

ANALISIS KETELITIAN DAN KETEPATAN PEMERIKSAAN GLUKOSA DARAH: STUDI PENANGANAN PRA-ANALITIK SERUM KONTROL ASSAYED

Oleh

Maria Eka Suryani¹, Maulida Julia Saputri², Dita Irianti Rukmana³

^{1,3}Poltekkes Kemenkes Kalimantan Timur

²Poltekkes Kemenkes Banjarmasin

E-mail: ¹mariaeka@poltekkes-kaltim.ac.id, ²maulida@poltekkes-banjarmasin.ac.id, ³ditairianti@poltekkes-kaltim.ac.id

Article History:

Received: 22-10-2025

Revised: 10-11-2025

Accepted: 25-11-2025

Keywords:

Glukosa Darah,
Quality Control,
Serum Kontrol

Abstract: Glukosa darah merupakan salah satu parameter penting dalam deteksi dini dan pemantauan penyakit metabolik seperti diabetes mellitus. Pemantapan mutu laboratorium dengan serum kontrol diperlukan untuk menjamin validitas hasil pemeriksaan. Tahap pra-analitik seperti penanganan serum kontrol sangat mempengaruhi ketepatan hasil quality control. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui presisi dan akurasi serum kontrol (normal dan high) dengan dua teknik penanganan. Jenis penelitian observasional analitik dengan comparative study pada pengujian kadar glukosa darah pada dua level serum kontrol assayed yang dicairkan pada suhu ruang dan waterbath 37°C di Laboratorium Kimia Klinik Poltekkes Kemenkes Kalimantan Timur. Analisis dilakukan untuk menilai ketelitian dan akurasi. Pengujian didapatkan rata-rata kadar glukosa serum kontrol normal sebesar 98 mg/dl; KV 2,5, dan serum kontrol tinggi sebesar 272 mg/dl ; KV 2,11). Perlakuan pencairan serum kontrol beku, yaitu dengan diletakkan pada suhu ruang 23 – 26°C dan waterbath (37°C) diperoleh hasil analisis yaitu ketelitian (KV) berkisar antara 1,80 – 4,55%. Ketelitian pada kedua tingkat kontrol termasuk kategori baik. Tidak ditemukan perbedaan signifikan akurasi hasil antara kontrol normal dan tinggi pada dua teknik penanganan serum. Penggunaan dua level serum kontrol dalam pemeriksaan glukosa darah menjaga ketelitian dan ketepatan hasil laboratorium, serta teknik penanganan serum dengan suhu ruang ataupun waterbath dapat digunakan pada tahap pra-analitik

PENDAHULUAN

Pemeriksaan glukosa darah merupakan salah satu uji laboratorium klinis yang paling sering dilakukan sebagai penunjang diagnosis, pemantauan, dan evaluasi terapi berbagai gangguan metabolik, terutama diabetes melitus. Untuk mendapatkan hasil penunjang diagnosa yang tepat maka dilakukan pemeriksaan laboratorium klinik (Siregar, Maria Tuntun, dkk 2018)(Kawasaki et al. 2020). Keakuratan hasil pemeriksaan glukosa darah sangat berpengaruh pada ketepatan tenaga kesehatan dalam membuat keputusan klinis.

Oleh karena itu, laboratorium harus memastikan kualitas pemeriksaan melalui pengendalian kualitas internal dan eksternal yang konsisten (Yudita 2019)(Kusmiati, Nurpalah, and Restaviani 2022).

Pengendalian mutu pemeriksaan dapat dilakukan dengan melakukan pemantapan mutu laboratorium. Pemantapan mutu laboratorium adalah keseluruhan proses atau tindakan yang dilakukan untuk menjamin ketelitian (presisi) dan ketepatan (akurasi) hasil pemeriksaan, meliputi Pemantapan Mutu Internal (PMI), Pemantapan Mutu Eksternal (PME) dan peningkatan mutu. Pemantapan Mutu Internal merupakan kegiatan pengawasan dan upaya oleh pihak laboratorium untuk mengurangi atau mencegah terjadinya kesalahan atau penyimpangan sehingga hasil pemeriksaan yang diperoleh tepat dan akurat. Objek PMI meliputi kegiatan tahap pra analitik, tahap analitik, dan pasca analitik. Pengendalian mutu internal (*Internal Quality Control/IQC*) dilakukan menggunakan bahan kontrol seperti serum kontrol assayed. Serum kontrol ini berfungsi untuk mengevaluasi ketelitian dan ketepatan alat serta metode pemeriksaan glukosa darah (Mutie, Mathenge, and Warutere 2023)(Tewabe, Mitiku, and Yenesew 2024).

