cepat. Salah satu pemeriksaan yang sering dimanfaatkan adalah Laju Endap Darah (LED) (Fariha, 2016).

Pemeriksaan LED merupakan pemeriksaan mengukur kecepatan pengendapan eritrosit dan menggambarkan komposisi plasma perbandingannya antara eritrosit dan plasma. LED dipengaruhi sel darah dan luas permukaan gravitasi bumi. Makin berat sel darah makin cepat laju endapnya dan makin luas permukaan sel makin lambat pengendapannya. LED dapat dipakai sebagai sarana pemantauan keberhasilan terapi, perjalanan penyakit terutama penyakit kronis (Indro, 2020).

Pemeriksaan LED manual terdapat dua metode yaitu metode wintrobe serta metode *westergreen*, metode *westergreen* ialah metode yang di sarankan oleh *International Committee for Standardization in Hematology (ICSH)* menjadi metode standar pada pemeriksaan LED dan penggunaan secara luas di semua

dunia (Kiswari, 2014). Pemeriksaan LED mendeskripsikan komposisi plasma serta perbandingan antara eritrosit serta plasma. Darah yang dimasukan dalam tabung yang berlumen kecil serta diletakan secara tegak lurus 90° akan menggambarkan pengendapan eritrosit menggunakan kecepatan tertentu (Fariha, 2016).

Metode Wintrobe yaitu salah satu cara standar yang banyak digunakan untuk memeriksa LED. Pada metode ini, digunakan tabung kaca khusus yang dikenal sebagai pipa Wintrobe. Tabung ini berukuran panjang sekitar 110 mm dengan diameter bagian dalam 2 hingga 3 mm, dan sudah dilengkapi dengan skala untuk memudahkan pengukuran. Darah yang digunakan pada pemeriksaan ini sudah dicampur terlebih dahulu dengan antikoagulan, biasanya EDTA, untuk mencegah pembekuan. Tabung kemudian diisi darah sampai batas angka nol, diletakkan secara tegak lurus, dan dibiarkan tanpa gangguan. Setelah satu jam, jarak antara permukaan plasma dengan endapan sel darah merah dibaca untuk mengetahui nilai LED (Situmorang G.2019)

Seiring dengan meningkatnya jumlah permintaan LED maka waktu yang diperlukan pemeriksaan akan menjadi lebih banyak, sedangkan waktu yang dibutuhkan yaitu maksimal 2 jam, sehingga banyak cara yang digunakan laboratorium untuk mempersingkat pemeriksaan yaitu dengan menggunakan metode *westergreen* dengan kemiringan 45° . Metode kemiringan ini merupakan modifikasi dari metode *westergreen* serta menjadi salah satu pilihan yang dipakai untuk efisiensi waktu walau acuannya belum terdapat. Kemiringan tabung

membuat permukaan plasma dalam tabung *westergreen* menjadi lebih lebar bila dibandingkan dengan luas permukaan plasma dalam tabung *westergreen* tegak lurus sehingga pengendapan lebih cepat (John dan Henry, 2001). Kekurangannya dari metode tersebut yaitu jika dilakukan pemasangan tabung tidak tegak lurus maka memberikan hasil yang berbeda dengan kondisi miring 3° dapat menimbulkan kesalahan sebanyak 30% pada pemeriksaan ini tabung tidak boleh goyang atau bergetar sebab hal ini akan meningkatkan kecepatan pengendapan eritrosit (Yana, 2019).

Berdasarkan studi kasus ini yaitu didapatkan seorang pasien x berjenis laki-laki melakukan pemeriksaan LED dengan metode tegak, pada jam pertama yaitu mendapatkan hasil 5 mm/jam dan saat pemeriksaan metode *westergreen* dengan kemiringan 45° mendapat kan hasil yaitu 4,6 mm/jam. Hal ini sejalan dengan penelitian (wiratma er, al 2016) menunjukan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan, oleh sebab itu maka perlu pengkajian ulang terkait posisi 45° dan waktu pemeriksaan sebab sampai saat ini pemeriksaan LED pada posisi 45° selama 7 menit belum terdapat pedoman tetapi masih ada yang melakukan di laboratorium klinik kecil dan puskesmas saat diminta hasil pemeriksaan cito/cepat.

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan, sehingga perlu dilakukan kajian teoritis dengan judul “ Hasil pemeriksaan LED dengan metode *westergreen* posisi tegak lurus selama 1 jam dan miring 45° selama 5 menit: studi kasus”

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yaitu bagaimana Hasil pemeriksaan LED dengan metode *westergreen* posisi tegak lurus selama 1 jam dan dimiringkan 45° selama 5 menit?

1.3. Tujuan penelitian

Untuk mengetahui hasil pemeriksaan LED dengan metode *westergreen* posisi tegak lurus selama 1 jam dan dimiringkan 45° selama 5 menit.

1.4. Manfaat penelitian

Menjadi bahan informasi khususnya bagi tenaga laboratorium kesehatan untuk dapat mengetahui hasil pemeriksaan LED yang tegak lurus 90° dan dimiringkan 45° , dijadikan sebagai masukan dalam proses pembelajaran tentang perbedaan hasil pemeriksaan Laju Endap Darah metode *westergreen* posisi tegak lurus (90°) dan posisi miring (45°) menggunakan metode *wetergreen*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan pustaka

2.1.1 Darah

Darah adalah bagian terpenting dari tubuh manusia yang memiliki beragam fungsi. Darah mengangkut zat-zat penting serta oksigen ke jaringan tubuh. Mengangkut bahan kimia yang didapatkan selama metabolisme, dan berfungsi sebagai kekebalan (*Syaravicena et al., 2023*).

Darah ialah cairan tubuh yang ini terdiri dari beberapa komponen utama plasma, sel darah merah, sel darah putih, serta trombosit, pada permukaan membran sel darah merah ada berupa protein yang sebagai penentuan tipe golongan darah pengelompokan darah artinya sistem pengelompokan darah berdasarkan jenis antigen yang ada (*Syaravicena et al., 2023*).

