



**PERBEDAAN KADAR GLUKOSA DARAH MENGGUNAKAN PLASMA EDTA
DENGAN PLASMA NaF DALAM PENUNDAAN WAKTU PEMERIKSAAN**

Arfi Amiratus Sholikhah¹, Edy Haryanto², Ratno Tri Utomo³, Anik Handayati⁴
Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya^{1,2,3,4}
e-mail: amiraarfi04@gmail.com

Diterima: 28/8/2026; Direvisi: 5/9/2026; Diterbitkan: 10/9/2026

ABSTRAK

Keandalan hasil pemeriksaan glukosa tidak hanya ditentukan oleh metode analitik, tetapi juga oleh bagaimana spesimen dipertahankan sebelum dianalisis. Penundaan pemeriksaan dapat membuka peluang terjadinya perubahan kadar glukosa, sehingga pemilihan jenis plasma dan penanganan spesimen menjadi bagian penting dalam pengendalian pra-analitik. Penelitian ini membandingkan kadar glukosa pada plasma EDTA dan plasma NaF setelah penundaan pemeriksaan selama 0, 4, dan 8 jam. Bahan uji berasal dari 24 sampel darah pasien Prolanis Klinik Alamanda yang diproses di Laboratorium Bakti Analisa Surabaya; plasma dipisahkan dari sel darah segera setelah sentrifugasi, kemudian kadar glukosa ditentukan menggunakan metode GOD-PAP. Rerata kadar glukosa plasma EDTA berturut-turut sebesar 247,75; 245,00; dan 243,50 mg/dL, sedangkan plasma NaF sebesar 252,00; 250,50; dan 244,25 mg/dL pada interval pengamatan yang sama. Analisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis* menghasilkan $p=0,972$, sehingga tidak ditemukan perbedaan kadar glukosa yang bermakna antara kondisi yang dibandingkan. Secara deskriptif, kedua jenis plasma memperlihatkan kecenderungan perubahan kadar yang relatif serupa selama penundaan. Temuan ini menunjukkan bahwa setelah plasma dipisahkan dari sel darah, perubahan kadar glukosa pada kedua jenis plasma dalam rentang pengamatan relatif terbatas, sehingga pemisahan plasma menjadi aspek penting dalam pengelolaan spesimen ketika pemeriksaan tidak dilakukan segera.

Kata Kunci: *Glukosa Darah, Plasma EDTA, Plasma NaF*

ABSTRACT

The reliability of glucose testing is influenced not only by the analytical method but also by how specimens are maintained before analysis. Delayed testing may allow changes in glucose concentration to occur, making the choice of plasma type and specimen handling important components of preanalytical control. This study compared glucose concentrations in EDTA and NaF plasma following examination delays of 0, 4, and 8 hours. The test materials consisted of 24 blood samples collected from Prolanis patients at Klinik Alamanda and processed at Laboratorium Bakti Analisa, Surabaya. Plasma was separated from blood cells immediately after centrifugation, followed by glucose measurement using the GOD-PAP method. The mean glucose concentrations in EDTA plasma were 247.75, 245.00, and 243.50 mg/dL, respectively, whereas those in NaF plasma were 252.00, 250.50, and 244.25 mg/dL at the corresponding observation intervals. Analysis using the *Kruskal-Wallis* test yielded $p=0.972$, indicating no statistically significant difference in glucose concentrations among the compared conditions. Descriptively, both plasma types exhibited relatively similar changes during the examination delay. These findings indicate that, after plasma separation from blood cells, changes in glucose concentration remained relatively limited in both plasma types throughout the observation period, highlighting plasma separation as an important aspect of specimen management when immediate analysis is not feasible.



Keywords: *Blood Glucose, EDTA Plasma, NaF Plasma*

PENDAHULUAN

Keandalan hasil pemeriksaan glukosa tidak hanya ditentukan oleh kemampuan metode analitik menghasilkan angka yang presisi, tetapi juga oleh kondisi spesimen sejak darah dikumpulkan hingga dianalisis. Dalam praktik laboratorium medik, tahapan tersebut mencakup rangkaian proses yang saling berkaitan, sehingga perubahan pada fase sebelum analisis dapat memengaruhi validitas hasil akhir (Indrawati, 2023). Persoalan menjadi lebih kompleks ketika pemeriksaan tidak dapat dilakukan segera setelah pengambilan darah, misalnya akibat antrean spesimen, keterbatasan tenaga, peningkatan beban pelayanan, maupun kendala teknis. Kondisi tersebut menempatkan pengelolaan spesimen sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari mutu pemeriksaan, terlebih karena kesalahan *pre-analytical* masih merupakan salah satu sumber terbesar ketidaktepatan hasil laboratorium (Nordin et al., 2024). Dengan demikian, penundaan pemeriksaan bukan sekadar persoalan administratif mengenai waktu, melainkan kondisi yang berpotensi mengubah karakteristik analit sebelum proses pengukuran berlangsung.