Serum kontrol assayed umumnya disimpan dalam kondisi beku untuk menjaga stabilitas komponen biokimia yang dikandungnya. Sebelum digunakan, bahan kontrol tersebut harus melalui proses pencairan sesuai petunjuk pabrik, dan tahapan ini menjadi bagian pra-analitik yang sangat krusial. Cara pencairan yang tidak tepat dapat memengaruhi integritas analit dan akhirnya berdampak pada nilai pemeriksaan. Secara umum terdapat dua metode pencairan yang sering diterapkan, yaitu pada suhu ruang dan menggunakan waterbath. Pencairan pada suhu ruang dinilai lebih aman karena perubahan suhu terjadi secara bertahap sehingga risiko degradasi analit relatif kecil. Sebaliknya, metode waterbath memungkinkan pencairan berlangsung lebih cepat dan terkontrol, tetapi perubahan suhu yang lebih drastis berpotensi menimbulkan variasi hasil jika prosedurnya tidak diterapkan dengan benar (Louis and Lopez 2013) (Marzinke et al. 2022).

Penelitian mengenai ketelitian dan ketepatan pemeriksaan glukosa menggunakan serum kontrol assayed diperlukan untuk mengevaluasi standar mutu pada laboratorium klinik. Penelitian mengenai pencairan serum kontrol beku pada suhu ruang dan waterbath diperlukan untuk memperoleh bukti empiris mengenai metode yang paling efektif dalam mempertahankan stabilitas analit. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi laboratorium dalam menyusun prosedur standar operasional (SOP) yang lebih tepat, sehingga mutu hasil pemeriksaan dapat terjaga secara konsisten.

LANDASAN TEORI

Glukosa merupakan karbohidrat sederhana berperan penting sebagai sumber energi utama tubuh. Ketika tidak diperlukan, glukosa disimpan dalam bentuk glikogen melalui proses glikogenesis, dan dapat diubah kembali menjadi glukosa melalui proses glikoneogenesis ketika tubuh memerlukannya. Pemeriksaan glukosa darah dalam laboratorium klinik umumnya menggunakan metode Glucose Oxidase (GOD-PAP) yang direkomendasikan WHO/IFCC. Nilai rujukan glukosa darah puasa berkisar 74–106 mg/dL berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 2010. Validitas hasil pemeriksaan sebagai penunjang diagnosis sangat dipengaruhi oleh mutu laboratorium.

Mutu laboratorium klinik mencakup mutu hasil pemeriksaan dan mutu pelayanan.

Untuk menjamin keduanya, laboratorium harus menerapkan pengendalian mutu secara berkesinambungan guna mendeteksi kesalahan pada setiap tahap pemeriksaan dan melakukan perbaikan yang diperlukan. Pemantapan mutu terdiri atas pemantapan mutu internal (PMI) dan pemantapan mutu eksternal (PME) (Siregar, Maria Tuntun, dkk 2018). Kegiatan ini dilakukan melalui pemeriksaan bahan kontrol yang memiliki rentang kadar tertentu dan membandingkan hasilnya dengan nilai rujukan guna menilai akurasi dan presisi alat maupun metode. Nilai benar (true value) bahan kontrol idealnya sudah diketahui agar penilaian performa pemeriksaan lebih optimal. Secara operasional, pengendalian mutu meliputi tahapan pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik, mencakup persiapan pasien, pengambilan serta penanganan spesimen, kalibrasi alat, uji kualitas reagen dan air, pengujian ketelitian dan ketepatan, hingga pencatatan dan pelaporan hasil (Xie et al. 2021) (Christin et al. 2025). Pemeriksaan kimia klinik memerlukan bahan kontrol yang berfungsi untuk memantau ketepatan dan ketelitian suatu metode analitik.

Bahan kontrol berperan penting dalam pemeriksaan kimia klinik karena digunakan untuk memantau ketepatan dan ketelitian metode analitik. Umumnya, bahan kontrol berupa serum liofilisasi yang aman dari marker infeksi dan memiliki kadar komponen yang dapat mewakili kondisi normal maupun patologis. Agar dapat diandalkan, bahan kontrol harus menyerupai spesimen asli, stabil selama penyimpanan, dan disertai sertifikat analisis yang memuat nilai rujukan serta batas toleransinya (Marzinke et al. 2022). Berdasarkan ketersediaan nilai rujukan, bahan kontrol dibedakan menjadi unassayed dan assayed. Kontrol unassayed belum memiliki nilai rujukan sehingga memerlukan penetapan melalui pengukuran berulang, sedangkan kontrol assayed telah dilengkapi nilai rujukan sehingga lebih praktis digunakan terutama pada laboratorium skala kecil. Pada pemeriksaan glukosa, serum kontrol komersial biasanya berupa serum liofilisasi yang tersedia dalam bentuk assayed maupun unassayed. Rentang nilai kontrol ini memungkinkan pemantauan akurasi dan presisi metode pemeriksaan, baik manual maupun otomatis, sehingga stabilitas kontrol menjadi faktor penting dalam menjaga konsistensi kinerja alat dan reagen (Siregar, Maria Tuntun, dkk 2018)(Firdaus, Handayanti, and Arifin 2023).