2.1.2 Komponen darah

a. Plasma

Menurut (Mahardika, 2018) Bahwa plasma terdiri dari 99% air serta mempunyai tugas menjadi medium untuk mengangkut berbagai bahan pada tubuh, menyerap dan mendistribusikan banyak panas yang menghasilkan oleh metabolisme di dalam jaringan, serta merupakan tempat larutnya sejumlah besar zat organik dan an organik

yang membentuk 6%-8% dari berat total plasma, protein plasma di kelompokkan ada 3 (Desmawati 2013), antara lain :

a. Albumin

Albumin adalah protein plasma yang paling banyak mengikat banyak zat seperti garam empedu, yang bermanfaat untuk transportasi melalui plasma yang sangat berperan dalam menentukan tekanan osmotik. Albumin darah dihasilkan oleh hati, albumin plasma adalah molekul protein besar yang berada dalam pembuluh darah (Mahardika, 2018).

b. Globulin α, β, γ

Globulin α (alpha) dan β (beta) khusus mengikat dan mengangkut sejumlah zat pada plasma sebagai faktor pembekuan darah, sedangkan globulin γ (gamma) berperan sebagai anti bodi (Mahardika, 2018).

c. fibrinogen (faktor pembekuan)

Proses pembekuan darah dapat terjadi sebab interaksi enzimatik antara prokoagulan, fosfolipid, dan ion Cl prokoagulan berada dalam aliran darah menggunakan bentuk isi aktif serta aktifasinya. Umumnya diawali oleh luka pada pembuluh darah. Terdapat 15 prokoagulan dimana yang 13 antara lainnya telah diberi symbol angka romawi :

1) I sd XIII- merupakan proloagulan dalam bentuk isi aktif.

2) Ia sd XIIa -merupakan dalam bentuk aktif (Mahardika, 2018).

2.1.3 Definisi LED

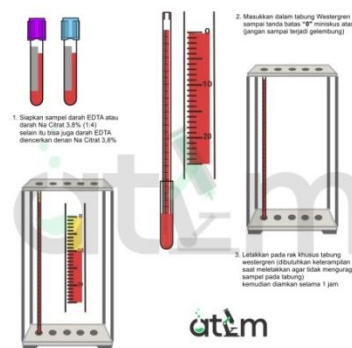
Laju Endap Darah (LED) merupakan pemeriksaan darah yang menggambarkan kecepatan sel darah merah mengendap pada darah yang berisi antikoagulan pada tabung vertikal dengan waktu tertentu. LED mencerminkan perubahan protein plasma. Peningkatan LED artinya respon yang tidak spesifik terhadap kerusakan jaringan serta merupakan petunjuk adanya penyakit kronik. *Clinical laboratory standards institute (CLSI) dan the international council for standardization in haematology (ICSH)* memutuskan metode standar pada pengerjaan pemeriksaan LED. Metode *Westergreen* dipilih sebagai metode standar karena sensitif dan reabilitas hasil terjamin (Hakim et al., n.d.).

2.1.4 Pemeriksaan LED

a. Metode *Westergreen*

Pemeriksaan LED dengan metode *Westergren* menggunakan sampel darah vena yang telah dicampur dengan antikoagulan natrium sitrat 0,0109 M dalam perbandingan 4:1. Alternatifnya, darah yang sudah dicampur EDTA juga dapat digunakan, kemudian diencerkan dengan larutan natrium sitrat 0,0109 M sesuai perbandingan tertentu. Campuran darah ini kemudian dimasukkan ke dalam tabung khusus *Westergren*, yang diletakkan dalam posisi tegak lurus dan dibiarkan selama 1 jam. Setelah itu, eritrosit akan mulai mengendap. Tinggi endapan eritrosit yang terbentuk menunjukkan LED, yang dinyatakan dalam mm/jam (Nofiyanti, 2017).

Prinsip pemeriksaan metode *westergreen* artinya darah vena dicampur menggunakan pengencer dengan perbandingan 1:4 yaitu 1 bagian antikoagulan serta 4 bagian sampel darah vena kemudian di pipet kedalam tabung khusus *westergreen* dan ditegakan selama 60 menit (Beno et al., 2022).



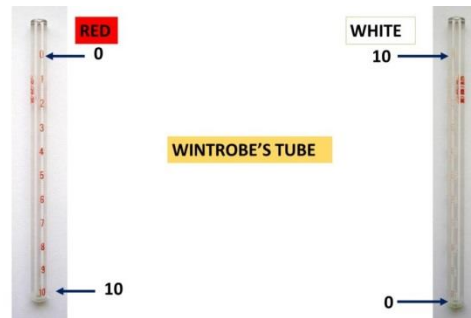
Gambar 2. 1 Alat pemeriksaan LED metode westergreen

(sudoyo. 2014)

b. Metode Wintrobe

Pemeriksaan LED dengan metode Wintrobe menggunakan tabung khusus yang memiliki panjang 110 mm dan diameter bagian dalam 2,5 mm, serta skala pengukuran dari 0 hingga 100 mm. Prosedur pemeriksaan dilakukan dengan memasukkan darah yang sudah dicampur EDTA ke dalam tabung tersebut sampai mencapai tanda 0 mm dengan hati-hati. Setelah itu, tabung diletakkan secara tegak lurus di rak dan dibiarkan selama 30 sampai 60 menit. Tinggi endapan eritrosit yang terbentuk menggambarkan laju endap darah, yang dinyatakan dalam satuan milimeter per jam (mm/jam). Nilai LED diperoleh dari

pengukuran tinggi lapisan plasma yang terbentuk di atas endapan sel darah merah setelah waktu pengendapan selesai. (Candrakirana, 2018).



Gambar 2. 2 Alat pemeriksaan LED wintrobe (vijay 2017)

c. Automatic

Pemeriksaan LED dengan metode otomatis menggunakan sampel darah vena yang telah dicampur dengan antikoagulan EDTA. Dalam prosesnya, darah dimasukkan ke dalam kuvet khusus dan dibiarkan mengendap di dalam alat yang memiliki sepuluh posisi pengukuran. Pemeriksaan ini dibantu oleh sensor digital (*opto-electronic unit*) yang secara otomatis memilih dan membaca tingkat endapan eritrosit berdasarkan data yang terekam. Hasil pengukuran kemudian ditampilkan di layar atau dicetak secara otomatis setelah 20 menit. Volume darah yang dibutuhkan untuk metode ini adalah sekitar 1,6 ml, dengan menggunakan larutan antikoagulan natrium sitrat 3,8% sebagai pengencer (Hasanah, 2022).



