



Similarity Report

Metadata

Name of the organization

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Title

ARTIKEL IGFINA EL SAVITRA PRATERBIT

Author(s)

Coordinator

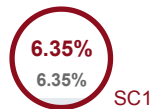
perpustakaan umsidaarta

Organizational unit

Perpustakaan

Record of similarities

SCs indicate the percentage of the number of words found in other texts compared to the total number of words in the analysed document. Please note that high coefficient values do not automatically mean plagiarism. The report must be analyzed by an authorized person.

**3795**

Length in words

26660

Length in characters

Alerts

In this section, you can find information regarding text modifications that may aim at temper with the analysis results. Invisible to the person evaluating the content of the document on a printout or in a file, they influence the phrases compared during text analysis (by causing intended misspellings) to conceal borrowings as well as to falsify values in the Similarity Report. It should be assessed whether the modifications are intentional or not.

Characters from another alphabet	ß	29
Spreads	A→	0
Micro spaces	␣	3
Hidden characters	␣	0
Paraphrases (SmartMarks)	a	13

Active lists of similarities

This list of sources below contains sources from various databases. The color of the text indicates in which source it was found. These sources and Similarity Coefficient values do not reflect direct plagiarism. It is necessary to open each source, analyze the content and correctness of the source crediting.

The 10 longest fragments

Color of the text

NO	TITLE OR SOURCE URL (DATABASE)	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
1	https://repo.poltekkesbandung.ac.id/3269/5/BAB%20I.pdf	46 1.21 %
2	https://jhist.ikestmp.ac.id/index.php/jhist/article/download/4/4	40 1.05 %
3	http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/3053/3/CHAPTER%201.pdf	18 0.47 %
4	PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN HEMATOLOGI RUTIN MENGGUNAKAN TABUNG VACUTAINER DAN MICROTAINER K3EDTA Sinaga Mery Dwi Rahayu Elsyana, Betty Nurhayati, Adang Durachim, Nina Marlina;	17 0.45 %

5	PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN HEMATOLOGI RUTIN MENGGUNAKAN TABUNG VACUTAINER DAN MICROTAINER K3EDTA Sinaga Mery Dwi Rahayu Elsyana, Betty Nurhayati, Adang Durachim, Nina Marlina;	17 0.45 %
6	http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/11846/3/Chapter%201.pdf	12 0.32 %
7	http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/11846/3/Chapter%201.pdf	12 0.32 %
8	https://jurnal.unej.ac.id/index.php/IKESMA/article/download/27165/11326	11 0.29 %
9	https://repository.binawan.ac.id/1853/1/TLM-2022-AKMAL%20IRSYAD%20ARRAFI.pdf	10 0.26 %
10	http://digilib.unisayogya.ac.id/6643/1/NASKAH%20PUBLIKASI%20FEBBY%20YOLANDA%20181304131%20-%20Febby%20Yolanda.pdf	8 0.21 %

from RefBooks database (1.37 %)

NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
Source: Paperity		
1	PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN HEMATOLOGI RUTIN MENGGUNAKAN TABUNG VACUTAINER DAN MICROTAINER K3EDTA Sinaga Mery Dwi Rahayu Elsyana, Betty Nurhayati, Adang Durachim, Nina Marlina;	39 (3) 1.03 %
2	Perbedaan Hasil Pemeriksaan LED Secara Manual dan Menggunakan Alat Automatic Haiti Margareta, Arip Wahyudi, Maria Nuraeni;	8 (1) 0.21 %
3	WAKTU SIMPAN DARAH ANTIKOAGULAN K2EDTA DAN K3EDTA TERHADAP PARAMETER ERITROSIT Noviar Ganjar, Adang Durachim, Utami Ayu Putri, Betty Nurhayati;	5 (1) 0.13 %

from the home database (0.00 %)

NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
----	-------	---------------------------------------

from the Database Exchange Program (0.00 %)

NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
----	-------	---------------------------------------

from the Internet (4.98 %)

NO	SOURCE URL	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
1	https://repo.poltekkesbandung.ac.id/3269/5/BAB%20I.pdf	46 (1) 1.21 %
2	https://jst.ikestmp.ac.id/index.php/jst/article/download/4/4	40 (1) 1.05 %
3	http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/11846/3/Chapter%201.pdf	24 (2) 0.63 %
4	http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/3053/3/CHAPTER%201.pdf	18 (1) 0.47 %
5	http://repo.poltekkesikmalaya.ac.id/2588/4/HALAMAN%20JUDUL.pdf	13 (2) 0.34 %
6	https://www.academia.edu/88149694/EDTA_Dependent_Pseudothrombocytopenia_EDP_Dengan_Pemeriksaan_Immature_Platelet_Fraction_IPF_Yang_Tinggi	12 (2) 0.32 %
7	https://jurnal.unej.ac.id/index.php/IKESMA/article/download/27165/11326	11 (1) 0.29 %
8	https://repository.binawan.ac.id/1853/1/TLM-2022-AKMAL%20IRSYAD%20ARRAFI.pdf	10 (1) 0.26 %
9	http://digilib.unisayogya.ac.id/6643/1/NASKAH%20PUBLIKASI%20FEBBY%20YOLANDA%20181304131%20-%20Febby%20Yolanda.pdf	8 (1) 0.21 %

