

PERSENTASE KEBERHASILAN WAKTU PENUNDAAN PEMERIKSAAN SAMPEL DARAH EDTA PADA INDEKS ERITROSIT

Irodatus Sholihah¹, Dwi Kriharyani², Wisnu Istanto³, Syamsul Arifin⁴

Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya^{1,2,3,4}

e-mail: Irodatus1612@email.ac.id

ABSTRAK

Sebanyak 70% hasil pemeriksaan laboratorium menjadi dasar dalam pengambilan keputusan medis. Sekitar 61% dari semua kesalahan laboratorium disebabkan oleh prosedur pra-analitik, diantaranya adalah lama waktu penundaan pemeriksaan. K3EDTA adalah antikoagulan yang digunakan dalam penelitian ini. Salah satu tes penting untuk membuat diagnosis adalah penilaian indeks eritrosit. Dalam studi ini, sampel darah EDTA dievaluasi secara langsung dan setelah penundaan dua, empat, dan enam jam untuk menentukan tingkat keberhasilan pemeriksaan indeks eritrosit (MCV, MCH, dan MCHC). Penelitian ini menggunakan desain analitis dan metodologi penelitian observasional. *Sampling purposive* digunakan untuk mengidentifikasi 45 mahasiswa program Diploma Tiga jurusan Teknologi Laboratorium Medis semester keenam di Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya yang menjadi populasi penelitian. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2025. Data penelitian ini berupa data primer yang didapatkan langsung dari hasil pemeriksaan laboratorium. Teknik analisis data yang digunakan adalah uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk*, uji homogenitas, dan uji parametrik One Away ANOVA. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penundaan waktu pemeriksaan sampel darah EDTA tidak memengaruhi nilai indeks eritrosit, dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%.

Kata Kunci: *Waktu Penundaan Pemeriksaan, MCV, MCH, MCHC*

ABSTRACT

A total of 70% of laboratory test results form the basis for medical decision-making. Approximately 61% of all laboratory errors are caused by pre-analytical procedures, including the length of time the test is delayed. K3EDTA is the anticoagulant used in this study. One important test for making a diagnosis is the assessment of erythrocyte indices. In this study, EDTA blood samples were evaluated immediately and after delays of two, four, and six hours to determine the success rate of erythrocyte index testing (MCV, MCH, and MCHC). This study used an analytical design and observational research methodology. Purposive sampling was used to identify 45 sixth-semester students from the Diploma Three program in Medical Laboratory Technology at the Surabaya Ministry of Health Polytechnic as the research population. This study was conducted in May 2025. The research data consisted of primary data obtained directly from laboratory test results. The data analysis techniques used were the Shapiro-Wilk normality test, homogeneity test, and parametric One-Way ANOVA test. The results of this study showed that delaying the EDTA blood sample examination did not affect the erythrocyte index values, with a success rate of 100%.

Keywords: *Delayed examination time, MCV, MCH, MCHC*

PENDAHULUAN

Pelayanan laboratorium klinis merupakan komponen yang tidak terpisahkan dan memegang peranan vital dalam ekosistem kesehatan modern. Kualitas dari pelayanan ini secara langsung menentukan keakuratan diagnosis, efektivitas pengobatan, dan keselamatan pasien secara keseluruhan. Sebuah laboratorium dinilai memiliki mutu yang tinggi apabila mampu

secara konsisten menghasilkan data pemeriksaan yang menunjukkan tingkat akurasi dan presisi teknis yang unggul. Pencapaian standar mutu ini bukanlah hal yang mudah, melainkan memerlukan integrasi penuh dari seluruh metode dan prosedur yang digunakan, serta kepatuhan yang ketat terhadap pedoman Praktik Laboratorium yang Baik atau *Good Laboratory Practice* (GLP) (Fitriyah, 2019). Mengingat sekitar 70% keputusan medis kritis didasarkan pada hasil pemeriksaan laboratorium, maka kualitas dan keandalan data yang dihasilkan menjadi sebuah keniscayaan (Suci et al., 2019).

Dalam alur kerja laboratorium, fase pra-analitik merupakan tahapan yang paling krusial sekaligus paling rentan terhadap kesalahan. Skenario yang ideal adalah setiap sampel, terutama sampel darah, ditangani dengan prosedur standar yang ketat sejak saat pengambilan hingga saat dianalisis. Hal ini mencakup penggunaan antikoagulan yang tepat, seperti EDTA untuk pemeriksaan hematologi, memastikan volume sampel yang akurat, serta menjaga suhu penyimpanan yang optimal untuk mencegah degradasi. Dalam kondisi ideal ini, sampel yang masuk ke dalam alat analisis merupakan representasi sejati dari kondisi fisiologis pasien pada saat pengambilan. Dengan demikian, hasil pemeriksaan yang dikeluarkan akan memiliki validitas yang tinggi dan dapat menjadi dasar yang kuat bagi dokter dalam membuat keputusan klinis yang tepat.