Glukosa termasuk analit yang sensitif terhadap kondisi pra-analitik karena metabolisme sel darah tetap dapat berlangsung setelah spesimen dikumpulkan. Sel-sel darah menggunakan glukosa melalui jalur *glycolysis*, yaitu rangkaian reaksi metabolik yang mengubah glukosa menjadi piruvat sekaligus menghasilkan energi, sehingga konsentrasi glukosa dalam spesimen dapat berkurang selama penyimpanan (Chaudhry & Varacallo, 2023). Konsekuensinya, angka yang diperoleh setelah penundaan pemeriksaan belum tentu merepresentasikan konsentrasi glukosa pada saat darah pertama kali diambil. Pedoman laboratorium untuk diagnosis dan pengelolaan diabetes juga menempatkan pengendalian *glycolysis* dan penanganan spesimen sebagai aspek penting dalam menjaga ketepatan pemeriksaan glukosa (Sacks et al., 2023). Bahkan, keberadaan natrium fluorida (*sodium fluoride*/NaF) tidak serta-merta menghentikan penurunan glukosa sejak awal penyimpanan, sehingga asumsi bahwa penggunaan tabung berfluorida secara otomatis menjamin kestabilan glukosa selama penundaan perlu dipertimbangkan kembali (Sacks et al., 2023).

Persoalan tersebut tidak dapat dilepaskan dari jenis spesimen yang digunakan. Plasma diperoleh dari darah yang diberi antikoagulan kemudian dipisahkan dari komponen selulernya melalui proses sentrifugasi, sehingga karakteristik pengelolaan plasma berbeda dari darah utuh (Sitanggang et al., 2024). Pemisahan ini secara teoritis dapat mengurangi pengaruh metabolisme sel terhadap konsentrasi glukosa, tetapi bukan berarti seluruh persoalan stabilitas analit otomatis terselesaikan. Studi Nakanga et al. (2022) memperlihatkan bahwa pemisahan plasma secara dini dapat mencegah penurunan glukosa secara bermakna, sedangkan keterlambatan pemisahan menyebabkan perubahan konsentrasi yang lebih besar pada kondisi tertentu. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa *sample handling* dan waktu pemisahan merupakan komponen yang perlu diperhitungkan bersama dengan jenis tabung yang digunakan. Dengan kata lain, pembahasan mengenai stabilitas glukosa seharusnya tidak berhenti pada pertanyaan antikoagulan mana yang digunakan, tetapi juga mempertimbangkan kapan komponen seluler dipisahkan dari plasma dan berapa lama spesimen kemudian menunggu sebelum dianalisis.

Perbedaan karakteristik antikoagulan menjadi relevan ketika laboratorium menggunakan plasma EDTA maupun plasma NaF untuk pemeriksaan glukosa. EDTA bekerja dengan mengikat ion kalsium sehingga mencegah proses koagulasi, sedangkan formulasi yang mengandung NaF digunakan terutama karena kemampuannya menghambat jalur metabolisme glukosa; karena itu, fungsi NaF perlu dibedakan dari fungsi antikoagulan dalam formulasi



tabung yang digunakan (Sacks et al., 2023). Dalam konteks pemeriksaan glukosa, pemilihan jenis tabung bukan hanya persoalan ketersediaan bahan, tetapi berkaitan dengan kemampuan spesimen mempertahankan konsentrasi analit selama interval antara pengambilan dan pengukuran. Mulyani et al. (2023) menemukan adanya perbedaan kadar glukosa antara penggunaan EDTA dan NaF ketika waktu pemeriksaan divariasikan, sedangkan Nisa et al. (2020) tidak memperoleh perbedaan yang bermakna pada variasi penundaan yang lebih singkat. Perbedaan hasil tersebut memperlihatkan bahwa respons glukosa terhadap jenis antikoagulan dan durasi penundaan belum menghasilkan gambaran yang sepenuhnya konsisten, terutama ketika kondisi pra-analitik yang diterapkan berbeda.

Ketidakteraturan tersebut semakin terlihat pada penelitian yang mengevaluasi kestabilan glukosa dalam kondisi penyimpanan yang berbeda. Dharmasena et al. (2021) menunjukkan bahwa penundaan analisis berkaitan dengan perubahan konsentrasi glukosa plasma dan bahwa variasi kondisi pra-analitik perlu diperhitungkan ketika hasil digunakan untuk interpretasi klinis. Pada penelitian lain, Nevraumont et al. (2024) menemukan bahwa keterlambatan pemisahan plasma tetap dapat diikuti penurunan glukosa pada spesimen yang menggunakan NaF, terutama pada fase awal penundaan, sehingga penggunaan tabung berfluorida tidak dapat dipandang sebagai satu-satunya strategi untuk mempertahankan kestabilan analit. Sementara itu, Dibbasey et al. (2024) memperlihatkan bahwa karakteristik dan kestabilan hasil glukosa juga dapat berbeda menurut jenis tabung serta kondisi penyimpanan setelah spesimen diproses. Braunberger et al. (2021) turut menunjukkan bahwa stabilitas plasma glukosa dipengaruhi oleh pilihan tabung dan kecepatan pemrosesan, sehingga waktu menuju pemisahan plasma tetap menjadi pertimbangan penting dalam pengendalian mutu pemeriksaan.