Gambar 2. 3 Alat pemeriksaan LED automatic (Wicka, 2022)

2.1.5 Mekanisme LED

Proses pengendapan eritrosit terjadi melalui tiga tahapan, yaitu pembentukan *rouleaux*, pengendapan, dan pemadatan. Di laboratorium, pemeriksaan LED yang paling umum digunakan adalah metode *Westergren* dan Wintrobe. Nilai normal untuk metode Wintrobe berkisar antara 0-20 mm/jam pada wanita dan 0-10 mm/jam pada pria. Sedangkan pada metode *Westergren*, nilai normalnya adalah 0-15 mm/jam untuk wanita dan 0-10 mm/jam untuk pria. Beberapa faktor yang dapat memengaruhi hasil LED meliputi kondisi eritrosit, komposisi plasma, serta teknik pemeriksaan. Misalnya, jumlah eritrosit yang kurang dari normal, ukuran eritrosit yang lebih besar, atau eritrosit yang mudah beraglutinasi bisa menyebabkan peningkatan kecepatan LED. Pembentukan *rouleaux* sendiri sangat dipengaruhi oleh protein plasma; kadar fibrinogen dan globulin yang tinggi mempermudah terbentuknya *rouleaux*.

sehingga LED menjadi lebih cepat, sementara kadar albumin yang tinggi justru membuat LED berjalan lebih lambat (Triyani, 2018).

Fase-fase LED adalah sebagai berikut :

a. Pada fase pertama, yaitu pembentukan *rouleaux*, eritrosit mulai saling menempel membentuk kumpulan. Proses ini berlangsung dalam waktu beberapa menit hingga sekitar 30 menit. Kandungan makromolekul yang tinggi dalam plasma darah dapat mengurangi gaya tolak-menolak antar sel eritrosit, sehingga membuat sel-sel darah merah lebih mudah menempel satu sama lain dan membentuk *rouleaux*. *Rouleaux* sendiri merupakan gumpalan eritrosit yang terbentuk bukan karena adanya antibodi atau ikatan kimia kuat, melainkan akibat gaya tarik menarik di antara permukaan sel darah merah. Ketika rasio globulin terhadap albumin meningkat atau kadar fibrinogen sangat tinggi, proses pembentukan *rouleaux* menjadi lebih mudah, yang pada akhirnya menyebabkan peningkatan nilai LED. (Triyani, 2018).

b. Fase kedua dikenal sebagai fase pengendapan cepat, atau fase pengendapan maksimal. Pada tahap ini, proses agregasi atau pembentukan *rouleaux* telah terjadi, sehingga partikel-partikel eritrosit yang bergabung membentuk ukuran yang lebih besar dengan permukaan yang relatif lebih kecil. Kondisi ini membuat eritrosit mengendap lebih cepat. Kecepatan endapan pada fase ini berlangsung secara konstan. Waktu yang dibutuhkan untuk fase ini berkisar antara 30 hingga 120 menit. (Triyani, 2018).

c. Fase ketiga dikenal sebagai fase pengendapan lambat atau fase pemadatan. Pada tahap ini, proses pengendapan eritrosit berlangsung sangat lambat. Secara normal, dibutuhkan waktu sekitar 30 hingga 60 menit untuk mencapai fase ini. Jumlah eritrosit yang mengendap selama periode tersebut dikenal sebagai laju endap darah (LED), dan hasilnya dinyatakan dalam satuan milimeter per jam (mm/jam). (Triyani, 2018).

2.1.6 Nilai rujukan pemeriksaan LED

Nilai rujukan pada pemeriksaan LED menggunakan metode westergreen sebagai berikut (Beno et al., 2022).

- a. pria usia 18-50 tahun: 0-15 mm/jam
- b. Wanita usia 18-50 tahun: 0-20 mm/jam
- c. Orang lanjut usia > 60 tahun: 0-30 mm/jam

2.1.7 Faktor yang mempengaruhi LED

LED dipengaruhi oleh faktor eritrosit, kimia, teknik, fisik, fisiologi, dan plasma (Triyani, 2018).

a. Faktor eritrosit

Proses pengendapan eritrosit berlangsung secara kompleks dan dipengaruhi oleh tiga tahap utama dalam LED, yaitu pembentukan agregat, fase pengendapan maksimal, dan fase pemadatan. Eritrosit mulai mengendap karena terjadi perubahan pada permukaan sel yang menyebabkan mereka saling menempel dan turun ke dasar tabung. Perubahan pada permukaan eritrosit ini sangat dipengaruhi oleh komposisi plasma, khususnya sifat fisik dari plasma

yang bersifat koloid. Pada darah yang normal, nilai LED cenderung rendah karena gaya tarik ke bawah yang menyebabkan pengendapan dapat diimbangi oleh gaya angkat ke atas akibat pergerakan plasma. Jika viskositas plasma meningkat, tekanan ke atas yang dihasilkan bisa menetralkan gaya tarik gravitasi terhadap sel-sel darah. Sebaliknya, kondisi yang mendorong terbentuknya gumpalan atau peningkatan adhesi antar sel darah akan mempercepat LED.

b. Faktor kimia

Pengaruh protein plasma berperan penting dalam proses pembentukan rouleaux, yang menjadi dasar terjadinya LED. *Rouleaux* sendiri merupakan tumpukan sel eritrosit yang menyatu karena adanya gaya tarik antar permukaan sel, bukan karena antibodi atau ikatan kovalen. Sifat ini menunjukkan seberapa besar kemampuan sel darah merah untuk saling beragregasi. Ketika rasio globulin terhadap albumin meningkat, atau kadar fibrinogen dalam darah sangat tinggi, maka pembentukan *rouleaux* akan meningkat, yang pada akhirnya juga mempercepat proses pengendapan eritrosit.

c. Faktor teknik

Beberapa faktor teknis dapat memengaruhi hasil pemeriksaan LED, seperti posisi tabung, penggunaan antikoagulan, dan keterlambatan dalam pelaksanaan pemeriksaan. Tabung seharusnya diletakkan dalam posisi tegak lurus, karena jika miring, hasil LED bisa meningkat hingga 30% lebih tinggi dari nilai sebenarnya. Penggunaan antikoagulan yang berlebihan juga bisa

menyebabkan peningkatan LED, karena dapat mendorong pertumbuhan bakteri dan menyebabkan lisis eritrosit. Selain itu, ketidakseimbangan antara jumlah antikoagulan dan volume darah dapat mengakibatkan terjadinya defibrinasi atau pembekuan sebagian, yang justru memperlambat LED. Jika jumlah antikoagulan terlalu banyak, proses pengendapan sel darah juga bisa menjadi lebih lambat.