Meskipun protokol ideal telah ditetapkan, realitas di lapangan menunjukkan bahwa fase pra-analitik seringkali diwarnai oleh berbagai kesalahan yang dapat menurunkan kualitas sampel secara signifikan. Beberapa kesalahan yang umum terjadi meliputi penyimpanan sampel pada suhu yang tidak sesuai, terbentuknya bekuan pada sampel darah utuh (*whole blood*), hingga terjadinya hemolis atau pecahnya sel darah merah (Aliviameita et al., 2024). Kesalahan-kesalahan ini seringkali terjadi akibat faktor manusia ataupun kendala logistik. Adanya kesenjangan antara prosedur standar yang seharusnya dijalankan dengan praktik yang terjadi di lapangan ini menciptakan sebuah tantangan besar dalam menjaga mutu pelayanan laboratorium dan dapat berpotensi membahayakan keselamatan pasien akibat hasil yang tidak akurat.

Salah satu tantangan terbesar dalam menjaga integritas sampel adalah adanya penundaan antara waktu pengambilan sampel dengan waktu analisis. Di fasilitas kesehatan yang sibuk, penundaan pemeriksaan seringkali tidak dapat dihindari. Kondisi ini memunculkan masalah kritis terkait stabilitas sampel darah. Darah merupakan jaringan hidup yang akan terus mengalami perubahan fisiologis setelah dikeluarkan dari tubuh. Sebagai contoh, sampel darah EDTA yang disimpan terlalu lama pada suhu ruang dapat menyebabkan kerusakan pada sel darah merah. Secara spesifik, jika penundaan melebihi dua jam, sel-sel eritrosit akan cenderung membengkak, yang secara artifisial akan meningkatkan nilai hematokrit dan *Mean Corpuscular Volume* (MCV), sementara nilai *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) akan menurun (Muslim, 2015).

Perubahan pada parameter eritrosit ini memiliki dampak klinis yang signifikan. Pemeriksaan hematologi, khususnya indeks eritrosit yang mencakup nilai MCV, MCH, dan MCHC, memberikan informasi vital mengenai ukuran, bentuk, dan kandungan hemoglobin dalam sel darah merah, yang sangat penting untuk mendiagnosis berbagai jenis anemia dan kelainan darah lainnya (Susanto et al., 2022). Ketika terjadi perubahan pada sampel akibat penundaan, alat *hematology analyzer* yang canggih sekalipun akan menghasilkan data yang tidak lagi mencerminkan kondisi pasien yang sebenarnya. Kesalahan dalam nilai-nilai ini dapat mengarah pada interpretasi klinis yang keliru, diagnosis yang salah, dan pada akhirnya, penatalaksanaan pasien yang tidak tepat.

Situasi ini diperumit oleh adanya temuan yang kontradiktif dalam literatur ilmiah. Di satu sisi, banyak penelitian yang menyatakan bahwa durasi dan suhu penyimpanan memiliki

korelasi yang jelas dengan adanya perubahan pada hasil hitung sel darah. Namun, di sisi lain, terdapat pula penelitian yang menyimpulkan bahwa stabilitas beberapa parameter hematologi seperti profil leukosit, hemoglobin, dan eritrosit tidak terpengaruh secara signifikan oleh durasi penundaan maupun suhu penyimpanan yang berbeda (Puspitasari, 2022). Adanya bukti yang bertentangan ini menciptakan kebingungan dan ketidakpastian di kalangan praktisi laboratorium mengenai batas toleransi penundaan dan kondisi penyimpanan yang optimal, sehingga menyoroti adanya kesenjangan pengetahuan yang perlu diisi.

Mengingat betapa krusialnya akurasi hasil pemeriksaan hematologi dan adanya ketidakpastian dalam literatur mengenai stabilitas sampel, maka penelitian ini menjadi sangat penting untuk dilakukan. Nilai kebaruan dari penelitian ini adalah melakukan analisis komparatif secara sistematis untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan pada hasil pemeriksaan indeks eritrosit (MCV, MCH, MCHC) pada sampel darah EDTA yang disimpan pada suhu dan durasi yang berbeda. Dengan membandingkan hasil pemeriksaan pada kondisi yang bervariasi, penelitian ini bertujuan untuk memberikan jawaban yang jelas terhadap kontradiksi yang ada. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat menjadi landasan bukti yang kuat untuk menyusun rekomendasi mengenai batas waktu dan suhu penyimpanan yang ideal, guna menjamin validitas hasil pemeriksaan hematologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan desain analitis observasional yang menerapkan pendekatan kuasi-eksperimental dengan pengukuran berulang. Tujuan utama dari desain ini adalah untuk menentukan dampak atau pengaruh dari variabel bebas, yaitu lama waktu penundaan pemeriksaan, terhadap variabel terikat, yaitu nilai indeks eritrosit (MCV, MCH, dan MCHC). Penelitian ini dilaksanakan secara terkontrol di Laboratorium Hematologi Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya pada bulan Mei 2025. Populasi sekaligus sampel dalam penelitian ini adalah 45 orang mahasiswa tingkat akhir (semester enam) dari program studi D3 Teknologi Laboratorium Medis. Proses pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, di mana partisipan dipilih secara sengaja berdasarkan serangkaian kriteria yang telah ditetapkan, yaitu tidak memiliki riwayat penyakit kronis dan bersedia untuk berpartisipasi dalam penelitian.