List of accepted fragments (no accepted fragments)

NO	CONTENTS	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
----	----------	---------------------------------------

The Effect of Wholeblood Storage with K3EDTA and Na2EDTA Anticoagulants on Leukocyte Count, Neutrophil Count, and Leukocyte Morphology
[Pengaruh Penyimpanan Wholeblood Dengan Antikoagulan K3EDTA dan Na2EDTA Terhadap Jumlah Leukosit, Neutrofil dan Morfologi Leukosit]

Igfini El Savitra1), Andika Aliviameita1)*

1)Program Studi D4 Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: aliviameita@umsida.ac.id

Page | 1

2 | Page

Page | 3

Abstract. Hematological examinations play a crucial role in disease diagnosis and are influenced by pre-analytical factors, such as the type of anticoagulant and storage temperature. EDTA is widely used due to its minimal impact on blood cell morphology. This **study aims to determine the effect of whole blood storage** using K3EDTA vacutainer and conventional Na2EDTA anticoagulants on leukocyte count, neutrophil count, and leukocyte morphology. This was a laboratory-based cross-sectional experimental study involving D4 Medical Laboratory Technology students at UMSIDA as respondents. Samples were stored at room temperature (18-25°C) and cold temperature (2-8°C), and examined at 0, 12, and 24 hours after blood collection. Cell counts were analyzed using a Hematology Analyzer, while morphology was observed through peripheral blood smears. The results showed no significant differences in leukocyte and neutrophil counts based on the type of anticoagulant, storage temperature, or storage duration ($p > 0.05$). Morphological changes began to appear after 12 hours at room temperature and after 24 hours under cold storage. K3EDTA vacutainer was more effective in preserving leukocyte morphology compared to Na2EDTA.

Keywords - Leukocytes, Neutrophils, EDTA, Morphology, Blood storage


Abstrak. Pemeriksaan hematologi berperan penting dalam diagnosis penyakit dan dipengaruhi oleh faktor pra-analitik, seperti jenis antikoagulan dan suhu penyimpanan. EDTA banyak digunakan karena minim pengaruh terhadap morfologi darah. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penyimpanan wholeblood dengan antikoagulan K3EDTA vacutainer dan Na2EDTA konvensional terhadap jumlah leukosit, neutrofil, dan morfologi leukosit. Penelitian dilakukan secara eksperimental laboratorium cross-sectional dengan responden mahasiswa D4 Teknologi Laboratorium Medis UMSIDA. Sampel disimpan pada suhu ruang (18-25°C) dan suhu dingin (2-8°C), serta diperiksa pada 0, 12, dan 24 jam setelah pengambilan darah. Pemeriksaan jumlah sel menggunakan Hematology Analyzer, dan morfologi diamati melalui apusan darah. Hasil menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan jumlah leukosit dan neutrofil berdasarkan jenis antikoagulan, suhu, atau waktu penyimpanan ($p > 0,05$). Perubahan morfologi mulai terlihat setelah 12 jam pada suhu ruang dan 24 jam pada suhu dingin. K3EDTA vacutainer lebih baik dalam mempertahankan morfologi leukosit dibandingkan Na2EDTA.

Kata Kunci - Leukosit, Neutrofil, EDTA, Morfologi, Penyimpanan darah

I. Pendahuluan

Pemeriksaan **hematologi merupakan salah satu pemeriksaan** laboratorium dasar yang paling awal dilakukan untuk membantu menegakkan diagnosis berbagai penyakit. Pemeriksaan darah atau **pemeriksaan hematologi secara umum dapat dikategorikan menjadi dua yaitu pemeriksaan hematologi rutin dan hematologi lengkap. Pemeriksaan hematologi rutin meliputi pemeriksaan hemoglobin, hematokrit, jumlah sel leukosit, eritrosit dan trombosit serta pemeriksaan hitung jenis leukosit. Pemeriksaan hematologi lengkap meliputi, pemeriksaan darah rutin** ditambahkan pemeriksaan laju endap darah (LED). Dalam praktiknya, pemeriksaan hematologi dapat dilakukan secara manual maupun otomatis. Metode otomatis menggunakan alat hematology analyzer dinilai lebih cepat, akurat, dan efisien dibandingkan metode manual.