Tahap pra-analitik merupakan bagian paling krusial dalam pemeriksaan laboratorium, termasuk dalam penanganan serum kontrol assayed sebagai bagian dari pengendalian mutu internal. Kesalahan pada tahap ini dilaporkan menyumbang 60–70% keseluruhan kesalahan laboratorium, sehingga prosedur pra-analitik sangat berpengaruh terhadap ketelitian dan ketepatan pemeriksaan glukosa darah. Serum kontrol umumnya disimpan dalam kondisi beku pada -20°C hingga -80°C untuk menjaga stabilitas komponen biokimia, dan penyimpanan yang tidak sesuai dapat menyebabkan degradasi analit serta perubahan konsentrasi. Sebelum digunakan, serum dicairkan dengan dua metode, yaitu pada suhu ruang atau menggunakan waterbath. Pencairan perlahan pada suhu ruang dinilai lebih aman, sedangkan pencairan dengan waterbath membutuhkan pengawasan ketat karena perubahan suhu yang lebih cepat berpotensi menurunkan stabilitas (Marzinke et al. 2022).

Serum kontrol memiliki stabilitas terbatas setelah pencairan atau rekonstitusi. Penggunaan melebihi masa stabilitas yang ditentukan pabrik dapat menyebabkan nilai kontrol menyimpang dari rentang rujukan, sehingga pemantauan tanggal pencairan dan penyimpanan pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ menjadi penting. Selain itu, faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, cahaya, dan risiko kontaminasi juga dapat memengaruhi kualitas serum

kontrol, terutama karena glukosa mudah mengalami perubahan akibat degradasi enzimatis. Untuk itu, penanganan kontrol perlu dilakukan di lingkungan yang bersih dan stabil sesuai prinsip biosafety. Serum kontrol komersial untuk pemeriksaan glukosa biasanya berupa *lyophilized universal control* serum yang terbuat dari campuran serum sapi dan manusia. Kontrol ini tersedia dalam bentuk *assayed* dan *unassayed* untuk berbagai komponen analit. Serum kontrol *assayed* memiliki rentang nilai normal hingga patologis sehingga dapat digunakan untuk memonitor akurasi dan presisi metode baik manual maupun otomatis. Stabilitas kontrol tersebut sangat penting agar pengujian terhadap performa alat maupun reagen dapat berlangsung secara konsisten (Yudita 2019)(Firdaus, Handayanti, and Arifin 2023).

Ketelitian menunjukkan seberapa saling dekat hasil yang didapat dari pengukuran yang berulang-ulang pada suatu zat dari bahan yang sama. Sinonim dari ketelitian adalah reproduibilitas dan mengukur variabilitas inheren suatu tes. Ketelitian diartikan kesesuaian hasil pemeriksaan laboratorium yang diperoleh apabila pemeriksaan dilakukan berulang. Kemampuan mengukur dengan tepat sesuai dengan nilai benar (*true value*) disebut dengan akurasi. Ketepatan menunjukkan seberapa dekat suatu hasil pengukuran dengan hasil yang sebenarnya. Perbedaan antara hasil pengukuran dengan nilai target bahan kontrol merupakan indikator inakurasi pemeriksaan. Perbedaan ini disebut sebagai bias yang dinyatakan dalam satuan persen. Semakin kecil bias, semakin tinggi akurasi pemeriksaan. Akurasi (ketepatan) atau inakurasi (ketidaktepatan) dipakai untuk menilai adanya kesalahan acak, sistematis dan kedua-duanya (total). Nilai akurasi menunjukkan kedekatan hasil terhadap nilai sebenarnya yang telah ditentukan oleh metode standar (Mutie, Mathenge, and Warutere 2023).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian observasional dengan rancangan studi perbandingan (*comparative study*). Subjek dalam penelitian ini adalah serum kontrol *assayed* normal dan serum kontrol *assayed* tinggi (*high*) untuk pemeriksaan kadar glukosa darah dengan pengujian sebanyak 16 kali. Variabel dalam penelitian ini adalah ketelitian, ketepatan, serum kontrol, dan kadar glukosa darah. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Klinik Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Kalimantan Timur pada bulan Juni 2025.