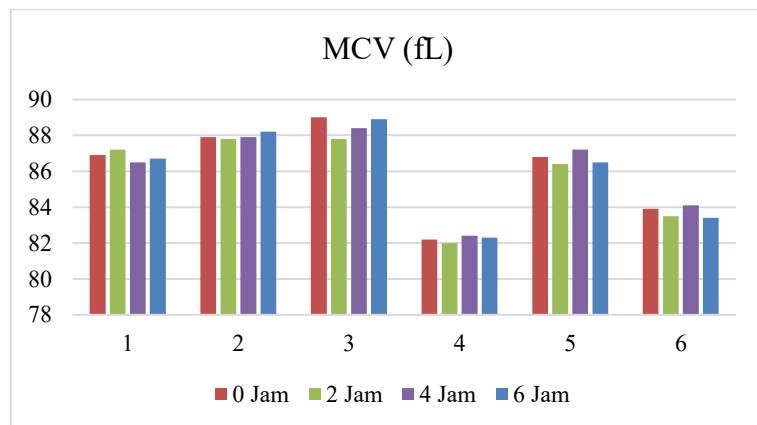
Prosedur penelitian diawali dengan pengambilan sampel darah dari setiap partisipan yang kemudian ditampung ke dalam empat tabung *micro vacutainer* yang mengandung antikoagulan K3EDTA. Setiap tabung diberi label yang jelas untuk identifikasi. Pengukuran variabel dependen, yaitu indeks eritrosit (MCV, MCH, dan MCHC), dilakukan pada empat titik waktu yang berbeda untuk setiap sampel. Pengukuran pertama dilakukan segera setelah pengambilan darah (penundaan 0 jam) untuk mendapatkan nilai dasar. Tiga tabung sisanya kemudian disimpan pada suhu ruang yang terkontrol (25°C). Pengukuran selanjutnya dilakukan secara bertahap pada sampel yang disimpan tersebut, yaitu setelah penundaan selama 2 jam, 4 jam, dan 6 jam. Seluruh pengukuran nilai indeks eritrosit dilakukan dengan menggunakan alat *Hematology Analyzer* untuk memastikan konsistensi dan akurasi hasil dari setiap pengukuran.

Setelah seluruh data terkumpul, dilakukan serangkaian analisis statistik untuk menguji hipotesis penelitian. Tahap awal adalah uji prasyarat yang meliputi uji normalitas dengan menggunakan metode Shapiro-Wilk dan uji homogenitas varians. Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh memenuhi asumsi untuk analisis parametrik. Mengingat data terbukti berdistribusi normal ($p > 0,05$) dan memiliki varians yang homogen, maka analisis dilanjutkan dengan menggunakan uji statistik parametrik, yaitu *One-Way Analysis of Variance* (ANOVA). Uji ANOVA ini secara spesifik digunakan untuk membandingkan rata-rata nilai dari setiap parameter indeks eritrosit (MCV, MCH, dan MCHC)

di antara keempat kelompok waktu penundaan (0, 2, 4, dan 6 jam) guna menentukan ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan secara statistik.

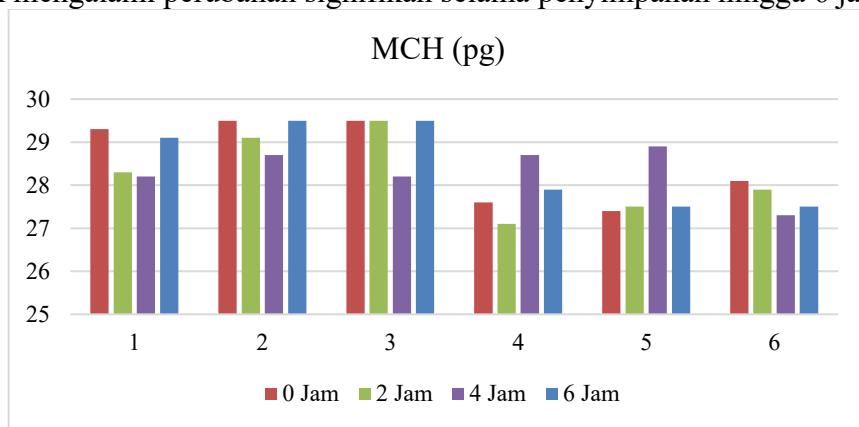
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil



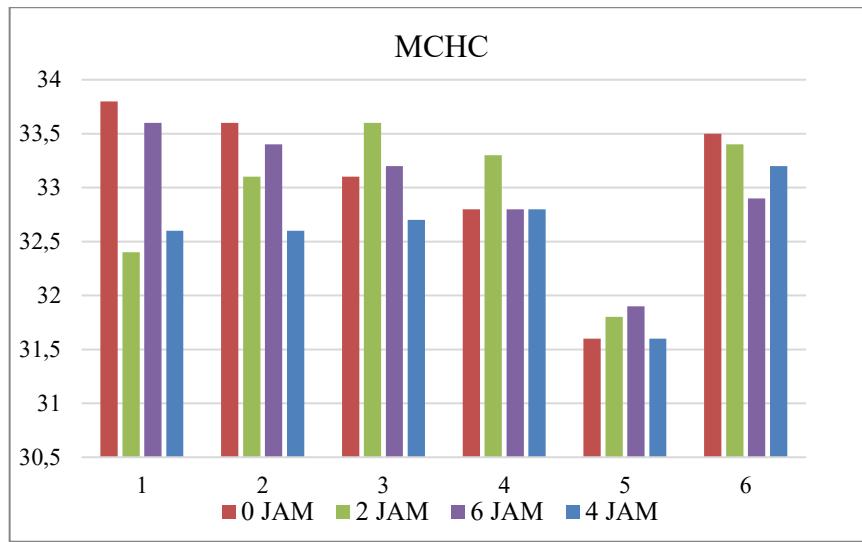
Gambar 1. hasil Pemeriksaan Nilai MCV

Berdasarkan Gambar 1, disajikan hasil pemeriksaan nilai *Mean Corpuscular Volume* (MCV) dari enam sampel berbeda yang diukur pada interval waktu 0, 2, 4, dan 6 jam. Secara umum, grafik menunjukkan bahwa nilai MCV pada keenam sampel cenderung stabil selama periode pengamatan tersebut. Meskipun terdapat sedikit fluktuasi baik kenaikan maupun penurunan kecil pada beberapa titik waktu untuk setiap sampel, tidak teridentifikasi adanya pola perubahan yang konsisten atau drastis. Hal ini mengindikasikan bahwa volume rata-rata eritrosit tidak mengalami perubahan signifikan selama penyimpanan hingga 6 jam.



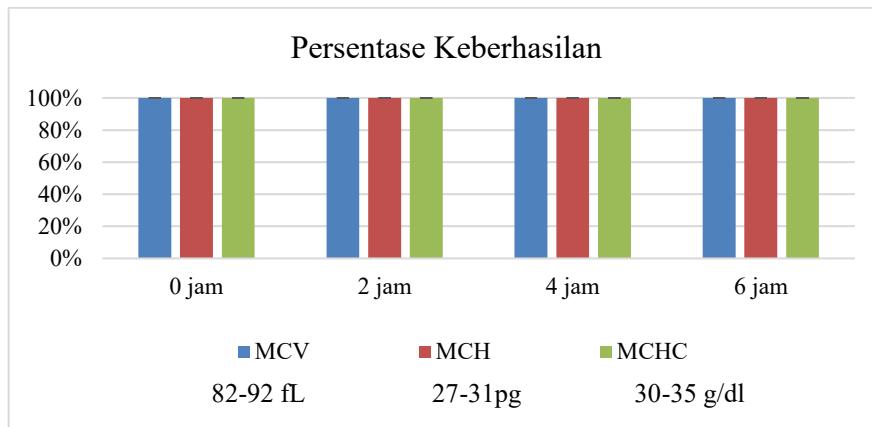
Gambar 2. hasil Pemeriksaan nilai MCH

Gambar 2 menampilkan hasil pemeriksaan nilai *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH) dari enam sampel pada interval waktu 0, 2, 4, dan 6 jam. Grafik ini menunjukkan adanya fluktuasi dan ketidakstabilan yang signifikan pada nilai MCH selama periode penyimpanan. Beberapa sampel menunjukkan tren penurunan (sampel 1 dan 6) atau kenaikan (sampel 5), sementara yang lain menunjukkan perubahan tidak menentu. Ketidakstabilan ini mengindikasikan bahwa nilai MCH lebih rentan terhadap perubahan seiring waktu, sehingga penundaan pemeriksaan berpotensi memengaruhi akurasi hasil.