Jika bukti-bukti tersebut dibaca secara bersamaan, terdapat persoalan yang belum sepenuhnya terjawab: apakah perbedaan kadar glukosa antara plasma EDTA dan plasma NaF tetap terlihat ketika komponen sel darah telah dipisahkan, tetapi pemeriksaan masih mengalami penundaan. Sebagian penelitian terdahulu berfokus pada darah utuh, keterlambatan sentrifugasi, atau perbandingan jenis tabung dalam kondisi penyimpanan tertentu, sementara penelitian yang secara khusus membandingkan plasma EDTA dan plasma NaF setelah pemisahan dari sel darah pada beberapa titik waktu penundaan masih relatif terbatas (Nakanga et al., 2022; Nevraumont et al., 2024). Kondisi ini penting karena pemisahan plasma mengubah lingkungan spesimen yang berperan dalam perubahan konsentrasi glukosa, sehingga hasil penelitian pada darah utuh tidak dapat begitu saja digeneralisasikan terhadap plasma yang telah dipisahkan. Selain itu, perbedaan hasil antara Mulyani et al. (2023) dan Nisa et al. (2020) mengindikasikan bahwa durasi penundaan dapat menjadi faktor yang menentukan muncul atau tidaknya perbedaan kadar glukosa antarkelompok. Oleh sebab itu, diperlukan pengujian yang menempatkan jenis plasma dan durasi penundaan sebagai dua kondisi yang diamati secara bersamaan, bukan hanya membandingkan jenis tabung pada satu waktu pemeriksaan.

Atas dasar celah tersebut, penelitian ini diarahkan untuk memperoleh gambaran yang lebih spesifik mengenai perubahan kadar glukosa pada plasma EDTA dan plasma NaF yang telah dipisahkan dari komponen sel darah, dengan pengamatan pada waktu pemeriksaan segera serta setelah penundaan 4 dan 8 jam. Rancangan tersebut memberikan nilai tambah karena tidak hanya mempertanyakan apakah kedua jenis plasma menghasilkan kadar glukosa yang berbeda, tetapi juga menguji bagaimana perbedaan tersebut berkaitan dengan bertambahnya interval sebelum analisis. Fokus pada titik waktu 0, 4, dan 8 jam diharapkan dapat memperjelas pola perubahan kadar glukosa dalam kondisi penundaan yang lebih panjang dibandingkan sebagian penelitian sebelumnya, sekaligus memberikan bukti yang relevan bagi pengelolaan spesimen



di laboratorium. Secara khusus, penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan kadar glukosa darah menggunakan plasma EDTA dan plasma NaF pada penundaan waktu pemeriksaan 0, 4, dan 8 jam. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya dasar empiris dalam menentukan penanganan plasma yang sesuai ketika pemeriksaan glukosa tidak dapat dilakukan segera setelah spesimen diproses.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian berangkat dari kebutuhan untuk membandingkan kestabilan kadar glukosa pada dua jenis plasma selama periode penundaan pemeriksaan. Bahan uji berasal dari pasien Prolanis Klinik Alamanda yang menjalani pemeriksaan glukosa darah puasa dan memenuhi kriteria inklusi, yaitu tidak menderita penyakit menular, sehingga bahan biologis yang digunakan bersifat non-infeksius. Sebanyak 6 mL darah vena dari setiap partisipan dikumpulkan dan dibagi ke dalam tabung EDTA dan NaF, kemudian masing-masing tabung dihomogenisasi sebanyak 8–10 kali. Pemisahan plasma dilakukan melalui sentrifugasi pada 3000 rpm selama 10 menit, setelah itu plasma segera dipisahkan dari sel darah untuk meminimalkan perubahan kadar glukosa akibat proses biologis yang masih berlangsung pada komponen seluler. Sebagian plasma langsung digunakan untuk pemeriksaan, sedangkan bagian lainnya ditempatkan pada kondisi suhu ruang untuk menjalani penundaan pemeriksaan selama 4 dan 8 jam. Dengan pengaturan tersebut, diperoleh enam kondisi pengamatan, yakni plasma EDTA pada 0, 4, dan 8 jam (P1, P2, P3) serta plasma NaF pada 0, 4, dan 8 jam (P4, P5, P6), dengan keseluruhan bahan uji berjumlah 24 sampel.

Pengukuran dilakukan menggunakan *BS-200 Chemistry Autoanalyzer* dengan metode enzimatik GOD-PAP pada panjang gelombang 546 nm. Setelah masing-masing interval waktu tercapai, sebanyak 500 μ L plasma dimasukkan ke dalam *cup* bahan uji dan selanjutnya ditempatkan pada alat untuk memperoleh nilai kadar glukosa. Seluruh rangkaian pengambilan dan pemeriksaan dilaksanakan di Laboratorium Bakti Analisa, Kota Surabaya, sedangkan periode pelaksanaan penelitian mengikuti jadwal pengambilan bahan uji dan pemeriksaan yang telah ditetapkan peneliti. Penentuan jumlah bahan uji mengacu pada rumus Federer dengan enam perlakuan sehingga diperoleh 24 sampel, sedangkan pemilihan partisipan dilakukan secara *purposive sampling* sesuai kriteria yang telah ditetapkan. Data hasil pemeriksaan kemudian diolah menggunakan IBM SPSS Statistics; distribusi data terlebih dahulu diperiksa melalui uji Shapiro–Wilk, kemudian perbedaan antarkondisi dianalisis menggunakan *One Way ANOVA* apabila asumsi normalitas terpenuhi atau uji Kruskal–Wallis apabila data tidak berdistribusi normal, dengan tingkat kemaknaan 95% ($\alpha = 0,05$). Seluruh partisipan telah memberikan persetujuan tertulis melalui *informed consent*, dan penelitian memperoleh persetujuan Komite Etik Penelitian Kesehatan dengan Nomor No.E.A/4409/KEPK-Poltekkes_Sby/V/2026.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini menggunakan bahan uji berupa plasma EDTA dan plasma NaF yang diperoleh dari pasien Prolanis. Plasma dipisahkan dari sel darah melalui proses sentrifugasi sebelum spesimen memasuki tahap perlakuan penundaan pemeriksaan. Tahapan tersebut menghasilkan data kadar glukosa pada enam kelompok perlakuan yang selanjutnya dibandingkan untuk melihat perubahan nilai selama periode pemeriksaan. Rincian hasil pengukuran pada masing-masing kode sampel dan perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Glukosa Darah (mg/dL)