d. Faktor fisik

Suhu atau temperatur bahan pemeriksaan merupakan salah satu faktor fisik yang memengaruhi hasil LED. Suhu ideal untuk pemeriksaan ini berada dalam kisaran 22–27°C. Jika suhu terlalu tinggi, pengendapan eritrosit akan berlangsung lebih cepat, sementara suhu yang rendah justru memperlambat proses tersebut. Meskipun fluktuasi kecil pada suhu ruangan biasanya tidak berpengaruh signifikan terhadap LED, perbedaan suhu yang cukup besar bisa memberikan dampak yang nyata. Suhu optimal selama pemeriksaan adalah sekitar 20°C. Darah yang disimpan di dalam lemari pendingin dapat menyebabkan hasil LED menurun secara signifikan karena viskositas plasma meningkat, yang menghambat laju pengendapan eritrosit.

e. Faktor fisiologi

Pada ibu hamil yang mengalami anemia, peningkatan laju endap darah (LED) sering terjadi akibat naiknya kadar fibrinogen dalam tubuh (Riswanto, 2009). Jumlah eritrosit yang tinggi cenderung memperlambat

laju sedimentasi, sedangkan jumlah sel darah merah yang rendah justru mempercepatnya. Pada kasus anemia sel sabit, pembentukan agregat sel *rouleaux* menjadi terhambat sehingga sedimentasi berlangsung lebih lambat. Hal serupa juga terjadi pada anemia hipokromik, di mana bentuk sel darah merah yang kecil (mikrosit) menghambat terbentuknya *rouleaux*. Umumnya, LED pada wanita lebih tinggi dibandingkan pria, hal ini berkaitan dengan perbedaan volume sel darah merah (*packed cell volume*/PCV). Selama kehamilan, LED mulai meningkat setelah trimester pertama dan akan kembali normal sekitar 3-4 minggu setelah persalinan. Pada bayi, LED awalnya rendah dan perlahan meningkat seiring pertumbuhan hingga mencapai masa pubertas. (kiswari, 2014)

f. Faktor plasma

Faktor plasma seperti kolesterol, fibrinogen, dan globulin berperan penting dalam memengaruhi nilai LED. Kadar kolesterol yang tinggi dapat menetralkan gaya gravitasi yang menarik sel darah merah ke bawah, sehingga memperlambat laju pengendapan. Namun, dalam kondisi tertentu yang mempercepat LED, interaksi antar eritrosit menjadi lebih lemah, membuatnya lebih mudah saling menempel dan membentuk *rouleaux*. Ketika rasio globulin terhadap albumin meningkat atau kadar fibrinogen dalam plasma sangat tinggi, pembentukan *rouleaux* menjadi lebih mudah, yang akhirnya menyebabkan LED meningkat. Salah satu penyebab paling umum meningkatnya LED adalah tingginya kadar fibrinogen dalam

plasma, yang sering dikaitkan dengan proses inflamasi kronis. Selain itu, keberadaan makromolekul lain dalam plasma, seperti imunoglobulin, juga dapat memicu peningkatan fibrinogen.

LED juga cenderung meningkat jika jumlah eritrosit lebih rendah dari normal atau jika ukuran eritrosit lebih besar dari biasanya. Hal ini membuat sel-sel tersebut lebih cepat membentuk *rouleaux*. Dengan demikian, semakin tinggi kadar fibrinogen dalam darah, semakin cepat proses pembentukan *rouleaux* berlangsung, dan LED pun akan meningkat.

2.1.8 Kelebihan dan kekurangan pemeriksaan LED metode *westergreen* tegak lurus dan kemiringan 45°

Tabel 2. 1 Kelebihan dan kekurangan pemeriksaan LED metode westergreen

No.	Metode	Kelebihan	Kekurangan
Westergreen			
1.	Tegak lurus	Metode ini sesuai dengan rekomendasi dari <i>International Committee for Standardization in Hematology</i> (ICSH), yang merekomendasikan penggunaan posisi tegak selama 1 jam untuk memastikan validitas hasil. Hal ini menjadikan metode ini	Salah satu kelemahan utama dari metode ini adalah waktu pemeriksaan yang relatif lama, yaitu sekitar 1 jam. Dalam situasi darurat atau ketika hasil cepat diperlukan, waktu ini bisa menjadi kendala. Penelitian oleh Sukarmin et al. (2019) mencatat bahwa kebutuhan

	lebih dapat diandalkan untuk diagnosis klinis	akan hasil cepat seringkali mendorong penggunaan metode lain meskipun akurasiya dipertanyakan.
2. Kemiringan 45°	Pada posisi kemiringan 45°, waktu pemeriksaan dapat dipersingkat menjadi 7 menit dibandingkan dengan posisi tegak lurus 90° yang membutuhkan waktu 1 jam. Penelitian ini oleh (Dwi Suryanti 2020) menunjukkan bahwa metode ini cocok untuk kebutuhan pemeriksaan cepat <i>cito</i> di <i>labolatorium</i> kecil atau puskesmas.	Menurut Wiratma et al. (2016), inkubasi pada posisi miring menghasilkan nilai LED yang kurang akurat dibandingkan dengan posisi tegak lurus. Oleh karena itu, posisi tegak lurus selama 1 jam tetap direkomendasikan sebagai standar baku oleh <i>International Committee for Standardization in Hematology</i> (ICSH). Pada posisi kemiringan 45°, permukaan plasma dalam tabung menjadi lebih lebar secara horizontal dibandingkan dengan posisi tegak lurus, sehingga bidang pengendapan eritrosit lebih luas. Hal ini menyebabkan jarak vertikal pengendapan eritrosit menjadi lebih pendek, sehingga eritrosit mengendap lebih cepat. Dengan kata lain, posisi miring mempercepat proses agregasi

eritrosit (pembentukan *rouleaux*) dan pengendapan karena gaya gravitasi bekerja lebih efektif pada bidang yang lebih luas, sementara dorongan ke atas oleh plasma tetap ada. Interaksi antara gaya tarik gravitasi ke bawah dan tekanan plasma ke atas ini menentukan kecepatan pengendapan eritrosit