Gambar 3. hasil Pemeriksaan Nilai MCHC

Gambar 3 menunjukkan hasil pemeriksaan nilai *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) pada enam sampel berbeda yang diukur pada interval 0, 2, 4, dan 6 jam. Grafik tersebut mengilustrasikan adanya fluktuasi dan kecenderungan penurunan pada nilai MCHC seiring waktu penyimpanan. Sebagian besar sampel menunjukkan nilai yang lebih rendah pada jam ke-6 dibandingkan pada jam ke-0. Ketidakstabilan ini mengindikasikan bahwa MCHC merupakan parameter yang rentan terhadap perubahan akibat penundaan, yang berpotensi memengaruhi akurasi hasil pemeriksaan.



Gambar 4. Persentase Nilai Indeks Eritrosit

Gambar 4 menyajikan grafik persentase keberhasilan untuk parameter indeks eritrosit (MCV, MCH, dan MCHC) yang diukur pada interval waktu hingga 6 jam. Grafik tersebut secara konsisten menunjukkan angka keberhasilan 100% untuk ketiga parameter di semua titik waktu. Ini berarti bahwa seluruh hasil pemeriksaan dari semua sampel tetap berada dalam rentang nilai normal yang ditetapkan (MCV 82-92 fL, MCH 27-31 pg, MCHC 30-35 g/dl). Data ini mengindikasikan bahwa penyimpanan sampel hingga 6 jam tidak menyebabkan nilai indeks eritrosit menyimpang keluar dari batas normal.

Tabel 1. Uji Normalitas Indeks Eritrosit

MCV	Sig	Taraf Signifikansi ($\alpha = 0,05$)
Segera diperiksa (0 jam)	0,525	p > 0,05

Ditunda 2 jam	0,117	p > 0,05
Ditunda 4 jam	0,381	p > 0,05
Ditunda 6 jam	0,459	p > 0,05
MCH	Sig	Taraf Signifikansi ($\alpha = 0,05$)
Segera diperiksa (0 jam)	0,099	p > 0,05
Ditunda 2 jam	0,801	p > 0,05
Ditunda 4 jam	0,223	p > 0,05
Ditunda 6 jam	0,070	p > 0,05
MCHC	Sig	Taraf Signifikansi ($\alpha = 0,05$)
Segera diperiksa (0 jam)	0,215	p > 0,05
Ditunda 2 jam	0,295	p > 0,05
Ditunda 4 jam	0,156	p > 0,05
Ditunda 6 jam	0,469	p > 0,05

Berdasarkan tabel 1 hasil uji normalitas, semua data indeks eritrosit pada periode penundaan pemeriksaan yang berbeda, termasuk Volume Korpuskular Rata-rata (MCV, MCH, dan MCHC), memiliki nilai signifikansi (p) yang lebih besar dari $\alpha = 0,05$. Data MCV, MCH, dan MCHC pada setiap kelompok waktu penundaan ditemukan terdistribusi secara normal.

Tabel 2. Uji Homogenitas data Indeks Eritrosit

Variabel	Sig	p-value	Keterangan
MCV yang segera diperiksa, dan waktu penundaan 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.	0,475	P > 0,05	Distribusi data homogen
MCV yang segera diperiksa, dan waktu penundaan 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.	0,103	P > 0,05	Distribusi data homogen
MCV yang segera diperiksa, dan waktu penundaan 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.	0,684	P > 0,05	Distribusi data homogen

Berdasarkan tabel 2 semua data indeks eritrosit, khususnya MCV, MCH, dan MCHC, pada setiap kelompok pemeriksaan memiliki nilai $p > 0,05$, berdasarkan hasil uji homogenitas. Hasil menunjukkan bahwa variasi data pada setiap kelompok relatif sama dan tidak berbeda secara signifikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat dispersi pada setiap kelompok sebanding, memenuhi persyaratan homogenitas varians untuk melanjutkan analisis statistik.

Tabel 3. Uji One Way ANOVA Indeks Eritrosit

MCV	N	Mean (SD)	F statistic (df ₁ ,df ₂)	P-Value
Segera dipepriksa		86,12 (2,56)		
Penundaan 2 jam	6	85,78 (2,45)	0,359	0,784 > α
Penundaan 4 jam		87,08 (1,63)	(3, 20)	
Penundaan 6 jam		86,00 (2,62)		
MCH	N	Mean (SD)	F statistic (df ₁ ,df ₂)	P-Value
Segera dipepriksa	6	28,57 (0,97)		
Penundaan 2 jam		28,23 (0,92)	0,180	0,909 > α