Kode Sampel	Hasil Pemeriksaan Glukosa Darah					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
MF	181	177	174	189	188	184
YL	483	480	476	492	490	474
NH	175	172	174	173	173	169
AK	152	151	150	154	151	150

Pola nilai individual pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa perubahan kadar glukosa tidak berlangsung dengan besaran yang sama pada seluruh pengamatan. Pada beberapa rangkaian pengukuran terlihat penurunan nilai secara bertahap, sementara kelompok lainnya memperlihatkan perubahan yang lebih berfluktuasi antarpengukuran. Rentang nilai yang cukup lebar juga tampak antarkode sampel, terutama karena adanya nilai pengukuran yang relatif tinggi pada sampel YL. Variasi individual tersebut menjadi pertimbangan penting ketika kecenderungan data diringkas dalam bentuk statistik deskriptif, sehingga gambaran perubahan tidak hanya didasarkan pada satu atau dua nilai pengamatan.

Untuk memperoleh gambaran yang lebih terstruktur, setiap kelompok perlakuan diringkas melalui jumlah pengamatan, nilai rerata, serta nilai terendah dan tertinggi. Ringkasan tersebut membantu memperlihatkan posisi nilai tengah sekaligus rentang variasi yang terdapat pada masing-masing perlakuan. Perbandingan rerata antarperlakuan juga memberikan gambaran awal mengenai arah perubahan kadar glukosa sebelum dilakukan pengujian statistik inferensial. Ringkasan statistik deskriptif tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Berdasarkan Waktu Pemeriksaan

Perlakuan	N	Mean	Min	Maks
P1	4	247,75	152	483
P2	4	245	151	480
P3	4	243,50	150	476
P4	4	252	154	492
P5	4	250,50	151	490
P6	4	244,25	150	474

Nilai rerata bergerak dari 247,75 pada P1 menjadi 245 pada P2 dan 243,50 pada P3, sedangkan rangkaian berikutnya berada pada 252, 250,50, dan 244,25. Perubahan tersebut memperlihatkan bahwa kecenderungan nilai tidak sepenuhnya mengikuti pola linear yang sama pada seluruh kelompok perlakuan. Rentang minimum dan maksimum yang relatif lebar pada setiap kelompok juga memperlihatkan adanya variasi antarindividu yang perlu diperhitungkan dalam membaca perbedaan rerata. Dengan demikian, statistik deskriptif memberikan gambaran awal mengenai arah perubahan, tetapi belum cukup untuk menentukan apakah perbedaan antarperlakuan memiliki makna statistik.

Selain melihat nilai rerata, besarnya perubahan antarkurun waktu perlu dinilai dalam bentuk persentase agar pergeseran kadar glukosa dapat dibandingkan secara lebih proporsional. Pendekatan ini digunakan untuk melihat perubahan antara pemeriksaan segera dengan pemeriksaan setelah 4 jam, perubahan antara 4 dan 8 jam, serta perubahan keseluruhan hingga 8 jam. Nilai persentase tersebut sekaligus memperlihatkan bahwa perubahan yang terjadi pada

masing-masing interval tidak memiliki besaran yang identik. Rincian persentase perbedaan kadar glukosa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Persentase Perbedaan Kadar Glukosa Darah Berdasarkan Waktu Pemeriksaan

Sampel Penelitian	Persentase Perbedaan (%)		
	Segera – 4 Jam	4 Jam – 8 Jam	Segera – 8 Jam
Plasma EDTA	1,30 %	0,51 %	1,80 %
Plasma NaF	0,72 %	2,09 %	2,80%

Persentase perubahan pada kedua jenis plasma tetap berada pada kisaran yang relatif kecil selama periode pengamatan, meskipun arah dan besarnya perubahan berbeda menurut interval waktu. Pada plasma EDTA, perubahan antara pemeriksaan segera dan 4 jam lebih besar dibandingkan interval 4–8 jam, sedangkan plasma NaF memperlihatkan perubahan yang lebih besar pada interval 4–8 jam. Jika keseluruhan periode pengamatan diperhatikan, persentase perubahan dari pemeriksaan segera hingga 8 jam mencapai 1,80% pada plasma EDTA dan 2,80% pada plasma NaF. Perbedaan pola antarkurun waktu tersebut menunjukkan bahwa perubahan kadar glukosa selama penundaan tidak berlangsung secara seragam, sehingga diperlukan pengujian statistik untuk menilai apakah variasi yang tampak secara deskriptif cukup kuat untuk dinyatakan sebagai perbedaan.