2.1.9 Sumber kesalahan pengukuran LED

Pemeriksaan LED melalui beberapa tahap pemeriksaan, yaitu tahap pra analitik, analitik, dan paska analitik

a. Tahap Pra Analitik

Kesalahan pada tahap pra-analitik dapat mencakup berbagai hal, seperti kesalahan dalam pemberian label identitas pada sampel yang bisa tertukar, ketidaksesuaian data pasien atau dokter pengirim, serta kekeliruan dalam proses pengambilan dan penyiapan sampel. Pengambilan darah vena yang sulit dilakukan, misalnya karena vena tidak langsung terlihat, atau penggunaan pembendung (*torniquet*) yang terlalu kuat dan dibiarkan terlalu lama, dapat menyebabkan hemokonsentrasi. Jika tenaga laboratorium medis (ATLM) bekerja terlalu lambat, darah yang ada di dalam spuit bisa membeku. Begitu pula jika darah dalam

botol tidak tercampur sempurna dengan antikoagulan, maka gumpalan dapat terbentuk. Selain itu, volume darah yang tidak mencukupi bisa menyebabkan rasio antara darah dan antikoagulan menjadi tidak seimbang. Pada penggunaan tabung vakum EDTA, jika jarum vacutainer dicabut sebelum tabung selesai menarik darah, hal ini dapat menyebabkan takaran antikoagulan dan volume darah menjadi tidak sesuai. Kesalahan lain dapat terjadi saat mencampurkan darah EDTA dengan larutan NaCl 0,9%, yang tidak tepat takarannya akibat pemipetan yang tidak akurat.

b. Tahap Analitik

Kesalahan dalam tahap analitik diantaranya pengisapan campuran darah EDTA atau darah sitrat ke dalam tabung *Westergreen* melebihi atau kurang dari angka 0. Tabung *Westergreen* yang digunakan tidak bersih dan tidak kering. Posisi tabung *Westergreen* pada rak *Westergreen* tidak dalam posisi tegak lurus. Tempat rak *westergreen* beresiko bergetar atau tidak stabil.

c. Tahap Pasca Analitik

Beberapa kesalahan yang dapat terjadi pada tahap pasca-analitik antara lain pembacaan nilai LED pada tabung *Westergreen* yang tidak dilakukan tepat waktu, serta kesalahan dalam mengamati lapisan plasma pada tabung tersebut. Selain itu, kesalahan juga bisa muncul dalam pencatatan atau pelaporan hasil pemeriksaan.

2.1.10 Antikoagulan pada pemeriksaan LED

Antikoagulan ialah suatu zat yang digunakan untuk mencegah pembekuan darah dengan cara mengikat kalsium atau dengan menghambat pembentukan trombin yang diperlukan untuk mengkonversi fibrinogen menjadi fibrin dalam proses pembekuan, Spesimen berupa darah dan antikoagulan harus di campur segera sehabis pengambilan spesimen untuk mencegah pembentukan gumpalan darah serta di homogenkan dengan lembut untuk mencegah hemolisis (Kiswari, 2014).

a. *Ethylene diamine Tetraacetic Acid (EDTA)*

EDTA tersedia dalam bentuk garam natrium atau kalium, dan fungsinya adalah mengikat ion kalsium dalam darah, mengubahnya menjadi bentuk non-ionik sehingga mencegah pembekuan. Zat ini tidak memengaruhi ukuran maupun bentuk eritrosit dan leukosit, serta mampu mencegah penggumpalan trombosit. Karena itu, EDTA sangat cocok digunakan sebagai antikoagulan dalam pemeriksaan jumlah trombosit. Setiap 1 mg EDTA mampu mencegah pembekuan pada 1 ml darah. Bentuk EDTA yang umum digunakan antara lain berupa larutan 10% dengan dosis 0,01 ml EDTA untuk setiap 1 ml darah, serta bentuk kering dengan takaran 1 mg EDTA per 1 ml darah.

(Gandasoebrata, 2010).

EDTA memiliki berbagai macam jenis yaitu dinatrium (Na_2EDTA), dipotassium (K_2EDTA), dan tripotassium (K_3EDTA) (Lestari, 2023).

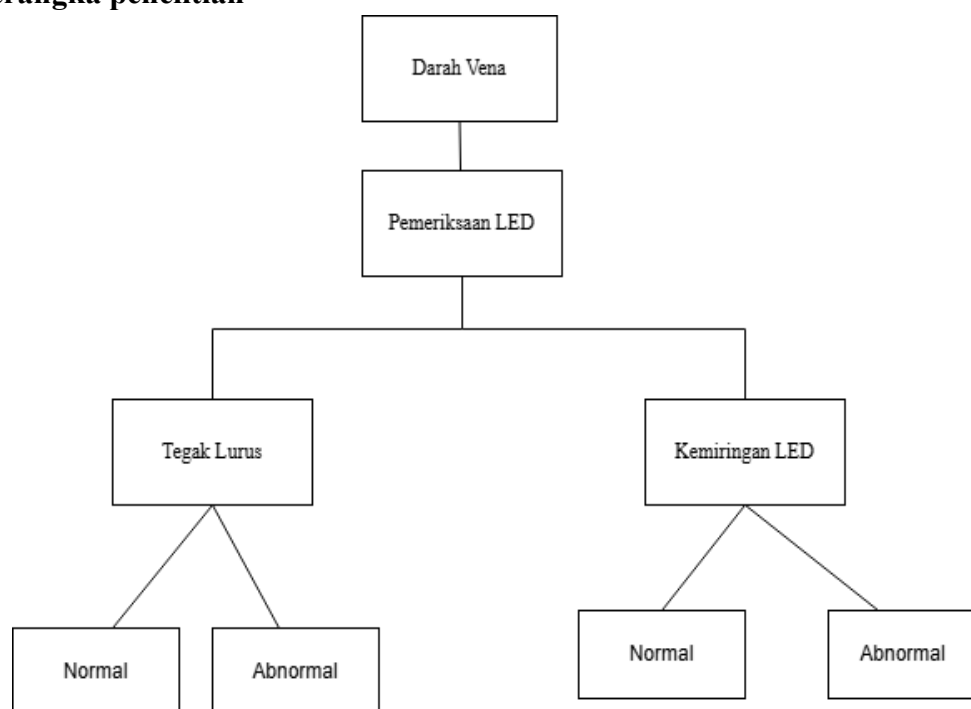
b. Natrium sitrat

Natrium sitrat yang sering dipergunakan berbentuk larutan menggunakan konsentrasi 3,8%. Antikoagulan ini merupakan larutan yang isotonik menggunakan darah. Antikoagulan ini bisa dipergunakan pada beberapa macam percobaan hemoragik dan untuk LED menggunakan cara *westergreen* (gandasoebrata. 2016.) Cara kerja natrium sitrat yaitu dengan mengikat ion kalsium dalam darah dan mempertahankan kapasitas fungsi trombosit. Natrium sitrat 3,8% dibuat dengan cara melarutkan 3,8 gram natrium sitrat dihidrat dalam 100 ml aquadest (Lestari, 2023).

c. Heparin

Heparin menjadi antithrombin dapat mencegah pembekuan dengan cara menghambat pembentukan trombin, Heparin berdaya seperti antitrombin, tidak berpengaruh terhadap bentuk eritrosit serta leukosit sehingga dapat digunakan untuk pemeriksaan LED. Dalam praktek sehari-hari heparin jarang digunakan sebab harganya sangat mahal. Setiap 1 mg heparin menjaga membekunya darah 10 ml. Heparin dapat dipergunakan dalam bentuk larutan maupun bentuk kering (Lestari, 2023).