Penundaan 4 jam	28,33 (0,58)	(3, 20)
Penundaan 6 jam	28,50 (0,97)	
MCV	N	Mean (SD)
Segera dipepriksa		33,07 (0,80)
Penundaan 2 jam	6	32,93 (0,69)
Penundaan 4 jam		32,58 (0,53)
Penundaan 6 jam		32,97 (0,60)

Berdasarkan tabel 3 Nilai F yang kecil dan p-value yang tinggi menunjukkan bahwa variasi antar kelompok waktu penundaan sangat kecil dibandingkan variasi dalam kelompok. Artinya, tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada nilai parameter indeks eritrosit antara kelompok yang diperiksa segera dan yang mengalami penundaan sampai 6 jam. Pada hasil uji One Way ANOVA yang dilakukan terhadap parameter indeks eritrosit yang diperiksa segera dengan tiga variasi penundaan waktu, diperoleh nilai signifikansi yang menunjukkan ($P\text{-value} > 0,05$), hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh waktu penundaan pemeriksaan darah EDTA terhadap Indeks Eritrosit

Pembahasan

Analisis hasil penelitian ini menyajikan sebuah kesimpulan utama yang jelas dan signifikan secara klinis: penundaan pemeriksaan sampel darah K3EDTA hingga enam jam pada suhu ruang tidak menyebabkan perubahan yang signifikan secara statistik maupun klinis pada parameter indeks eritrosit, yaitu *Mean Corpuscular Volume* (MCV), *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH), dan *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC). Kesimpulan ini didukung secara kuat oleh hasil uji statistik *One-Way ANOVA*, yang menunjukkan tidak adanya perbedaan rerata yang bermakna antara kelompok yang diperiksa segera dengan kelompok yang ditunda ($p\text{-value} > 0,05$ untuk semua parameter). Temuan ini sangat penting bagi laboratorium klinis karena memberikan landasan bukti untuk fleksibilitas dalam alur kerja pra-analitik.

Meskipun secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan, data grafis menunjukkan adanya fluktuasi minor pada nilai indeks eritrosit selama periode penyimpanan. Variasi kecil ini dapat dijelaskan oleh proses biofisik yang terjadi pada sel darah merah *in vitro*. Perubahan minor pada nilai MCV, misalnya, dapat diatribusikan pada sifat hiperosmolar dari antikoagulan K3EDTA yang dapat memicu pergeseran cairan osmosis melintasi membran eritrosit, menyebabkan sedikit pembengkakan atau penyusutan sel, sebagaimana dijelaskan oleh Wahdaniah (2018). Fluktuasi ringan pada MCH dan MCHC juga dapat terjadi akibat tahap awal lisis pada sebagian kecil sel darah merah yang lebih tua atau rapuh (Shamoun et al., 2021; Tangmahakul et al., 2023). Namun, inti dari temuan ini adalah bahwa dalam rentang waktu enam jam, perubahan-perubahan tersebut masih berada dalam skala yang sangat kecil (Caldo-Silva et al., 2023; Puspayani et al., 2025).

Dari perspektif diagnostik, aspek yang paling krusial adalah bahwa seluruh hasil pemeriksaan untuk ketiga parameter indeks eritrosit tetap berada dalam rentang nilai rujukan normal selama periode pengamatan enam jam (Sari et al., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa penundaan pemeriksaan dalam jangka waktu tersebut tidak akan menyebabkan kesalahan interpretasi klinis; sampel yang pada awalnya normositik dan normokromik akan tetap teridentifikasi sebagai normal setelah enam jam. Stabilitas dalam batas klinis ini, yang sejalan dengan pedoman umum yang disebutkan oleh (Caesaria et al., 2023) mengenai stabilitas sampel selama enam jam, merupakan justifikasi praktis yang kuat bagi laboratorium untuk

menganggap hasil yang diperoleh dalam rentang waktu ini sebagai hasil yang akurat dan dapat diandalkan.

Fenomena perubahan pada sampel darah yang disimpan dikenal secara luas sebagai lesi penyimpanan atau *storage lesion*. Proses ini melibatkan serangkaian perubahan biokimiawi dan morfologis pada sel darah, termasuk penurunan ATP, peningkatan kerapuhan membran, dan kebocoran elektrolit, seperti yang diuraikan oleh Octavia et al (2018) dan Yoshida & Shevkoplyas (2019). Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa manifestasi signifikan dari *storage lesion* pada parameter indeks eritrosit belum terjadi dalam enam jam pertama pada suhu ruang. Efektivitas EDTA sebagai antikoagulan dan pengawet struktur sel dalam jangka pendek terbukti mampu menjaga integritas parameter-parameter ini, sehingga perubahan yang lebih drastis baru akan muncul setelah melewati batas waktu tersebut (Monaghan et al., 2023; Sandlin et al., 2017).