Data yang dikumpulkan adalah data primer hasil dari pemeriksaan serum kontrol glukosa metode *Glucose Oxidase-PAP* (GOD-PAP), dengan menggunakan serum kontrol normal dan tinggi. Data hasil pengukuran selanjutnya dianalisis univariat dengan menghitung ketelitian (presisi) dan ketepatannya (akurasi) masing-masing parameter uji terhadap serum kontrol. Analisis bivariat dilakukan dengan menggunakan uji *T-Independent test* untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan rata-rata dua kelompok sampel yaitu hasil pengukuran serum kontrol normal dan *high*. Jika data tidak bersidtribusi normal maka menggunakan uji alternatif *Mann Whitney U*. Sedangkan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan rata-rata dua kelompok sampel (perlakuan pencairan serum kontrol beku pada suhu ruang dan waterbath) menggunakan uji *Paired T-test*, atau dengan uji alternatif *Wilcoxon*.



Gambar 1. Alur Penelitian

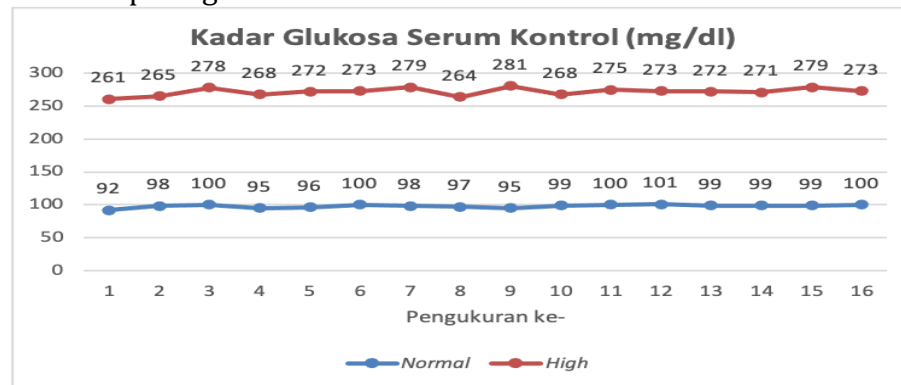
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengukuran kadar glukosa dilakukan pada 2 level bahan kontrol, yaitu *normal* dan *high*, dengan pengulangan *within day* masing masing sebanyak 16x. Nilai target serum kontrol *normal* untuk parameter glukosa yaitu 92,7 mg/dl. Rata-rata hasil pengukuran yang diperoleh adalah 98 mg/dl dengan nilai SD 2,42. Ketelitian (KV) adalah 2,5%. Adapun nilai target serum kontrol *high* untuk parameter glukosa adalah sebesar 260 mg/dl. Setelah 16x pengulangan, diperoleh rata-rata 272 mg/dl, dengan nilai SD 5,74. Ketelitian (KV) adalah 2,11%

Hasil pemeriksaan serum kontrol normal dan *high*

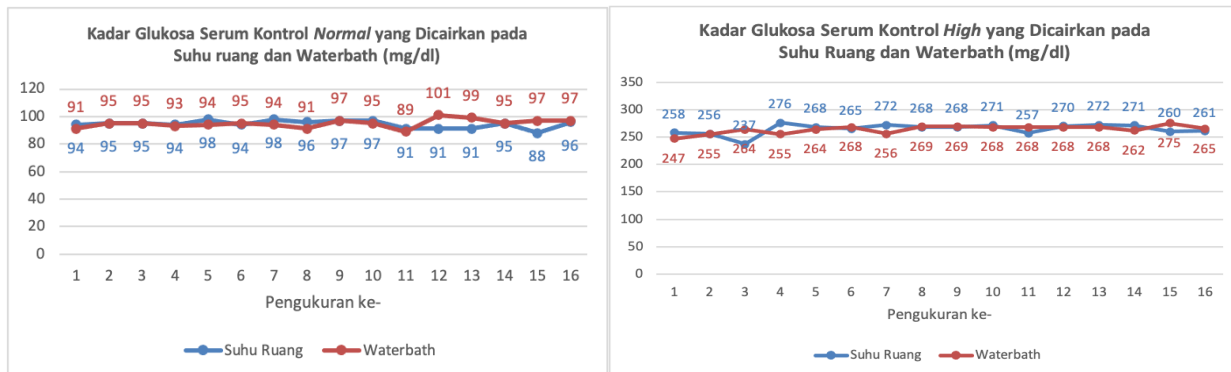
Persebaran data hasil pengujian serum kontrol *normal* dan *high* untuk parameter glukosa dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kadar Glukosa Serum Kontrol Normal dan High

Hasil pemeriksaan serum kontrol normal dan *high*

Serum kontrol normal dan *high* yang telah dilarutkan disimpan beku pada suhu $\leq 0^{\circ}\text{C}$. proses pencairan sebelum uji *Quality Control* dalam penelitian ini dilakukan dengan 2 variasi, yaitu pendiaman dalam suhu ruang dan suhu waterbath 37°C . Persebaran hasil uji kadar glukosa serum kontrol normal dan *high* dengan 2 variasi teknik pencairan tadi dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Sebaran hasil data kadar glukosa serum kontrol yang dicairkan pada suhu ruang dan suhu waterbath 37 °C.