Keakuratan hasil pemeriksaan laboratorium termasuk analisis hematologi, sangat dipengaruhi oleh beberapa **tahapan yaitu : pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik. Tahapan pra-analitik merupakan sumber kesalahan terbesar**, mencakup sekitar 61% dari total kesalahan. Salah satu proses penting dalam tahap pra-analitik adalah homogenisasi, yaitu pencampuran darah dengan antikoagulan. Homogenisasi ini dapat dilakukan secara manual atau otomatis. Jika proses homogenisasi tidak optimal, dapat terjadi pembentukan bekuan atau kerusakan sel darah merah (hemolisis), yang berisiko menghasilkan nilai hematokrit yang tidak sesuai, terutama nilai hematokrit rendah palsu.

Antikoagulan yang umum digunakan dalam pemeriksaan hematologi adalah Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA), baik dalam bentuk K3EDTA, K2EDTA, maupun Na2EDTA. EDTA bekerja dengan cara mengikat ion kalsium untuk mencegah pembekuan darah, tanpa mengganggu morfologi sel darah. Antikoagulan Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA) dapat digunakan dalam dua bentuk, yaitu konvensional dan vacutainer. Dalam bentuk konvensional, pemakaian antikoagulan EDTA adalah 1 mg per 1 mL darah. Sementara dalam bentuk vacutainer, jumlah antikoagulan EDTA adalah 10  per 1 mL darah, sehingga **setiap 1 mg EDTA dapat mencegah pembekuan 1 mL darah**. Biasanya, EDTA digunakan dalam bentuk larutan dengan konsentrasi 10%. Perbedaan jenis EDTA dapat mempengaruhi keandalan hasil pemeriksaan. Penggunaan EDTA yang berlebihan diketahui dapat menyebabkan kerusakan sel, seperti morfologi leukosit yang menyebabkan pada penurunan jumlah sel darah yang diperiksa menggunakan hematology analyzer. Berdasarkan penelitian 2019, didapatkan hasil jumlah leukosit sampel darah EDTA Konvensional dan EDTA Vacutainer dinyatakan dengan hasil menunjukkan $p=0,411$ ($p > 0,05$), sehingga tidak ada perbedaan signifikan antara kedua jenis antikoagulan. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Khansa Amaniya Muti (2021) yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan jumlah leukosit pada penggunaan antikoagulan Na2EDTA, **K2EDTA dan K3EDTA yang diperiksa dengan hematology analyzer**. Dari sudut pandang klinis, kelemahan dari pemeriksaan otomatis yakni CBC (Complete Blood Count) adalah ketidakmampuannya untuk mengidentifikasi morfologi sel yang abnormal atau

adanya kelainan morfologi yang signifikan secara klinis sehingga perlunya pemeriksaan apusan darah tepi untuk mengkonfirmasi ketika terjadi abnormalitas pada sel darah merah, ketika peningkatan atau penurunan pada jumlah sel darah putih (WBC) dan juga jumlah trombosit yang tinggi atau rendah .

Menurut penelitian Rahmнитарini A dkk (2019) pada suhu lemari es (2-8°C) pada penyimpanan 48 jam terjadi perubahan morfologi leukosit, sedangkan pada suhu ruang (18-24°C) penyimpanan 8 jam mulai terjadi beberapa perubahan yaitu morfologi pada neutrophil .

Melihat pentingnya akurasi hasil pemeriksaan hematologi, terutama pada jumlah dan morfologi leukosit, maka diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh penyimpanan wholeblood dengan antikoagulan K3EDTA dan Na2EDTA terhadap jumlah leukosit, neutrofil, dan morfologi leukosit. Penelitian ini menggunakan metode pemeriksaan darah lengkap dan sediaan apus darah sebagai pendekatan untuk mengevaluasi perbedaan antara oleh kedua jenis antikoagulan tersebut terhadap parameter hematologi yang diuji.

II. Metode

Penelitian ini telah memperoleh sertifikat etik dengan nomor 0525/HRECC.FODM/IV/2025 pada tanggal 29 April 2025 dari Komisi Kelaikan Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya. Desain penelitian ini adalah kuantitatif menggunakan metode eksperimental laboratorik cross-sectional. Penelitian ini menggunakan subjek populasi pada Mahasiswa Prodi D4 Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penelitian dilakukan di Laboratorium Patologi Klinik D-IV Teknologi Laboratorim Medis, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo pada bulan Mei 2025. Teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu purposive sampling dengan kriteria sampel yang diambil yaitu 4 responden berjenis kelamin laki-laki, berusia 17-25 tahun dengan persetujuan mengisi dan mendatangani informed consent. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah holder, tourniquet, rak tabung, mikropipet 5-50 μ L, pipet maat 10ml, Hematologi Analyzer (Medonic M-series M32), pipet tetes, jembatan pewarnaan, obyek glass, bulb, mikroskop. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini meliputi: darah, larutan Na2EDTA , tabung vacutainer K3EDTA , alkohol 96 %, larutan giemsa induk, larutan Buffer Phosphat pH 7, kapas alkohol, oil imersi. Peneliti menggunakan pengambilan sampel darah vena sebanyak 16 ml pada masing-masing responden. Darah yang diperoleh dimasukan ke tabung vacutainer K3EDTA dan tabung konvensional dengan penambahan Na2EDTA . Sampel disimpan di suhu ruang (18-25°C) dan suhu dingin (2-8°C), lalu dilakukan penundaan dengan 3 waktu yaitu pemeriksaan segera (0 jam), 12 jam, 24 jam. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan darah lengkap menggunakan Hematologi Analyzer dan dilakukan pemeriksaan hapusan darah tepi. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan SPSS versi 23, dilakukan uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk , kemudian dilakukan uji parametrik MANOVA untuk parameter neutrofil dan uji non parametrik Friedman untuk parameter leukosit.

III. Hasil dan Pembahasan

1. Analisis Data

Hasil pemeriksaan jumlah leukosit bertujuan untuk mengetahui nilai tunggal dari data yang diperoleh serta melihat sebaran data pada setiap perlakuan. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan rerata jumlah leukosit \pm standar deviasi yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Berdasarkan hasil pada Tabel 1 dan 2, rerata jumlah leukosit dan neutrofil pada seluruh perlakuan, baik menggunakan antikoagulan K3EDTA vacutainer maupun Na2EDTA konvensional, serta pada berbagai waktu penundaan (0, 12, dan 24 jam) dan suhu penyimpanan (suhu ruang dan suhu dingin), masih berada dalam batas referensi normal yaitu 5.000-10.000/ μ L. Hal ini menunjukkan bahwa variasi suhu, jenis antikoagulan, dan waktu penundaan tidak memberikan perbedaan mencolok terhadap hasil rerata leukosit secara klinis.

Tabel 1 Jumlah Leukosit dan Neutrofil \pm Standart Deviasi pada tabung K3EDTA vacutainer

Variabel	Penundaan	Rerata Jumlah Leukosit dan Neutrofil (/ μ L) \pm Standart Deviasi	
		Suhu ruang 18-25°C	Suhu dingin 2-8°C
Leukosit	Pemeriksaan segera (0 Jam)	7.275 \pm 1.623	7.200 \pm 1.745
	Penundaan 12 Jam	7.250 \pm 1.447	7.425 \pm 1.530
	Penundaan 24 Jam	7.200 \pm 1.995	7.320 \pm 1.541
Neutrofil	Pemeriksaan segera (0 Jam)	4.325 \pm 1.637	4.700 \pm 2.051
	Penundaan 12 Jam	4.475 \pm 1.631	4.850 \pm 1.713
	Penundaan 24 Jam	4.575 \pm 1.995	4.850 \pm 1.541

Hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa rerata jumlah leukosit pada sampel darah K3EDTA vacutainer dengan penyimpanan suhu ruang selama 0 jam adalah 7.275/ μ L, pada 12 jam adalah 7.250/ μ L, dan pada 24 jam sebesar 7.200/ μ L. Sedangkan pada suhu dingin, rerata jumlah leukosit pada 0 jam adalah 7.200/ μ L, peada 12 jam sebesar 7.425/ μ L, dan pada 24 jam sebesar 7.320/ μ L. Untuk jumlah neutrofil, pada suhu ruang, rerata pada 0 jam adalah 4.325/ μ L, pada 12 jam sebesar 4.475/ μ L, dan pada 24 jam sebesar 4.575/ μ L. Sementara itu, pada suhu dingin, rerata jumlah neutrofil pada 0 jam adalah 4.700/ μ L, dan pada 12 dan 24 jam menunjukkan nilai yang sama yaitu 4.850/ μ L.