2.2 Kerangka penelitian



Gambar 2. 4 Kerangka penelitian

BAB III

METODE STUDI KASUS

3.1. Rancangan studi kasus

Penelitian ini mendeskripsikan tentang kasus di bidang hematologi mengenai pemeriksaan LED pada tegak lurus selama 1 jam dengan menggunakan metode *Westergreen*, dan metode *Westergreen* kemiringan 45° selama 5 menit.

3.2. Subyek studi kasus

Subjek penelitian yang digunakan adalah sampel *whole blood* ditambah antikoagulan natrium sitrat 3,8%.

3.3. Fokus studi kasus

Fokus studi kasus ini adalah ditemukannya perbedaan hasil pemeriksaan LED dengan tegak lurus dan miring 45°. Seorang pasien berjenis kelamin laki-laki melakukan pemeriksaan LED dengan metode *westergreen*. Petugas melakukan pemeriksaan tersebut menggunakan 2 cara yaitu posisi tegak lurus selama 1 jam dengan hasil LED 5 mm/jam, dan posisi miring 45° selama 5 menit dengan hasil LED 4,6 mm/jam. Hasil yang dikeluarkan oleh petugas adalah yang 5 mm/jam.

3.4. Pengumpulan data studi kasus

Data yang di peroleh pada studi kasus ini di ketahui dengan ditemukanya hasil pemeriksaan LED yang berbeda serta menunjukan terjadinya hasil signifikan pemeriksaan LED, setelah di konfirmasi ditemukan perbedaan hasil dari kemiringan yang berbeda.

3.4.1 Pra analitik

Tahap pra-analitik dilakukan sebuah pemeriksaan Laju Endap Darah metode *westergreen*. tahap ini meliputi persiapan pasien dan formulir permintaan pemeriksaan laboratoium, pengambilan sampel darah dilakukan oleh petugas laboratorium.

3.4.2 Tahap analitik

Di tahap ini sampel di periksa dengan menggunakan metode *westergreen* dengan langkah - langkah berikut:

1. Buka tutup vial berwarna merah.
2. Ambil sebanyak 1 ml darah tanpa antikoagulan menggunakan pipet, lalu tuangkan ke dalam vial yang sudah berisi larutan pengencer (natrium sitrat 3,8%), kemudian aduk hingga tercampur merata.
3. Masukkan pipet secara perlahan dan hati-hati ke dalam vial hingga mencapai bagian dasar, lalu biarkan darah mengalir dengan sendirinya sampai mencapai skala nol (0) pada pipet.

4. Tempatkan satu pipet *Westergren* secara tegak lurus (posisi 90°) pada rak khusus pipet *Westergren*, diamkan selama 1 jam, lalu catat hasilnya.
5. Ambil pipet *Westergren*, tegakkan terlebih dahulu pipet LED *Westergren* beberapa saat, kemudian lakukan pembacaan hasil

Setelah sampel diperoleh maka dilanjutkan dengan proses pengolahan sampel. Sampel darah yang sudah didapatkan dilakukan pemeriksaan menggunakan metode *westergreen* dengan tegak lurus mendapatkan hasil 5 mm/jam, dan dengan metode *westergreen* kemiringan 45° mendapatkan hasil 4,6mm/jam.

3.4.3 Pasca-analitik

Paca analitik, hasil akhir pada pemeriksaan LED dikeluarkan hasil yaitu 30 mm/jam, hasil tersebut dicatat terlebih dahulu melalui sistem informasi laboratorium, yang terhubung dengan rekam medis pasien, hasil tersebut dicetak dan dilaporkan kepada dokter penanggung jawab untuk menegakan diagnosis penyakit pasien tersebut.

3.5.Etika Penelitian

Penelitian studi kasus ini dilakukan dengan prinsip adil, baik dan hormat. Adil dilakukan dengan tidak membedakan objek penelitian, dan dengan hormat dilakukan dengan meminta izin dan menjaga kerahasiaan pihak yang terkait dalam penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil penelitian

Hasil dari pemeriksaan seorang pasien laki-laki berusia 38 tahun di periksa di laboratorium dengan pemeriksaan LED menggunakan kemiringan tabung 45° selama 5 menit dan tabung tegak lurus selama 1 jam. Diperoleh hasil pemeriksaan seperti tabel ini:

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan LED

NO	Posisi Tabung waktu	Hasil	Satuan	Interpretasi
1	LED tegak lurus: 60 menit	5	mm/jam	Pria: 0-15
2	LED dengan kemiringan 45° : 5 menit	4,6	mm/jam	0-20

Berdasarkan tabel di 4.1 atas. didapatkan hasil pemeriksaan LED dengan tegak lurus selama 1 jam didapatkan hasil 5 mm/jam, sedangkan pada kemiringan 45° selama 5 menit mendapatkan hasil 4,6 mm/jam.

4.2. Pembahasan

Pemeriksaan LED merupakan metode untuk mengukur seberapa cepat sel darah merah eritrosit mengendap di dalam darah. Pemeriksaan ini

mencerminkan komposisi plasma dan perbandingannya dengan eritrosit. LED dipengaruhi oleh karakteristik sel darah itu sendiri serta gaya **gravitasi**. Semakin berat massa sel darah, maka semakin cepat ia akan mengendap. Sebaliknya, semakin luas permukaan sel, maka proses pengendapannya akan berlangsung lebih lambat. Oleh karena itu, LED dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alat bantu dalam menilai kondisi kesehatan tubuh. (Yana, 2019.)