Uji statistik nilai bias (D) hasil pengukuran serum kontrol glukosa *high* dan *normal*

Data hasil pengukuran yang diperoleh dalam pengukuran serum kontrol *high* dan *normal* Parameter glukosa diolah sehingga diketahui bias (nilai d%) dari hasil pengukuran masing-masing parameter per uji dibandingkan dengan nilai target yang ada. Nilai ini menggambarkan ketepatan dari tiap uji kemudian di analisis dengan uji statistic komparatif dan diperoleh hasil sebagaimana tertera pada tabel 1. Pada penelitian ini diketahui tidak ada perbedaan ketepatan pengukuran kadar glukosa dan serum kontrol *normal* dan serum *high*.

Tabel 1 Uji Statistik ketepatan Hasil Pengukuran Serum Kontrol *High* dan *Normal* Parameter Glukosa

Parameter Uji	Uji Distribusi Data		Uji Homogenitas		Uji Komparatif	
	<i>sig.</i>	Ket.	<i>sig.</i>	Ket.	<i>sig. (2-tailed)</i>	Ket.
Glukosa (GOD-PAP)	<i>Normal: 0,085</i>	Distribusi Data Normal	0,628	Data Homogen	0,151 (<i>Independent T-test</i>)	H _a diterima

Sumber: Data Primer

Uji statistik hasil pengukuran serum kontrol *high* dan *normal* parameter glukosa berdasarkan perlakuan teknik pencairan serum kontrol beku

Berdasarkan data hasil pengukuran serum kontrol *normal* dan *high* untuk parameter glukosa darah yang dicairkan pada suhu ruang dan suhu waterbath. Data tersebut diolah sehingga diperoleh bias (d) masing-masing nilai terhadap nilai target bahan kontrol, sehingga tergambar ketepatan uji yang dilakukan. Masing-masing nilai d kemudian dianalisis secara statistik dengan uji komparatif, dan diperoleh hasil sebagaimana tertera pada tabel 2. Hasil menunjukkan hasil pengukuran serum kontrol *normal* maupun *high* yang dicairkan pada suhu ruang dan suhu waterbath memiliki ketepatan yang sama.

Tabel 2 Uji Statistik ketepatan Hasil Pengukuran Serum Kontrol *High* dan *Normal* Parameter Glukosa dengan pencairan serum pada suhu ruang dan suhu waterbath

Parameter Uji	Teknik Pencairan Serum Kontrol	Uji Distribusi Data		Uji Homogenitas		Uji Komparatif	
		<i>sig.</i>	Ket.	<i>sig.</i>	Ket.	<i>sig.</i> (2-tailed)	Ket.
Glukosa serum kontrol Normal	Suhu Ruang	0,032	Data Tidak berdistribusi	-	-	0,937 (Wilcoxon Sign Rank)	H _a diterima
	Suhu Waterbath (37 °C)	0,039	Normal				
Glukosa serum kontrol High	Suhu Ruang	0,394	Data berdistribusi	0,568	Data Homogen	0,578 (Paired T-Test)	H _a diterima
	Suhu Waterbath (37 °C)	0,120	Normal				

Sumber: Data primer

Pembahasan

Ketelitian atau presisi menunjukkan seberapa dekat suatu hasil bila dilakukan pengujian secara berulang dengan sampel yang sama. Ketelitian biasanya dinyatakan dalam nilai koefisien variasi (%KV). Berdasarkan analisis data dari hasil pengukuran kadar glukosa dilakukan pada 2 level bahan kontrol, diperoleh nilai KV berkisar 2,0 – 3,0% . Dapat diketahui bahwa tingkat ketelitian pada parameter ini baik. Dimana berdasarkan *Clinical and Laboratory Standard Institute (CLSI)* untuk pemeriksaan Kimia Klinik KV dinyatakan baik ketika bernilai < 5%.

Pada perlakuan pencairan serum kontrol beku, yaitu dengan diletakkan pada suhu ruang 23 – 26 °C dan waterbath (37 °C) diperoleh hasil analisis yaitu ketelitian (KV) berkisar antara 1,80 – 4,55%. Hasil menunjukkan bahwa tingkat ketelitian hasil pengukuran dengan dua perlakuan berada pada batas ketelitian yang baik. Makin besar KV makin tidak teliti suatu pengujian yang dilakukan. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ketelitian yaitu alat, metode pemeriksaan, volume atau kadar bahan yang diperiksa, waktu pengulangan dan tenaga pemeriksa atau petugas (Siregar, Maria Tuntun, dkk 2018).

Ketepatan menunjukkan kemampuan untuk mengukur dengan tepat sesuai dengan nilai sebenarnya (*true value*). Pada penelitian ini ketepatan diukur dengan menghitung bias atau nilai d, dimana d diperoleh dari selisih hasil ukur per uji dikurangi nilai target (*true value*) dibagi dengan nilai target. Analisa data pada penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan ketepatan pengukuran kadar glukosa serum kontrol *normal* dan serum kontrol *high*.