Stabilitas yang teramat dalam penelitian ini sangat bergantung pada kepatuhan terhadap prosedur pra-analitik yang benar. Variabel krusial yang perlu dikontrol adalah perbandingan volume darah terhadap antikoagulan dan suhu penyimpanan (Daniels et al., 2019; Nakanishi et al., 2024; Tuwini et al., 2025). Konsentrasi EDTA yang berlebihan dapat menyebabkan kondisi hipertonik yang memicu penyusutan eritrosit dan secara artifisial menurunkan nilai MCV dan hematokrit, sebagaimana diperingatkan oleh Muslim (2015). Suhu yang tidak stabil juga dapat mempercepat kerusakan membran sel dan memengaruhi viskositas darah (Utami et al., 2019). Oleh karena itu, kesimpulan mengenai stabilitas selama enam jam ini hanya valid jika sampel darah diambil dengan benar dan disimpan pada suhu ruang yang terkontrol.

Implikasi praktis dari temuan ini sangat positif bagi manajemen alur kerja di laboratorium. Validasi stabilitas indeks eritrosit hingga enam jam memberikan fleksibilitas operasional yang signifikan, terutama bagi laboratorium dengan volume sampel yang tinggi atau yang menerima sampel rujukan dari lokasi yang jauh. Rentang waktu ini memungkinkan petugas untuk melakukan proses *batching* sampel secara lebih efisien tanpa mengorbankan akurasi hasil. Dari segi jaminan mutu, penelitian ini memperkuat pedoman untuk menggunakan batas waktu enam jam sebagai standar prosedur operasional yang aman untuk pemeriksaan hematologi rutin, guna menghindari potensi hasil yang tidak akurat akibat degradasi sampel yang lebih lanjut, seperti yang diingatkan oleh Queen et al (2014).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Ukuran sampel yang digunakan relatif kecil ($n=6$), sehingga mungkin belum sepenuhnya mewakili variabilitas yang ada pada populasi pasien yang lebih luas. Rentang waktu pengamatan juga terbatas hanya sampai enam jam, sehingga stabilitas sampel di luar periode tersebut tidak dapat disimpulkan. Lebih lanjut, studi ini hanya berfokus pada tiga parameter indeks eritrosit. Parameter hematologi lainnya yang lebih labil, seperti jumlah trombosit, morfologi leukosit, atau laju endap darah, mungkin menunjukkan perubahan yang lebih signifikan dalam rentang waktu yang sama. Penelitian di masa depan disarankan untuk menggunakan sampel yang lebih besar, memperpanjang periode pengamatan, dan menganalisis parameter yang lebih luas.

KESIMPULAN

Penelitian ini secara konklusif menunjukkan bahwa penundaan pemeriksaan sampel darah *K3EDTA* hingga enam jam pada suhu ruang tidak menyebabkan perubahan yang signifikan secara statistik maupun klinis pada parameter indeks eritrosit, yaitu *Mean Corpuscular Volume (MCV)*, *Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)*, dan *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)*. Didukung oleh hasil uji *One-Way ANOVA* ($p\text{-value} > 0,05$), temuan ini memvalidasi bahwa meskipun terjadi fluktiasi biofisik minor *in vitro*, seluruh hasil pemeriksaan tetap berada dalam rentang nilai rujukan normal. Hal ini mengindikasikan Copyright (c) 2025 **HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan**

bahwa manifestasi signifikan dari *storage lesion* belum terjadi dalam rentang waktu tersebut, sehingga tidak akan menyebabkan kesalahan interpretasi diagnostik. Stabilitas ini memberikan implikasi praktis yang sangat positif bagi laboratorium, yaitu memberikan fleksibilitas operasional untuk melakukan proses *batching* sampel secara lebih efisien tanpa mengorbankan akurasi hasil, terutama pada laboratorium dengan volume sampel yang tinggi.

Meskipun memberikan justifikasi kuat untuk standar operasional enam jam, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Ukuran sampel yang digunakan sangat kecil ($n=6$), sehingga membatasi generalisasi hasil ke populasi pasien yang lebih luas. Selain itu, periode pengamatan yang terbatas hanya sampai enam jam dan fokus yang sempit pada tiga parameter indeks eritrosit berarti stabilitas parameter lain yang lebih labil, seperti jumlah trombosit atau morfologi leukosit, belum terbukti. Oleh karena itu, penelitian di masa depan sangat disarankan untuk mereplikasi studi ini dengan ukuran sampel yang jauh lebih besar untuk meningkatkan validitas eksternal. Selain itu, perlu dilakukan perpanjangan periode pengamatan (misalnya hingga 12 atau 24 jam) dan memperluas analisis untuk mencakup panel parameter hematologi yang lebih lengkap guna memberikan gambaran stabilitas sampel yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliviameita, et al. (2024). Optimization of complete blood count results with variations in specimen handling and whole blood secondary homogenization techniques. *Jurnal Kesehatan*, 15(2), 319–324. <https://doi.org/10.26630/jk.v15i2.4578>
- Caesaria, A., et al. (2023). Stabilitas whole blood control tiga level yang disimpan pada suhu 2-8°C menggunakan alat hematology analyzer. *Jurnal Analis Kesehatan*, 12(1), 25. <https://doi.org/10.26630/jak.v12i1.3492>
- Caldo-Silva, A., et al. (2023). Empowering frail older adults: Multicomponent elastic-band exercises and bcaa supplementation unleash physical health and preserve haematological biomarkers. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1171220>
- Daniels, J. R., et al. (2019). Stability of the human plasma proteome to pre-analytical variability as assessed by an aptamer-based approach. *Journal of Proteome Research*, 18(10), 3661. <https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.9b00320>
- Fitriyah, L. (2019). *Perbedaan hasil pemeriksaan jumlah eritrosit dan indeks eritrosit pada sampel darah edta yang ditunda 24 jam dibanding 2 jam* [Diploma thesis, Universitas Muhammadiyah Surabaya]. <http://repository.um-surabaya.ac.id/id/eprint/5683>
- Monaghan, J. F., et al. (2023). Effect of pre-analytical variables on raman and ftir spectral content of lymphocytes. *The Analyst*, 148(21), 5422. <https://doi.org/10.1039/d3an00686g>
- Muslim, A. (2015). Pengaruh waktu simpan darah k2edta dan na2edta pada suhu kamar terhadap kadar hemoglobin. *Jurnal Analis Kesehatan*, 4(2).
- Nakanishi, R., et al. (2024). Effects of storage time and temperature on coagulation factor and natural anticoagulant activities. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5314705/v1>
- Octavia, F., et al. (2018). Analisis indeks eritrosit darah simpan packed red cells di bank darah rsup dr. wahidin sudiwohusodo makassar. *Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory*, 23(3), 269–274.
- Puspayani, N. P., et al. (2025). Hubungan gaya hidup dan pola makan dengan kejadian hipertensi pada masyarakat tabanan di wilayah kerja puskesmas kediri i. *HEALTHY*

Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan, 4(1), 43.
<https://doi.org/10.51878/healthy.v4i1.4454>

- Puspitasari, A. A., et al. (2022). Stabilitas sampel darah terhadap profil hematologi dengan metode otomatis. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 1(5), 1–7. <https://doi.org/10.33084/bjmlt.v6i2.5876>
- Sandlin, R. D., et al. (2017). Preservative solution that stabilizes erythrocyte morphology and leukocyte viability under ambient conditions. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05978-7>
- Sari, D. P., et al. (2022). Hematological parameters in individuals with beta thalassemia trait in south sumatra, indonesia. *Anemia*, 2022, 1. <https://doi.org/10.1155/2022/3572986>
- Shamoun, M., et al. (2021). *Red blood cell stiffness driving patient symptoms: A study of red blood cell population rigidity in sickle cell patient genotype sc relation to overlooked clinical symptoms*. medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2021.06.11.21257671>
- Suci, N., et al. (2019). *Manajemen laboratorium klinik seri x total quality management in laboratory to support snars accreditation*. <https://dcpak.undip.ac.id/id/eprint/5522>
- Susanto, Z. A., et al. (n.d.). Pemeriksaan indeks eritrosit menggunakan alat mindray bc-5150 di laboratorium rsud aws. *Jurnal Teknologi Laboratorium Medis*. <https://doi.org/10.35728/jutelmo.v2i1.1073>
- Tangmahakul, N., et al. (2023). Investigation of red blood cell and platelet indices in adult dogs suffered from myxomatous mitral valve disease with and without pulmonary hypertension. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1234768>
- Tuwini, T., et al. (2025). Pengaruh angka bebas jentik (abj) terhadap kejadian kasus dbd di kelurahan kariangau kota balikpapan. *CENDEKIA Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 5(1), 109. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v5i1.4079>
- Utami, A. P., et al. (2019). Waktu simpan darah antikoagulan k2edta dan k3edta terhadap parameter eritrosit. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(2). <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v11i2.743>
- Wahdaniah, S. T. (2018). Perbedaan penggunaan antikoagulan k2edta dan k3edta terhadap hasil pemeriksaan indeks eritrosit. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 1(2), 114–118. <https://doi.org/10.30602/jlk.v1i2.147>
- Yoshida, T., & Shevkoplyas, S. S. (2019). Red blood cell storage lesion: Causes and potential clinical consequences. *Transfusion Medicine Reviews*, 33(1), 35-42.