Hasil penelitian LED pada tabel 4.1 pada tegak lurus selama 1 jam menunjukkan hasil 5 mm/jam. Pemeriksaan LED metode *westergreen* tegak lurus 90° selama 1 jam merupakan pemeriksaan yang sudah sesuai Prosedur Operasional Standar (SOP) laboratorium. Pemeriksaan dilakukan dengan darah yang diencerkan (4 volume darah dan 1 volume natrium sitrat 3,8%) dan dibiarkan mengendap kedalam tabung kaca terbuka menggunakan 300 mm, diletakan tegak lurus di rak khusus. Proses pengendapan pada posisi tegak lurus melalui 3 tahapan yaitu fase tahap ke-1 adalah fase pengendapan lambat pertama yaitu fase pembentukan *rouleaux*, eritrosit baru saling menyatukan diri yang berlangsung selama 15 menit, fase ke-2 artinya fase pengendapan maksimal yaitu fase pengendapan eritrosit dengan kecepatan konstan sebab partikel-partikel eritrosit menjadi lebih besar dengan permukaan yang lebih kecil sehingga lebih cepat mengendap lama waktu yang diperlukan 30 menit, fase ke-3 ialah fase pengendapan lambat kedua yaitu fase pengendapan eritrosit sehingga sel-sel eritrosit mengalami pemampatan pada dasar tabung, kecepatan mengendapnya mulai berkurang, fase ini berlangsung dalam waktu 15 menit. Pembacaan hasil pengukuran

LED pasca 1 jam adalah berdasarkan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses pengendapan sel-sel berdasarkan prinsip pengukuran LED tersebut (Depkes ri, 2004).

Berdasarkan tabel 4,1 pemeriksaan LED posisi miring 45° didapatkan hasil 4,6 mm/jam, dimana hasil tersebut normal, namun posisi miring tabung 45° menyebabkan gangguan fisiologis terhadap proses sedimentasi eritrosit, sehingga fase agregasi, sedimentasi, dan pemadatan tidak berlangsung normal, akibatnya nilai LED tidak dapat diinterpretasikan secara akurat, sedangkan salah satu faktor yang mempengaruhi kesalahan pemeriksaan adalah yaitu kemiringan 45° . Karena tidak mengikuti SOP yang dimana standar SOP pemeriksaan LED adalah dengan tegak lurus 90° selama 1 jam yang di sarankan oleh *International Commite For Standardization in Hematology* (ICSH)

Beberapa Faktor pula yang mempengaruhi LED adalah posisi tabung, pemakaian antikoagulan. Posisi tabung merupakan posisi tegak lurus, bila dalam posisi miring akan mempengaruhi hasil 30% lebih tinggi, pemakaian antikoagulan berlebihan mengakibatkan LED tinggi, faktor teknik yang berperan dalam pemeriksaan LED. Perbandingan antara koagulan dan darah yang tidak tepat situasi ini menyebabkan defibrinasi atau *partial clotting* yang akan memperlambat LED antikoagulan yang digunakan akan berkembang lambat jika terlalu banyak sel yang di endapkan.

Dalam kasus ini yang mempengaruhi LED yang dimiringkan menjadi lebih rendah yaitu karena kelebihan antikoagulan dapat menyebabkan eritrosit menyusut, sehingga mereka lebih lambat mengendap menyebabkan nilai lebih rendah dari seharusnya. Kelebihan antikoagulan dapat menyebabkan penurunan LED (Ria, 2016).

Perbandingan darah dengan antikoagulan harus tepat. Bila pemakaian EDTA lebih dari satu mg/ml darah akan mempengaruhi bentuk eritrosit sehingga eritrosit akan mengkerut maka nilai hematokrit menjadi rendah yang akan menyebabkan LED menjadi rendah (Liswanti, 2014). Menurut (Ria 2016), hasil pemeriksaan laju endap darah dengan metode Westergren menggunakan natrium sitrat 3,8% sebagai antikoagulan sekaligus diluen diperoleh hasil abnormal yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan antikoagulan ethylene diamine tetra-acetic acid (EDTA) dengan diluen NaCl 0,85%. Menurut Tajrihani, Santosa, dan (Ariyadi 2017), rata-rata hasil pemeriksaan hitung jumlah eritrosit dengan antikoagulan EDTA 10% lebih tinggi dibandingkan antikoagulan natrium sitrat 3,8%. Menurut Majeed dan (Salih 2007) dalam Tajrihani, dkk (2017), kelemahan natrium sitrat adalah dapat 17 menyebabkan perubahan dan penyusutan eritrosit sehingga dapat mempengaruhi nilai indeks eritrosit. Faktor variasi volume eritrosit relatif (yaitu hematokrit, bentuk dan ukuran sel darah merah) dapat mempengaruhi laju endap darah (Jou et al., 2011)

Menurut penelitian (Fariha , 2016) pemeriksaan LED pada posisi miring dan tegak lurus menunjukkan bahwa rata-rata hasil dari posisi miring 45° lebih tinggi yaitu 22,03 dari pada tegak lurus yaitu 20,58 dari hasil dengan uji indenpendent T-test menunjukkan $P=0,654$ ($0>0,05$) yang berarti H_1 ditolak dan H_0 diterima, hasil tersebut dapat di simpulkan tidak ada hasil yang signifikan dari hasil pemeriksaan tegak lurus 90° dan kemiringan 45°..

Menurut peneliti, hal ini disebabkan karena posisi tabung *Westergren* yang dimiringkan 45° membuat permukaan plasma menjadi lebih luas dibandingkan dengan

saat tabung berada dalam posisi tegak lurus. Luasnya permukaan ini mempercepat proses pengendapan dan pembentukan agregat sel darah merah (*rouleaux*). Dengan posisi miring, kecepatan endapan menjadi lebih tinggi karena adanya pengaruh dua gaya yang saling berlawanan, yaitu gaya gravitasi yang menarik sel ke bawah dan gaya dorong dari plasma ke atas. Penelitian yang dilakukan oleh Paneo I (2014) juga mendukung temuan ini, bahwa pada posisi kemiringan 45° , pengendapan menjadi lebih luas sementara jarak vertikal menjadi lebih pendek, sehingga eritrosit mengendap lebih cepat. Oleh karena itu, pemeriksaan LED dengan metode *Westergren* pada posisi miring 45° memerlukan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode yang menggunakan posisi tabung tegak lurus.

Untuk mendapatkan nilai LED yang baik, perlu memperhatikan faktor-faktor teknis yang dapat mempengaruhinya, ukuran eritrosit yang lebih besar dari normal dan eritrosit yang mudah beraglutinasi akan mudah menyebabkan LED cepat, tabung tidak boleh miring terjadi kemiringan akan terjadi kesalahan (Fariha, 2016.) faktor tersebut perlu menjadi perhatian bagi petugas laboratorium agar hasil yang dikeluarkan akurat dan tidak menyalahi aturan SOP.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat di simpulkan bahwa didapatkan hasil perbedaan hasil pemeriksaan LED pada kemringan 45° selama 5 menit menunjukan hasil yaitu 4,6 mm/jam dan tegak lurus 90° selama 1 jam menunjukan hasil yaitu 5 mm/jam.

5.2. Saran

pemeriksaan LED lebih baik di perhatikan lagi dalam setiap tahap pemeriksaanya dan lebih baik menggunakan tegak lurus 90° selama 1 jam dengan waktu yang kurang efektif tetapi hasilnya akurat, dibandingkan dengan kemringan 45° selama 5 menit tetapi hasilnya kurang akurat karena hasil tersebut berkaitan dengan keadaan kondisi pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- Beno, J., Silen, A. ., & Yanti, M. (2022). No Title. *Braz Dent J.*, 33(1), 1–12.
- Candrakirana, D. (2018). *Perbedaan Nilai Laju Endap Darah Metode Westergren Pada Pemeriksaan Langsung Dan Ditunda 6 Jam Pada Suhu Ruang*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Fariha, M. (2016). *Hasil Pemeriksaan Laju Endap Darah Metode Westergreen Posisi Tegak Lurus (90°) Dan Posisi Miring (45°)(Studi Pada Mahasiswi Semester Ii Program Studi D-Iii Analis Kesehatan Stikes Icme Jombang)*. STIKes Insan Cendekia Medika Jombang.
- Hakim, A., Widhyasih, R. M., & Siridian, P. I. (n.d.). *Perbandingan Nilai Laju Endap Darah (LED) Otomatis Menggunakan Antikoagulan K 3 EDTA dengan LED Manual Menggunakan Antikoagulan Natrium Sitrat Comparison of Automatic Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) Values Using K 3 EDTA Anticoagulant with Manual*. 13, 41–46.
- HASANAH, N. (2022). *PERBANDINGAN HASIL ANALISIS LAJU ENDAP DARAH SECARA AUTOMATIS DAN MANUAL PADA PASIEN RAWAT JALAN RUMAH SAKIT BHAYANGKARA TK. I R. SAID SUKANTO*. Universitas Binawan.
- Indro, D. S. (2020). *PERBANDINGAN PEMERIKSAAN LAJU ENDAP DARAH METODE WESTERGREEN POSISI 90° SELAMA 1 JAM DENGAN POSISI 45° SELAMA 7 MENIT*. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional.
- Lestari, A. F. (2023). Observasi Jumlah Trombosit Pada Penggunaan Antikoagulan Na2EDTA dan K2EDTA. In *Karya Tulis Ilmiah Politeknik Kesehatan Kemenkes Kalimantan Timur*.
- Mahardika. (2018). Anatomi Darah. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Nofiyanti, I. (2017). *Perbedaan hasil pemeriksaan laju endap darah metode manual dan automatic*. Muhammadiyah University of Semarang.
- Syaravicena, D., Jayanthi, S., Ramadila, A., Sapitri, S. N., Annisa, V., & Mentiasari, C. S. (2023). Identification of Blood Types of Biology Education Students at Samudra University. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 499–504. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.6232>
- Triyani, V. A. D. (2018). *PERBEDAAN DARAH SITRAS DAN EDTA DENGAN PENGECER NACL 0.9% TERHADAP NILAI LAJU ENDAP DARAH METODE*

*WESTERGREN PADA PASIEN TUBERKULOSIS DI RSUD KRMT
WONGSONEGORO.* Universitas Muhammadiyah Semarang.

LAMPIRAN

Hasil LED saat tegak lurus



Hasil LED saat di miringkan 5 menit



Hasil pemeriksaan yang di keluarkan

Hasil	Nilai Rujukan	Satuan
HEMATOLOGI		
Hematologi 8 Parameter		
Hemoglobin	15,4	14,0 - 18,0 gr/dL
Hematokrit	46	42 - 54 %
Leukosit	7,860	4,000 - 10,000 sel/mm ³
Trombosit	270,000	150,000 - 450,000 sel/mm ³
Eritrosit	5,5	4,5 - 6,0 juta sel/mm ³
MCV	84	80 - 100 fl
MCH	28	27 - 34 pg
MCHC	33	%
Laju Endap Darah (BSE)	5/30	mm/jam
		L : 0 - 10
		P : 0 - 20

Lampiran. Lampiran bimbingan

Lampiran 7: Lembar Bimbingan KTI
LEMBAR BIMBINGAN KARYA TULIS ILMIAH

Nama : Dendita Rahman
NIM : KHA22043
Pembimbing : Ibu Neth Rizki Wati ST.M., M.KM
Judul Penelitian : HASIL PENELITIAN LEO DENGAN METODE WESTER BLOT
posisi sebagai ketua studi dan sebagai ketua studi

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
1	18.05.2025	pengajuan judul	
2	19.05.2025	acc judul penelitian bab I	
3	28.05.2025	bimbingan revisi bab I	
4	28.05.2025	pengarahan bab II	
5	01.06.2025	bimbingan bab II	
6	14.06.2025	acc bab II revisi bab II	
7	17.06.2025	pengarahan bab III	
8	23.06.2025	acc bab III revisi bab III	
9	28.06.2025	pengarahan bab IV acc bab III	
10	01.07.2025	acc bab IV pengarahan bab V	
11	01.07.2025	acc bab V pengarahan bab VI	
12	16.07.2025	acc final draft UAT	
13			
14			
15			
16			
17			
18			

Ketua Program Studi D3 Analisis Kesehatan
STIKes KAH Hasyda Garut
Muhammad Suthan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Dendika Rahman

Tempat Tanggal Lahir : Garut, 30 januari 2004

Jenis kelamin : laki-laki

Agama : Islam

Alamat : jalan ciwalen gang sulaeman Garut kota.

Pendidikan Formal

Tahun 2009 – 2010 : TK AISYAH

Tahun 2010 – 2016 : SD Kartika Siliwangi

Tahun 2016 – 2019 : Persis 19 Bentar Garut

Tahun 2019 – 2022 : MA Persis 19 Bentar Garut

Tahun 2022 – 2025 : Mahasiswa D III Teknologi Laboratorium Medis STIKes Karsa
Husada Garut