Hasil analisa pengukuran serum kontrol normal dan *high* pada parameter glukosa

dapat dikatakan memiliki ketepatan yang kurang lebih sama. Ketepatan dan ketelitian pemeriksaan sangat menentukan mutu pemeriksaan laboratorium. Variabel yang berperan penting saat proses pemeriksaan ada dua, yaitu variabel analitik dan nonanalitik. Upaya meningkatkan mutu pemeriksaan ialah dengan pengendalian mutu dalam, ujian keahlian dan akreditasi laboratorium (Paper et al. 2023).

Hasil uji statistik untuk perlakuan preparasi (pencairan) serum kontrol beku pada suhu ruang dan waterbath, menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan ketepatan hasil pengukuran kadar glukosa, kadar kolesterol dan asam urat baik pada serum kontrol *normal* maupun *high* yang dicairkan pada suhu ruang dan suhu waterbath. Hal ini berarti kedua cara preparasi atau pencairan serum beku yang akan digunakan untuk *quality control* memiliki tingkat ketepatan yang dapat dikatakan sama pada setiap parameter. Pada penelitian ini, waktu yang digunakan untuk pencairan pada suhu ruang dengan adalah selama ± 8 menit (6 – 8 menit), sedangkan pada waterbath dengan suhu (37°C) ± 2 menit. Jika melihat dari efisiensi waktu maka dapat memilih preparasi menggunakan waterbath. Mengingat bahwa QC dengan menggunakan bahan kontrol harus selalu dilakukan sebelum running pemeriksaan sampel, dan pada kondisi tertentu contohnya dimana hasil pemeriksaan menunjukkan kecenderungan nilai tinggi atau rendah. Jika waktu qc pada awal dapat dipangkas salah satunya dengan metode preparasi atau pencairan serum kontrol, maka hal ini juga tentunya berpengaruh pada waktu penyelesaian hasil pemeriksaan.

Bahan kontrol adalah bahan yang dipakai untuk memantau ketepatan suatu pemeriksaan di laboratorium, dan sering digunakan untuk mengawasi kualitas hasil pemeriksaan sehari-hari. Bahan kontrol selanjutnya dibuat menjadi serum control. Serum control perlu dibekukan di dalam *freezer* untuk menjaga stabilitas komponen didalamnya untuk selanjutnya dicairkan dengan cara diinkubasi ke suhu ruang sebelum digunakan (Marzinke et al. 2022).

Waterbath merupakan instrumen yang digunakan untuk memanaskan air pada suhu tertentu yang dapat dipertahankan secara konstan dan sering dipakai untuk inkubasi sampel. Waterbath juga sering disebut sebagai penangas air yang memanaskan air dengan menjaga kestabilan suhu dan cairan yang ada didalamnya. Dalam penelitian ini proses pencairan serum kontrol akan dipercepat menggunakan waterbath untuk efisiensi waktu pemeriksaan (Buchanan and Vaquerano 2022).

Peran utama laboratorium klinis adalah menghasilkan hasil tes yang andal, akurat, tepat waktu, dan diinterpretasikan dengan benar untuk membantu pengambilan keputusan klinis. Tujuan akhirnya harus memastikan hasil klinis yang diinginkan. Untuk mencapai tujuan ini, laboratorium harus menetapkan dan menjaga kualitas di semua proses laboratorium, dengan tetap fokus pada efektivitas biaya dan waktu. Saat ini, laboratorium klinis harus menangani peningkatan beban kerja dengan spektrum parameter yang lebih luas dengan jumlah staf yang sama (atau lebih sedikit) dan harus tetap memberikan hasil yang konsisten dengan waktu penyelesaian/*Turn Around Time* (TAT) yang lebih baik dan dengan kualitas terbaik (Zou et al. 2025).

Akurasi, presisi, ketepatan waktu, dan keaslian adalah empat pilar layanan laboratorium yang efisien. Waktu penyelesaian analitik laboratorium adalah indikator yang dapat diandalkan untuk efektivitas laboratorium. Namun ketepatan waktu yang dinyatakan sebagai *turnaround time* (TAT) sering digunakan oleh klinisi sebagai tolak ukur kinerja

laboratorium. Tes laboratorium rutin memiliki batas waktu penyelesaian total (TAT) yang telah ditentukan sebelumnya yang memastikan bahwa tes diproses dalam jangka waktu yang sesuai sebagai penunjang pemeriksaan klinis yang sesuai. Total TAT didefinisikan sebagai waktu dari pendaftaran sampel pertama di sistem informasi laboratorium (LIS) hingga saat hasil ditinjau dan dirilis ke dokter yang meminta. TAT laboratorium mencerminkan waktu yang dibutuhkan untuk memproses sampel dan merupakan indikator langsung kinerja laboratorium dan ukuran efisiensi integral di mana penundaan dapat berdampak pada manajemen pasien (Kaur, Kare, and Madaa 2018).