Tabel 2 Jumlah Leukosit dan Neutrofil \pm Standar Deviasi pada tabung Na2EDTA konvensional

Variabel	Penundaan	Rerata Jumlah Leukosit dan Neutrofil (/ μ L) \pm Standart Deviasi	
		Suhu ruang 18-25°C	Suhu dingin 2-8°C
Leukosit	Pemeriksaan segera (0 Jam)	7.025 \pm 1.596	7.025 \pm 1.674
	Penundaan 12 Jam	7.670 \pm 1.705	7.150 \pm 1.558
	Penundaan 24 Jam	6.975 \pm 1.571	7.720 \pm 1.892
Neutrofil	Pemeriksaan segera (0 Jam)	4.500 \pm 1.794	4.475 \pm 1.995
	Penundaan 12 Jam	4.450 \pm 2.027	4.675 \pm 1.772
	Penundaan 24 Jam	3.500 \pm 1.485	4.870 \pm 1.774

Hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa rerata jumlah leukosit pada sampel darah Na2EDTA konvensional dengan penyimpanan suhu ruang selama 0 jam adalah 7.025/ μ L, pada 12 jam sebesar 7.670/ μ L, dan pada 24 jam 6.975/ μ L. Sedangkan pada suhu dingin, rerata jumlah leukosit pada 0 jam adalah 7.025/ μ L, pada 12 jam sebesar 7.150/ μ L, dan pada 24 jam 7.720/ μ L. Untuk jumlah neutrofil, pada suhu ruang rerata pada 0 jam adalah 4.500/ μ L, kemudian pada 12 jam 4.450/ μ L, dan pada 24 jam 3.500/ μ L. Sementara itu, pada suhu dingin, rerata jumlah neutrofil pada 0 jam adalah 4.475/ μ L, pada 12 jam 4.675/ μ L, dan pada 24 jam 4.870/ μ L.

Variabel Hasil Uji Normalitas (Shapiro Wilk)

	Leukosit	Neutrofil
Penundaan 0 Jam	0,037	0,113*
Penundaan 12 Jam	0,015	0,426*
Penundaan 24 Jam	0,029	0,716*

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Berdasarkan Waktu Penundaan (Jam)

* : Data Terdistribusi normal

Hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 3 hasil uji normalitas berdasarkan waktu penundaan untuk jumlah leukosit yaitu penundaan 0 jam yaitu 0,037, 12 jam yaitu 0,015, dan 24 jam yaitu 0,029, yang semuanya $< 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa data leukosit tidak berdistribusi normal. Sementara itu, untuk jumlah neutrofil adalah 0,113 pada penundaan 0 jam, 0,426 pada 12 jam, dan 0,716 pada 24 jam, yang semuanya $> 0,05$, menunjukkan bahwa data neutrofil berdistribusi normal.

Tabel 4 Hasil Uji Normalitas Berdasarkan Penyimpanan

Variabel Hasil Uji Normalitas (Shapiro Wilk)

	Leukosit	Neutrofil
Penyimpanan Suhu Dingin	0,007	0,080*
Penyimpanan Suhu Ruang	0,002	0,215*

* :Data Terdistribusi normal

Hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 4 hasil uji normalitas berdasarkan penyimpanan untuk jumlah leukosit yaitu penyimpanan suhu dingin yaitu 0,007, dan suhu ruang yaitu 0,002, yang keduanya $< 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa data leukosit tidak berdistribusi normal. Sementara itu, untuk jumlah neutrofil adalah 0,080 pada suhu dingin dan 0,215 pada suhu ruang, yang keduanya $> 0,05$, menunjukkan bahwa data neutrofil berdistribusi normal.

Tabel 5 Hasil Uji Normalitas berdasarkan Jenis Antikoagulan

Variabel Hasil Uji Normalitas (Shapiro Wilk)

	Leukosit	Neutrofil
Antikoagulan K3EDTA	0,003	0,260*
Antikoagulan Na2EDTA	0,004	0,114*

* : Data Terdistribusi normal

Hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 5 uji normalitas berdasarkan jenis antikoagulan untuk jumlah leukosit yaitu Antikoagulan K3EDTA yaitu 0,003 dan Antikoagulan Na2EDTA 0,004 yang keduanya $< 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa data leukosit tidak berdistribusi normal. Sementara itu, untuk jumlah neutrofil adalah 0,260 pada Antikoagulan K3EDTA dan 0,114 pada Antikoagulan Na2EDTA, yang keduanya $> 0,05$ menunjukkan bahwa data neutrofil berdistribusi normal.