Tahap berikutnya diarahkan pada pemeriksaan karakteristik distribusi data sebagai dasar pemilihan analisis statistik. Karena jumlah pengamatan pada setiap kelompok relatif kecil, distribusi data diperiksa menggunakan *Shapiro-Wilk*. Nilai signifikansi pada setiap kelompok kemudian digunakan untuk menentukan apakah asumsi normalitas terpenuhi. Hasil pengujian distribusi tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Perlakuan	Sig.	Keterangan
P1	0,013	Data berdistribusi tidak normal
P2	0,010	Data berdistribusi tidak normal
P3	0,010	Data berdistribusi tidak normal
P4	0,016	Data berdistribusi tidak normal
P5	0,019	Data berdistribusi tidak normal
P6	0,017	Data berdistribusi tidak normal

Temuan ini memberikan dasar untuk menentukan pendekatan analisis yang sesuai terhadap data kadar glukosa pada seluruh kondisi pengamatan. Ketidaknormalan distribusi mengindikasikan bahwa penggunaan analisis parametrik yang mensyaratkan distribusi normal perlu dipertimbangkan secara hati-hati. Oleh karena itu, analisis selanjutnya diarahkan pada pendekatan nonparametrik agar karakteristik data tetap terakomodasi dalam proses pengujian hipotesis. Pemilihan metode tersebut juga perlu mempertimbangkan hubungan antarobservasi,



terutama apabila pengukuran berasal dari partisipan yang sama pada beberapa waktu pemeriksaan. Dengan demikian, hasil uji normalitas tidak hanya berfungsi sebagai pemeriksaan asumsi statistik, tetapi menjadi pertimbangan metodologis dalam menentukan teknik analisis yang paling sesuai dengan struktur data penelitian.

Karakteristik distribusi data menjadi pertimbangan penting sebelum menentukan teknik statistik yang digunakan untuk membandingkan kadar glukosa pada setiap kondisi perlakuan. Karena hasil pengujian sebelumnya tidak memenuhi asumsi normalitas, pendekatan nonparametrik dipilih untuk melanjutkan analisis. Perbandingan dilakukan dengan mempertimbangkan keseluruhan kondisi pengamatan sehingga pola kadar glukosa antarperlakuan dapat dinilai secara statistik. Ringkasan hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 5 sebagai dasar untuk menilai ada atau tidaknya perbedaan kadar glukosa pada kondisi yang diteliti.

Tabel 5. Hasil Uji Kruskal wallis

Variabel	N	Df	Asymp. Sig.	Keterangan
Kadar glukosa darah pada berbagai perlakuan	24	5	0,972	Tidak terdapat perbedaan kadar glukosa darah

Nilai *Asymp. Sig.* sebesar 0,972 berada jauh di atas batas signifikansi 0,05. Secara statistik, kondisi tersebut menunjukkan bahwa variasi kadar glukosa yang terlihat antarkelompok belum memberikan bukti yang cukup untuk menyatakan adanya perbedaan yang bermakna. Dengan demikian, hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak sesuai dengan hasil pengujian yang dilakukan. Temuan ini mengindikasikan bahwa kadar glukosa pada kelompok perlakuan plasma EDTA dan plasma NaF dengan variasi waktu penundaan pemeriksaan tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan secara statistik.

Pembahasan

Stabilitas kadar glukosa pada penelitian ini memperlihatkan karakter yang cukup menarik karena perubahan selama penundaan pemeriksaan berlangsung dalam kisaran yang relatif kecil, baik pada plasma EDTA maupun plasma NaF. Kondisi tersebut perlu dibaca dengan mempertimbangkan bahwa spesimen telah mengalami pemisahan dari sel darah sebelum memasuki tahap penundaan, sehingga sumber konsumsi glukosa yang berasal dari komponen seluler telah diminimalkan. Dengan demikian, perubahan yang masih ditemukan selama penyimpanan tidak semata-mata dapat dipahami sebagai akibat aktivitas sel darah, tetapi juga sebagai bagian dari kompleksitas proses *ex vivo* setelah spesimen dipisahkan. Islam et al. (2024) menekankan bahwa integritas glukosa tetap dipengaruhi oleh rangkaian kondisi pra-analitik, termasuk waktu pemrosesan, jenis spesimen, suhu, dan karakteristik bahan tambahan dalam tabung. Perspektif tersebut membantu menjelaskan mengapa pemisahan plasma sebelum pemeriksaan dapat membatasi perubahan, tetapi tidak serta-merta menjadikan kadar glukosa sepenuhnya konstan.

Perbedaan karakteristik antara plasma EDTA dan NaF juga memberikan konteks penting terhadap kecenderungan kadar glukosa yang diperoleh. Rerata pada plasma NaF dalam penelitian ini cenderung lebih tinggi dibandingkan plasma EDTA, meskipun selisihnya tidak berkembang menjadi perbedaan yang bermakna secara statistik. Secara konseptual, perbedaan tersebut dapat dikaitkan dengan fungsi bahan tambahan pada tabung, terutama kemampuan komponen yang mengandung fluoride dalam menghambat jalur glikolisis. Namun, efek



antiglikolitik fluoride tidak dapat dipandang sebagai mekanisme yang bekerja secara instan sejak spesimen dikumpulkan. Kang et al. (2026) menjelaskan bahwa penggunaan fluoride belum sepenuhnya mencegah konsumsi glukosa pada fase awal setelah pengambilan darah, sehingga waktu pemisahan dan kondisi penanganan tetap menjadi faktor penting. Temuan tersebut memberikan penjelasan yang lebih proporsional terhadap pola penelitian ini: kecenderungan nilai NaF yang lebih tinggi tidak harus dimaknai sebagai bukti bahwa seluruh proses glikolisis telah dihentikan, melainkan dapat mencerminkan perlindungan relatif terhadap perubahan kadar glukosa selama periode penyimpanan yang diuji.

Aspek waktu menjadi semakin penting ketika perubahan kadar glukosa dilihat sebagai suatu proses, bukan sekadar perbedaan antarhasil pengukuran. Pada penelitian ini, perubahan pada plasma EDTA tercatat sebesar 1,30% antara pemeriksaan segera dan 4 jam, 0,51% antara 4 dan 8 jam, serta 1,80% antara pemeriksaan segera dan 8 jam. Pada plasma NaF, perubahan yang tercatat masing-masing sebesar 0,72%, 2,09%, dan 2,80%. Pola tersebut memperlihatkan bahwa perubahan tidak berlangsung dengan laju yang seragam pada setiap interval, sehingga interpretasi stabilitas sebaiknya tidak hanya bertumpu pada satu titik waktu. Sugito et al. (2025) menunjukkan bahwa penundaan pemeriksaan pada suhu ruang dapat memengaruhi kadar glukosa dibandingkan pemeriksaan segera, sedangkan Warade (2024) memperlihatkan bahwa integritas spesimen glukosa dapat berbeda menurut jenis tabung dan lamanya penyimpanan. Oleh karena itu, perubahan yang relatif kecil dalam penelitian ini tetap memiliki arti analitik karena memperlihatkan bahwa waktu merupakan bagian dari kondisi pemeriksaan yang perlu dikendalikan, bahkan ketika plasma telah dipisahkan dari sel darah.

Menariknya, kecenderungan perubahan tersebut tidak menghasilkan bukti adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok yang dibandingkan. Nilai $p = 0,972$ pada uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa berdasarkan analisis yang digunakan, tidak ditemukan bukti statistik yang cukup untuk menyatakan adanya perbedaan kadar glukosa yang bermakna antar kelompok perlakuan. Hasil ini lebih tepat dipahami sebagai tidak ditemukannya perbedaan signifikan daripada sebagai bukti bahwa plasma EDTA dan NaF memiliki stabilitas yang sepenuhnya sama. Zhou et al. (2024) menunjukkan bahwa stabilitas analit biokimia sangat dipengaruhi oleh matriks spesimen dan kondisi penyimpanan, sementara Vercruysse et al. (2022) memperlihatkan bahwa kestabilan parameter kimia klinik dapat dipertahankan dalam periode tertentu setelah spesimen diproses, tetapi tetap memiliki batas yang bergantung pada kondisi penyimpanan. Dalam konteks penelitian ini, pemisahan plasma sebelum penundaan kemungkinan turut memperkecil perbedaan yang secara biologis maupun analitik dapat muncul antara kedua jenis bahan tambahan tersebut.

Kecilnya perubahan kadar glukosa juga dapat dipahami dari sudut pandang pengendalian fase pra-analitik. Setelah plasma dipisahkan dari sel darah, kontribusi glikolisis oleh eritrosit dan leukosit menjadi jauh lebih terbatas dibandingkan keadaan ketika darah masih dalam bentuk *whole blood*. Hal ini membuat efek jenis tabung tidak dapat dilepaskan dari tahapan pemrosesan spesimen sebelumnya. Khasanah et al. (2026) secara khusus memperlihatkan bahwa waktu penundaan dan kondisi penyimpanan merupakan faktor yang dapat memengaruhi kadar glukosa plasma, sehingga karakteristik penyimpanan perlu dipertimbangkan bersama jenis tabung yang digunakan. Illana et al. (2024) juga menunjukkan bahwa kestabilan berbagai analit dalam plasma mempunyai batas waktu tertentu dan tidak seluruh parameter mempertahankan konsentrasi awal dengan pola yang sama. Dengan demikian, temuan penelitian ini mengarah pada pemahaman bahwa kualitas hasil glukosa bukan hanya ditentukan oleh pilihan EDTA atau NaF, tetapi merupakan hasil interaksi antara jenis bahan tambahan, pemisahan spesimen, durasi penyimpanan, dan kondisi lingkungan selama penundaan.



Dari perspektif mutu laboratorium, temuan tersebut memperlihatkan bahwa pengendalian pra-analitik tetap memiliki posisi sentral meskipun perubahan kadar yang diperoleh relatif kecil. Kesalahan pada fase ini dapat muncul sebelum spesimen mencapai tahap analisis, sehingga pengendalian waktu pemrosesan dan penyimpanan menjadi bagian dari upaya menjaga validitas hasil. Alcantara et al. (2022) menunjukkan bahwa kesalahan pra-analitik masih merupakan komponen penting dalam mutu pemeriksaan laboratorium klinik, sedangkan Cadamuro dan Simundic (2023) menempatkan fase pra-analitik sebagai bagian integral dari pelayanan laboratorium yang berorientasi pada kebutuhan pasien, bukan sekadar tahap teknis sebelum analisis. Jika dikaitkan dengan penelitian ini, pemisahan plasma sebelum penundaan merupakan langkah yang secara praktis dapat membantu membatasi perubahan kadar glukosa, tetapi tidak menghilangkan kebutuhan untuk mengendalikan durasi dan kondisi penyimpanan. Implikasi tersebut penting terutama pada pelayanan laboratorium yang menghadapi kondisi ketika pemeriksaan tidak dapat dilakukan segera setelah spesimen diproses.

Perbedaan hasil dengan penelitian terdahulu juga perlu dilihat berdasarkan karakteristik metodologis masing-masing penelitian, bukan hanya dari arah perubahan kadar glukosa. Hasil penelitian ini memperlihatkan kecenderungan kadar glukosa yang menurun pada kedua jenis plasma, tetapi perubahan tersebut belum menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik, sedangkan penelitian dengan prosedur, bahan uji, waktu penundaan, atau kondisi penyimpanan yang berbeda dapat menghasilkan pola yang tidak identik. Temuan Khasanah et al. (2026), Sugito et al. (2025), Warade (2024), dan Islam et al. (2024) secara bersama-sama memperkuat bahwa stabilitas glukosa merupakan fenomena yang sangat kontekstual dan dipengaruhi oleh rangkaian proses pra-analitik. Karena itu, hasil penelitian ini tidak tepat digunakan untuk menyatakan bahwa penundaan pemeriksaan selalu aman pada semua kondisi, tetapi lebih terbatas pada kondisi spesimen dan prosedur yang diterapkan dalam penelitian. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa pemisahan plasma yang dilakukan sebelum penundaan dapat membantu mempertahankan kadar glukosa dalam rentang perubahan yang relatif kecil, sementara pemilihan tabung tetap perlu dipertimbangkan bersama waktu dan kondisi penyimpanan agar keandalan hasil pemeriksaan tetap terjaga.

KESIMPULAN

Perbandingan kadar glukosa pada plasma EDTA dan plasma NaF selama penundaan pemeriksaan 0, 4, dan 8 jam menunjukkan bahwa keduanya mengalami perubahan dengan pola yang relatif serupa setelah plasma dipisahkan dari sel darah. Plasma NaF memiliki rerata kadar glukosa yang cenderung lebih tinggi daripada plasma EDTA, namun perbedaan tersebut belum memberikan bukti statistik yang bermakna ($p = 0,972$). Temuan ini menunjukkan bahwa pada kondisi pemisahan plasma sebelum penundaan dan penyimpanan pada suhu ruang, jenis plasma yang digunakan belum memperlihatkan perbedaan kadar glukosa yang bermakna selama periode pengamatan. Dengan demikian, pemisahan plasma dari sel darah menjadi bagian penting dalam menjaga keterandalan hasil pemeriksaan ketika analisis tidak dapat dilakukan segera.

Temuan tersebut memiliki arti praktis bagi pengendalian tahap pra-analitik, khususnya ketika pemeriksaan glukosa mengalami penundaan setelah plasma diperoleh. Penerapan pemisahan plasma secara tepat dapat menjadi salah satu langkah untuk membatasi perubahan kadar glukosa selama masa tunggu, meskipun hasil penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menetapkan kesetaraan stabilitas EDTA dan NaF pada seluruh kondisi penyimpanan. Penelitian berikutnya perlu melibatkan jumlah partisipan yang lebih besar serta mempertimbangkan variasi suhu dan durasi penyimpanan agar batas stabilitas masing-masing jenis plasma dapat



ditentukan dengan lebih kuat. Perluasan kondisi tersebut diharapkan dapat menghasilkan dasar yang lebih kokoh untuk menentukan penanganan spesimen yang paling sesuai dalam praktik laboratorium ketika pemeriksaan glukosa tidak dapat dilakukan secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Alcantara, J. C., Alharbi, B., Almotairi, Y., Alam, M. J., Muddathir, A. R. M., & Alshaghda, K. (2022). Analysis of preanalytical errors in a clinical chemistry laboratory: A 2-year study. *Medicine*, 101(27), e29853. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000029853>
- Braunberger, R. C., Martinez, M., & Grenache, D. G. (2021). *Stability of plasma glucose in whole blood samples collected in sodium fluoride tube vs. sodium heparin plasma separator tubes*. https://digitalrepository.unm.edu/hsc_qips/46
- Cadamuro, J., & Simundic, A. M. (2023). The preanalytical phase—from an instrument-centred to a patient-centred laboratory medicine. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 61(5), 732–740. <https://doi.org/10.1515/cclm-2022-1036>
- Chaudhry, R., & Varacallo, M. A. (2023). *Biochemistry, glycolysis*. StatPearls Publishing.
- Dharmasena, I. A., Siriwardhana, D., & Attanayake, A. P. (2021). Effect of sample volume variation and delay in analysis on plasma glucose concentration in Sri Lankan healthy adults. *Scientifica*, 2021, 6061206. <https://doi.org/10.1155/2021/6061206>
- Dibbasey, M., Umukoro, S., & Bojang, A. (2024). Comparative and stability study of glucose concentrations measured in both sodium fluoride and serum separator tubes. *Practical Laboratory Medicine*, 39, e00360. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352551724000064>
- Illana, F. J., García-Osuna, Á., Sospedra, M., Ferrer, R., Martínez-Brú, C., & Guiñón, L. (2024). Quality assurance of add-on testing in plasma samples: Stability limit for 29 biochemical analytes. *Biochemia Medica*, 34(2). <https://doi.org/10.11613/BM.2024.020704>
- Indrawati, Y. (2023). *Dasar-dasar teknik laboratorium medik*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Islam, M. N., Lyons, C., Griffin, T. P., Hamon, S., Dunne, F. P., & O'Shea, P. M. (2024). Maintaining glucose integrity *ex vivo*: Impact of preanalytical specimen handling. *Annals of Clinical Biochemistry*, 61(2), 133–142. <https://doi.org/10.1177/00045632231199374>
- Kang, P., Wolf, C. E., Thomas, V. L., Melanson, S. E., & Tolan, N. V. (2026). Preanalytic considerations for preventing *in vitro* glycolysis: Practical recommendations for fasting and glucose tolerance testing. *Diabetes Care*, 49(2), e24–e25. <https://doi.org/10.2337/dc25-2197>
- Khasanah, N. A. H., Lidiatama, N. G., Yuniati, N. I., & Husen, F. (2026). The effect of delayed examination and storage conditions on plasma glucose levels: Pengaruh variasi waktu penundaan pemeriksaan dan kondisi penyimpanan terhadap kadar glukosa plasma. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 9(1), 62–68. <https://doi.org/10.21070/medicra.v9i1.1831>
- Mulyani, E., Pangesti, I., & Farabi, M. F. (2023). Perbedaan kadar glukosa darah sewaktu menggunakan antikoagulan ethylene diamine tetra-acetic acid (EDTA) dan natrium fluorida (NaF) dengan variasi penundaan waktu pemeriksaan pada siswa SMK Semesta Bumiayu. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 5(2). <https://doi.org/10.36760/jp.v5i2.322>
- Nakanga, W. P., Balungi, P., Niwaha, A. J., Shields, B. M., Hughes, P., Andrews, R. C., McDonald, T. J., Nyirenda, M. J., & Hattersley, A. T. (2022). Alternative pre-analytic sample handling techniques for glucose measurement in the absence of fluoride tubes in low resource settings. *PLOS ONE*, 17(2), e0264432.



<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264432>

- Nevraumont, A., Deltombe, M., & Bayart, J. L. (2024). How pre-analytical conditions impact glucose measurement and (gestational) diabetes diagnosis: A real-world stability study and a call for harmonization. *Clinica Chimica Acta*, 562, 119875. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0009898124021284>
- Nisa, A. K., Sukeksi, A., & Mukaromah, A. H. (2020). *Perbedaan kadar glukosa pada plasma EDTA dan NaF dengan variasi penundaan pemeriksaan*. Universitas Muhammadiyah Semarang. <http://repository.unimus.ac.id/id/eprint/4394>
- Nordin, N., Ab Rahim, S. N., Wan Omar, W. F. A., Zulkarnain, S., Sinha, S., Kumar, S., & Haque, M. (2024). Preanalytical errors in clinical laboratory testing at a glance: Source and control measures. *Cureus*, 16(3). <https://doi.org/10.7759/cureus.57243>
- Sacks, D. B., Arnold, M., Bakris, G. L., Bruns, D. E., Horvath, A. R., Lernmark, Å., Kirkman, M. S., & others. (2023). Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. *Clinical Chemistry*, 69(8), 808–868. <https://doi.org/10.1093/clinchem/hvad080>
- Sitanggang, F. T., Fione, V. R., Romaidha, I., Wilankrisna, L. A., Sari, N. I. P., Yuliandari, P., Fajri, H., Dewiyuliana, Putri, S. K., Sakdiah, S., Sitompul, A. J., Lestari, W. S., Simanjuntak, N. R., Wasilah, S. Z., & Novilla, A. (2024). *Bunga rampai hematologi*. Media Pustaka INDO. <http://repository.stikesbcm.ac.id/id/eprint/599>
- Sugito, S., Djohan, H., Tumpuk, S., Sidiq, A. V., & Agum, D. (2025). Pre-analytical stability of fasting blood glucose: A comparison between immediate analysis and two-hour room temperature storage. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 9(1), 69–75. <https://doi.org/10.30602/jlk.v9i1.2138>
- Vercruyse, K., Lambrecht, S., & Oyaert, M. (2022). Total lab automation: Sample stability of clinical chemistry parameters in an automated storage and retrieval module. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 60(1), 52–59. <https://doi.org/10.1515/cclm-2021-0866>
- Warade, J. P. (2024). Study of glucose specimen integrity in various blood collection tubes over a period of 24 hours. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 12(12), 4563–4567. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20243707>
- Zhou, J., Fabros, A., Lam, S. J., Coro, A., Selvaratnam, R., Brinc, D., & Di Meo, A. (2024). The stability of 65 biochemistry analytes in plasma, serum, and whole blood. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 62(8), 1557–1569. <https://doi.org/10.1515/cclm-2023-1192>