Proses pengendalian mutu laboratorium merupakan kegiatan penting yang dijalankan untuk menghasilkan pemeriksaan laboratorium yang bermutu, karena hasil pemeriksaan laboratorium akan dipakai untuk menegaskan diagnosa pasien sehingga diperlukan ketelitian dan ketepatan yang terjamin. Mutu harus didapatkan dengan hasil yang benar secara langsung setiap saat dan tepat waktu, dan sumber daya yang digunakan harus efektif dan efisien. Dapat dikatakan bahwa suatu sistem manajemen mutu yang ada didalam suatu laboratorium sering dikatakan sebagai Praktek Laboratorium yang Benar atau sering disebut sebagai "*good laboratory practice*" (Siregar, Maria Tuntun, dkk 2018).

Parameter kimia klinik di dalam laboratorium yang paling sering diminta adalah pemeriksaan glukosa darah (Latifah and Amalia 2024). Di dalam laboratorium klinik pemeriksaan glukosa darah merupakan pemeriksaan yang penting terutama bagi pasien diabetes melitus. Pengendalian kondisi gula darah adalah cara yang paling efektif dalam mencegah atau membalikkan komplikasi diabetes sekaligus peningkatan kualitas hidup bagi pasien diabetes. Penentuan kadar glukosa darah menjadi salah satu tolok ukur dalam diagnosis diabetes mellitus (Apriani and Umami 2018). Metode pengukuran kadar glukosa darah yang dipakai berdasarkan pemeriksaan enzimatik. Metode enzimatik yang digunakan untuk uji glukosa darah ada tiga macam, yaitu: glukosa heksokinase, oksidase dan dehidrogenase. Aktivitas enzim sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu, pH, kadar substrat, kadar enzim, dan inhibitor. Laboratorium klinik yang kurang memperhatikan kondisi suhu masih ditemukan. Sebelum dilakukan pemeriksaan sampel dan reagen seharusnya dilakukan inkubasi terlebih dahulu (Kustiningsih et al. 2017). Proses inkubasi ini tentu sangat dipengaruhi oleh kondisi suhu didalam laboratorium. CLSI merekomendasikan pencairan serum kontrol cepat pada 37 °C dan pengujian segera setelah pencairan untuk menjaga stabilitas, yang menegaskan pentingnya kontrol suhu pada tahap ini. Dokter bergantung pada TAT yang cepat untuk mencapai diagnosis dan pengobatan dini pasien mereka dan untuk mencapai pemulihan pasien lebih awal dari unit gawat darurat atau layanan rawat inap di suatu fasilitas kesehatan. Oleh karena itu, TAT yang lebih cepat berperan dalam meningkatkan mutu pelayanan laboratorium (Ling et al. 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pemeriksaan kadar glukosa darah menggunakan serum kontrol *assayed* dengan dua level (normal dan tinggi) menunjukkan tingkat ketelitian dan ketepatan yang baik, ditandai dengan koefisien variasi rendah serta nilai rata-rata hasil mendekati target bahan kontrol. Penelitian ini menegaskan bahwa tahapan pra-analitik berperan penting dalam menjaga ketelitian dan ketepatan pemeriksaan glukosa darah dengan serum kontrol *assayed*. Pengendalian mutu internal yang konsisten menunjukkan