Tabel 6 Hasil Uji Statistik Friedman Jumlah Leukosit berdasarkan Antikogulan K3EDTA Vacutainer

Parameter	Perbandingan Penundaan	Suhu Penyimpanan	Nilai p (Sig.)
Jumlah Leukosit	0 Jam vs 12 Jam	Suhu Dingin	0,317
	0 Jam vs 24 Jam	Suhu Dingin	0,317
	12 Jam vs 24 Jam	Suhu Dingin	0,317
Jumlah Leukosit	0 Jam vs 12 Jam	Suhu Ruang	1,564
	0 Jam vs 24 Jam	Suhu Ruang	0,317
	12 Jam vs 24 Jam	Suhu Ruang	0,564

Hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 6 bahwa hasil uji Friedman terhadap data jumlah leukosit dengan menggunakan Antikoagulan K3EDTA pada suhu dingin, nilai signifikansi (p-value) untuk perbandingan antara 0 jam dengan 12 jam adalah ($p=0,317$), antara 0 jam dengan 24 jam sebesar ($p=0,317$), dan antara 12 jam dengan 24 jam sebesar ($p=0,317$). Pada penyimpanan dengan suhu ruang, nilai signifikansi pada perbandingan waktu 0 jam dengan 12 jam adalah ($p=1,564$), 0 jam dengan 24 jam sebesar ($p=0,317$) dan 12 jam dengan 24 jam sebesar ($p=0,564$). Semua nilai $> 0,05$ yang berarti menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam jumlah leukosit di Antikoagulan K3EDTA pada dua kondisi suhu penyimpanan (suhu dingin dan suhu ruang) antara waktu pemeriksaan 0 jam, 12 jam, dan 24 jam.

Tabel 7 Hasil Uji Statistik Friedman Jumlah Leukosit berdasarkan Antikogulan Na2EDTA Konvensional

Parameter	Perbandingan Penundaan	Suhu Penyimpanan	Nilai p (Sig.)
Jumlah Leukosit	0 Jam vs 12 Jam	Suhu dingin	1,000
	0 Jam vs 24 Jam	Suhu dingin	0,564
	12 Jam vs 24 Jam	Suhu dingin	0,317
Jumlah Leukosit	0 Jam vs 12 Jam	Suhu Ruang	0,157
	0 Jam vs 24 Jam	Suhu Ruang	1,000
	12 Jam vs 24 Jam	Suhu Ruang	0,083

Hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 7 bahwa hasil uji Friedman terhadap data jumlah leukosit dengan menggunakan Antikoagulan Na2EDTA pada suhu dingin, nilai signifikansi (p-value) untuk perbandingan antara 0 jam dengan 12 jam adalah ($p=1,000$), antara 0 jam dengan 24 jam sebesar

($p=0,564$), dan antara 12 jam dengan 24 jam sebesar ($p=0,317$). Pada penyimpanan dengan suhu ruang, nilai signifikansi pada perbandingan waktu 0 jam dengan 12 jam adalah ($p=0,157$), 0 jam dengan 24 jam sebesar ($p=1,000$) dan 12 jam dengan 24 jam sebesar ($p=0,083$). Semua nilai $>0,05$ yang berarti menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam jumlah leukosit di Antikoagulan Na2EDTA pada dua kondisi suhu penyimpanan (suhu dingin dan suhu ruang) antara waktu pemeriksaan 0 jam, 12 jam, dan 24 jam.

Variabel	P-Value
Penundaan	0,716
Penyimpanan	0,252
Antikoagulan	0,916
Penundaan x Penyimpanan	0,505
Penundaan x Antikoagulan	0,980
Penyimpanan x Antikoagulan	0,891
Penundaan x Penyimpanan x Antikoagulan	1,000

Tabel 8 Hasil Uji Stastistik MANOVA Jumlah Neutrofill

Pada penelitian yang ditampilkan pada Tabel 8 dapat diketahui bahwa hasil uji statistik MANOVA terhadap jumlah neutrofil menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada seluruh variabel maupun interaksi antar variabel, karena nilai signifikansi (p -value) dari semua variabel $>0,05$. Nilai p untuk variabel penundaan sebesar ($p=0,716$), penyimpanan sebesar ($p=0,252$), dan antikoagulan sebesar ($p=0,916$). Sementara itu, nilai p untuk interaksi (penundaan \times penyimpanan) adalah ($p=0,505$), (penundaan \times antikoagulan) sebesar ($p=0,980$), (penyimpanan \times antikoagulan) sebesar ($p=0,891$), dan interaksi ketiga variabel (penundaan \times penyimpanan \times antikoagulan) sebesar ($p=1,000$). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor tersebut tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah neutrofil

2. Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil yang menyatakan tidak terdapat perbedaan pada jumlah leukosit maupun neutrofil pada pemeriksaan hematology analyzer akan tetapi ada perbedaan untuk hasil morfologi terdapat kerusakan. Dalam praktiknya, penggunaan tabung vacutainer lebih disarankan dibandingkan dengan antikoagulan konvensional karena beberapa faktor dapat mempengaruhi hasil saat menggunakan metode konvensional. Posisi pipet saat mengambil antikoagulan harus diperhatikan, pipet tidak boleh miring karena hal ini dapat mengurangi volume larutan yang diambil dan memengaruhi hasil pemeriksaan. Meskipun tabung vacutainer lebih praktis dan menguntungkan, faktor kesalahan manusia tetap dapat memengaruhi hasil, baik dengan tabung vacutainer maupun antikoagulan konvensional. Oleh karena itu, ketelitian dalam pelaksanaannya sangat diperlukan.

Antikoagulan EDTA yang umum digunakan hingga saat ini adalah Na2EDTA dan K3EDTA. Penggunaan EDTA sangat baik untuk pemeriksaan hematologi karena tidak memengaruhi sel-sel darah. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, digunakan Na2EDTA sebagai antikoagulan konvensional dan K3EDTA sebagai antikoagulan vacutainer, karena pH K3EDTA mendekati pH darah. Pada penelitian yang dilakukan Febby Yolanda bahwa suhu dan waktu penyimpanan darah dengan antikoagulan K2EDTA maupun K3EDTA dengan metode hematology analyzer tidak berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah leukosit (nilai signifikansi suhu sebesar 0,744 dan waktu sebesar 0,964; keduanya $>0,05$).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan hasil jumlah leukosit dan jumlah neutrofil pada sampel darah dengan antikoagulan K3EDTA vacutainer dan Na2EDTA konvensional, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Maria Yovita Kuman (2019) Hasil leukosit yang dilakukan dengan menggunakan EDTA Konvensional dan EDTA Vacutainer memiliki hasil yaitu 3.000 - 15.000 / μ L darah, menunjukan nilai yang normal. Dapat dilihat kedua antikoagulan ini tidak mempengaruhi hasil leukosit.

Dikuatkan pada penelitian sebelumnya tahun (2024) hasil penelitian tidak terdapat perbedaan yang signifikan hasil pemeriksaan hematologi rutin pada spesimen darah menggunakan tabung Vacutainer K3EDTA dan Microtainer K3EDTA dengan kriteria sampel riwayat anemia, wanita yang sedang menstruasi, wanita hamil, riwayat kelainan fungsi hati dan olahraga ekstrem sebelum pemeriksaan.

Smuged Cell	Vacuolated Lymphocytes	Hipersegmented Neutrophils
Abnormal Homogeneous Chromatin	Vacuolated Neutrophils	Vacuolated Monocytes
Normal Leukocytes	Normal Leukocytes	

Gambar 1. Kerusakan pada morfologi leukosit dan neutrofil

Pada hasil penelitian ini terlihat adanya perubahan pada morfologi hapusan darah tepi menggunakan pemeriksaan mikroskop dan beberapa perlakuan mengalami kerusakan pada leukosit dan neutrofil. Pemeriksaan preparat apus darah tepi merupakan bagian yang penting dari rangkaian pemeriksaan hematologi. Keunggulan dari pemeriksaan apus darah tepi ialah mampu menilai berbagai unsur sel darah tepi seperti morfologi sel (eritrosit, leukosit, dan trombosit), menentukan jumlah dan jenis leukosit, mengestimasi jumlah trombosit dan mengidentifikasi adanya parasit. Perubahan pada variasi antikoagulan K3EDTA, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pemeriksaan segera (0 jam), baik pada suhu ruang maupun suhu dingin, masih mampu mempertahankan morfologi leukosit dalam keadaan normal. Namun, penyimpanan pada suhu ruang selama 6 jam telah menunjukkan tanda-tanda awal degradasi seluler, seperti pemudaran sitoplasma dan penggabungan lobus pada neutrofil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Fadilah Dwi Cahyati (2021) yang menyatakan ada pengaruh sampel darah dengan antikoagulan K3EDTA terhadap vakuolisasi neutrofil pada apusan darah tepi selama penundaan 3 jam.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Febby Yolanda (2022) bahwa perubahan morfologi pada leukosit pada suhu penyimpanan 2-8oC mulai terjadi pada masa penyimpanan 48 jam, sedangkan pada suhu penyimpanan 18-24oC perubahan mulai terjadi pada masa penyimpanan 8 jam. Beberapa perubahan morfologi pada neutrofil adalah pemisahan lobus inti, kerusakan batas sitoplasma, granula menghilang dan vakuola kecil dalam sitoplasma terlihat. Seiring dengan bertambahnya waktu, terutama setelah 12 Jam dan 24 jam, perubahan morfologi menjadi semakin berubah. Pada suhu ruang selama 24 jam, tampak jelas terjadinya pembesaran inti pada monosit, sitoplasma yang tidak teratur, dan adanya vakuola kecil pada inti sel. Kondisi ini menunjukkan bahwa waktu penundaan juga dapat mempengaruhi jumlah leukosit, makin lama penundaan maka jumlah sel leukosit terhitung makin berkurang karena sel-sel rusak (hemolisis) atau mati. Selama penundaan sel-sel darah mengalami perubahan biokimia,

biomekanis, dan reaksi imunologis menyebabkan terjadinya kerusakan morfologi .

Hasil penelitian penggunaan antikoagulan Na₂EDTA menunjukkan sama seperti **penggunaan antikoagulan K₃EDTA** bahwa pemeriksaan segera setelah pengambilan sampel mempertahankan morfologi leukosit normal pada suhu ruang dan suhu dingin. Setelah 12 jam penyimpanan di suhu dingin, morfologi tetap stabil menandakan proses degradasi belum cepat. Namun, pada suhu ruang mulai muncul vakuola kecil di sitoplasma monosit dan perubahan homogenitas inti, yang menunjukkan kerusakan awal. Setelah 24 jam, perubahan semakin jelas di suhu ruang, sitoplasma neutrofil memudar, dan pada suhu dingin, terjadi kehilangan sitoplasma pada neutrofil dan limfosit. Meskipun suhu dingin memperlambat degradasi, lama penyimpanan tetap berisiko merusak morfologi leukosit. Penelitian lain yang dilakukan Aunisajidah N dan Afriansyah M (2024) menyatakan bahwa hasil pemeriksaan apusan darah tepi dari spesimen darah K₂EDTA menunjukkan bahwa pada pemeriksaan yang dilakukan segera (0 jam), tidak ditemukan kelainan morfologi seperti vakuolisasi, piknosis, atau lobulasi nukleus. Namun, pada spesimen yang ditunda 2 jam menunjukkan adanya vakuolisasi. Penundaan lebih lama hingga 5 jam menunjukkan vakuolisasi yang semakin membesar pada semua preparat. Hal ini menunjukkan bahwa penundaan waktu pemeriksaan dapat menyebabkan perubahan morfologi sel darah, terutama berupa vakuolisasi yang semakin jelas seiring bertambahnya waktu . Penyebab leukosit mengalami penurunan secara signifikan pada penyimpanan 48 jam di suhu ruang yang kemungkinan disebabkan oleh degradasi sel atau perubahan morfologi yang menyebabkan sel tidak dikenali oleh alat analisis otomatis Untuk di suhu dingin leukosit maupun neutrofil relatif stabil karena proses metabolisme dan degradasi sel yang melambat sehingga mencegah kerusakan morfologi dan pecahnya sel dan menjaga konsistensi nilai hitung leukosit hingga 48 jam

Pada penelitian sebelumnya oleh Rahmнитарini A dkk (2019) yaitu mengatakan perubahan morfologi leukosit menggunakan tabung berisi K₂EDTA lebih cepat terjadi pada suhu ruang (18-24°C) dibandingkan suhu kulkas (2-8°C), dengan neutrofil, monosit, dan trombosit menunjukkan kerusakan paling awal. Hitung diferensial leukosit menunjukkan perubahan signifikan mulai 16 jam pada neutrofil dan eosinofil, sementara limfosit dan basofil tetap stabil hingga 96 jam pada kedua suhu . Secara keseluruhan, perubahan morfologi leukosit bergantung pada jenis antikoagulan, suhu, dan lama penyimpanan. Kualitas morfologi terbaik dipertahankan pada penyimpanan (0-12 jam) di suhu dingin.

VII. Simpulan

Dapat disimpulkan berdasarkan hasil analisis statistik, jumlah leukosit dan neutrofil tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap variasi jenis antikoagulan (K₃EDTA dan Na₂EDTA), suhu penyimpanan (ruang 18-25°C dan dingin 2-8°C), maupun waktu penundaan (0, 12, dan 24 jam). Namun, perubahan morfologi leukosit mulai terlihat setelah 12 jam pada suhu ruang dan setelah 24 jam pada suhu dingin, terutama pada sampel dengan Na₂EDTA. Oleh karena itu, untuk menjaga akurasi jumlah dan morfologi leukosit, pemeriksaan disarankan dilakukan maksimal dalam 12 jam dan disimpan pada suhu dingin (2-8°C). Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar, memperpanjang waktu penyimpanan, serta meneliti jenis leukosit lain dan membandingkan berbagai jenis antikoagulan untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

Ucapan Terima Kasih

Atas terselesainya artikel **ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada** seluruh pihak, **terutama kedua orang tua dan keluarga** besar penulis yang telah memberikan dukungan moril maupun materil serta mendoakan penulis dalam menyelesaikan artikel ini.