bahwa prosedur pra-analitik yang benar mampu menghasilkan nilai glukosa yang stabil dan sesuai standar.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada pembimbing penelitian atas arahan, masukan konstruktif, dan bimbingan yang sangat berarti selama proses penelitian berlangsung. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada institusi serta seluruh staf laboratorium yang telah menyediakan fasilitas, bantuan teknis, dan dukungan administratif sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriani, and Alfita Umami. 2018. "Perbedaan Kadar Glukosa Darah Pada Plasma Edta Dan Serum Den- Gan Penundaan Pemeriksaan" 4 (1): 19–22.
- [2] Buchanan, Jane L, and Jovan Tormes Vaquerano. 2022. "Isolated Effects of Plasma Freezing versus Thawing on Metabolite Stability." *Mateabolites*.
- [3] Christin, Alifa, Anik Handayati, Sri Sulami, and Endah Astuti. 2025. "Evaluation of Commercial Control Materials vs . Homemade Lyophilisates For Kidney Function Tests Using Sigma Metric." *International Journal of Advanced Health Science and Technology* 5 (4): 172–77.
- [4] Firdaus, Putri Safira, Anik Handayanti, and Syamsul Arifin. 2023. "Stabilitas Plasma Liofisolat Buatan Sendiri Sebagai Bahan Kontrol Kualitas Pada Laboratorium Kimia Klinik Terhadap Pemeriksaan Total Protein Dan Albumin." *Analisis Kesehatan Sains* 12 (1792): 29–36.
- [5] Kaur, Vaneet, Pawan Kumar Kare, and Himanshu Madaa. 2018. "Timeliness as a Measure of Lab Quality." *Advances in Biochemistry & Applications in Medicine*.
- [6] Kawasaki, Takeshi, Tomohito Iwasaki, Itsuki Ohya, and Yasuhiro Hasegawa. 2020. "Effects of Sampling and Storage Method on Chicken Blood Glucose Measurement." *Japan Peultry Science Association*.
- [7] Kusmiati, Meti, Rianti Nurpalah, and Resa Restaviani. 2022. "Presisi Dan Akurasi Hasil Quality Control Pada Parameter Pemeriksaan Glukosa Darah Di Laboratorium Klinik Rumah Sakit X Kota Tasikmalaya.Pdf." *Journal of Indonesian Medical Laboratory Snf Science*.
- [8] Kustiningsih, Yayuk, Nastiti Megawati, Jasmadi Joko Kartiko, and Leka Lutpiatina. 2017. "Pengaruh Variasi Suhu Awal Reagen Terhadap Kadar Glukosa Darah Metode Enzimatik." *Medical Laboratory Technology Journal* 3 (1): 103–7.
- [9] Latifah, Astri, and Arifiani Agustin Amalia. 2024. "Analisis Hasil Quality Control Pemeriksaan Glukosa." *Jurnal Kesehatan Tambusai* 5 (September): 9948–54.
- [10] Ling, Clare L, Tamalee Roberts, Sona Soeng, Tomas-paul Cusack, David A B Dance, Sue J Lee, Thomas A N Reed, et al. 2021. "Impact of Delays to Incubation and Storage Temperature on Blood Culture Results : A Multi-Centre Study." *BMC Infectious Diseases*, 1–8.
- [11] Louis, St, and Joseph Lopez. 2013. "Carl A . Burtis , Edward R . Ashwood and David E .

- Bruns (Eds): Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnosis” 28 (1): 104–5. <https://doi.org/10.1007/s12291-012-0287-7>.
- [12] Marzinke, Mark A, Sondra Mitchell, Mary Ann, Brandon J Tenney, Rebecca Neil, and Nico Vandepoele. 2022. “Clinica Chimica Acta Evaluation and Operationalization of Commercial Serum Indices Quality Control Material in the Clinical Laboratory.” *Clinica Chimica Acta* 526 (December 2021): 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2021.12.013>.
- [13] Mutie, Charles Kyalo, Scholastica Gatwiri Mathenge, and Peterson Warutere. 2023. “Determination of the Accuracy of Quantitative Measurement Methods in the Clinical Chemistry Laboratory at Machakos Level V Hospital , Kenya.” *International Journal of Current Aspects* 7 (3): 61–78. <https://doi.org/10.35942/05q2nv90>.
- [14] Paper, Opinion, Laura Sciacovelli, Andrea Padoan, Ada Aita, Daniela Basso, and Mario Plebani. 2023. “Quality Indicators in Laboratory Medicine : State-of-the-Art , Quality Speci Fi Cations and Future Strategies.” *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)* 61 (4): 688–95.
- [15] Siregar, Maria Tuntun, dkk, 2. 2018. *Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medik (TLM) Kendali Mutu, Kemenkes RI, 529 Halaman*.
- [16] Tewabe, Haymanot, Asaye Mitiku, and Abebe Yenesew. 2024. “Validation of the Efficacy of Pooled Serum for Serum Glucose Inhouse Quality Control Material in Comparison with Commercial Internal Quality Control in Clinical Chemistry Laboratory.” *Practical Laboratory Medicine* 39 (January): e00377. <https://doi.org/10.1016/j.plabm.2024.e00377>.
- [17] Xie, Qin, Yi Tang, Meihua Zhou, Bing Dai, Xiaomin Zhao, Yating Cheng, Jun He, et al. 2021. “Reducing the Effects of Control Materials Based on Interchangeability of Estimates of Day-to-Day Imprecision between Commercial Control Materials and Serum Samples,” no. January: 1–7. <https://doi.org/10.1002/jcla.23710>.
- [18] Yudita, Ferina. 2019. “Evaluation Of Quality Control of Blood Glucose Examination In Laboratory X Palangka Raya.” *Borneo Journal Of Medical Laboratory Technology*, 358–65.
- [19] Zou, Chaoping, Lifang Zhan, Fawang Li, Jiange Jiang, and Zhiyong Zhang. 2025. “Original Research Article Research on Strategies for Improving Turnaround Time Efficiency through Automation Tools” 7 (1): 17–24.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN