

**PENGARUH WAKTU PENUNDAAN PENYIMPANAN SERUM
TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH PUASA
DENGAN METODE (GOD-PAP)**

KARYA TULIS ILMIAH

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

Disusun oleh :

NADIA DESMA YULIANTI

NIM : KHGE23011



PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

FAKULTAS ILMU KESEHATAN

INSTITUT KESEHATAN KARSA HUSADA GARUT

2026

LEMBAR PERNYATAAN

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

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

Garut, 5 Juni 2026

Yang membuat pernyataan



Nadfa Desma r dilaanti
KHGE23011

LEMBAR PERSETUJUAN

JUDUL : PENGARUH WAKTU PENUNDAAN PENYIMPANAN
SERUM TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH PUASA
DENGAN METODE (GOD-PAP)
NAMA : NADIA DESMA YULIANTI
NIM : KHGE23011

KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan untuk menempuh ujian pada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium
Medis Institut Kesehatan Karsa Husada Garut

Garut, 5 Juni 2026

Menyetujui
Pembimbing



Sugiah, S.Si., M.Biotek. AIFO

NIP : 042039.0122.162

Mengetahui,
Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd

NIP : 04039.0913.116

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : PENGARUH WAKTU PENUNDAAN PENYIMPANAN
SERUM TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH PUASA
DENGAN METODE (GOD-PAP)
NAMA : NADIA DESMA YULIANTI
NIM : KHGE23011

KARYA TULIS ILMIAH

Karya Tulis Ilmiah ini telah disidangkan dihadapan tim penguji Program Studi
D3 Teknologi Laboratorium Medis Institut Kesehatan Karsa Husada Garut

Garut, 5 Juni 2026

Menyetujui,

Penguji I



Lia Mar'atiningsih, S.Tr.Kes., M.Kes
NIP: 042039.1019.155

Penguji II



Muhammad Hadi Sulhan, S.Si., M.SC
NIP : 042039.0315.131

Mengetahui,

Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd
NIP : 04039.0913.116

Mengesahkan,

Pembimbing



Sugiah, S.Si., M.Biotek. AIFO
NIP : 042039.0122.162

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan



Susan Susvanti, S.Kp., M.Kep
NIP : 042039.0910.085

ABSTRAK

PENGARUH WAKTU PENUNDAAN PENYIMPANAN SERUM TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH PUASA DENGAN METODE (GOD-PAP)

Pemeriksaan glukosa darah merupakan salah satu pemeriksaan laboratorium yang sering dilakukan karena berperan penting dalam proses metabolisme tubuh. Keakuratan hasil pemeriksaan sangat dipengaruhi oleh tahap pra-analitik, terutama kualitas spesimen dan waktu penundaan pemeriksaan. Penundaan pemeriksaan dapat menyebabkan penurunan kadar glukosa akibat proses glikolisis yang masih berlangsung oleh sel-sel darah. Metode *Glucose Oxidase-Peroxidase Aminoantipyrine* (GOD-PAP) merupakan metode enzimatik yang digunakan untuk mengukur kadar glukosa dalam serum atau plasma secara spesifik. Penulisan studi kasus ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu penundaan penyimpanan serum terhadap kadar glukosa darah puasa menggunakan metode GOD-PAP. Objek pada studi kasus ini adalah sampel serum pasien di bidang kimia klinik yang mengalami penundaan pemeriksaan glukosa darah puasa. Sampel serum sebelumnya telah digunakan untuk pemeriksaan ALT dan ureum, kemudian dilakukan pemeriksaan glukosa darah puasa menggunakan sampel yang sama. Hasil pemeriksaan menunjukkan kadar glukosa lebih rendah dibandingkan hasil pemeriksaan sebelumnya yang masih berada dalam batas normal. Setelah dilakukan pengambilan sampel ulang dan pemeriksaan kembali sesuai prosedur menggunakan alat Mindray BS-620M, diperoleh hasil yang lebih akurat. Berdasarkan studi kasus ini dapat disimpulkan bahwa penundaan penyimpanan serum dapat menyebabkan penurunan kadar glukosa akibat proses glikolisis, sehingga pemeriksaan glukosa sebaiknya dilakukan segera setelah pengambilan sampel untuk memperoleh hasil yang akurat.

Kata kunci : Glukosa puasa, GOD-PAP, Penundaan

ABSTRACT

THE EFFECT OF SERUM STORAGE DELAY TIME ON FASTING BLOOD GLUCOSE LEVELS USING THE GOD-PAP METHOD

Blood glucose testing is one of the most frequently performed laboratory examinations because it plays an important role in the body's metabolic processes. The accuracy of blood glucose test results is highly influenced by the pre-analytical phase, particularly specimen quality and delays in sample examination. Delayed testing may lead to decreased glucose levels due to the continuation of glycolysis by blood cells. The Glucose Oxidase–Peroxidase Aminoantipyrine (GOD-PAP) method is a specific enzymatic method used to measure glucose levels in serum or plasma. This case study aimed to determine the effect of delayed serum storage on fasting blood glucose levels using the GOD-PAP method. The object of this case study was a serum specimen from a patient in the clinical chemistry laboratory whose fasting blood glucose examination was delayed. The serum sample had previously been used for ALT and urea examinations before being utilized for fasting blood glucose testing. The results showed a lower fasting blood glucose level compared with the patient's previous results, which were within the normal range. After a new blood sample was collected and re-examined according to the correct procedure using the Mindray BS-620M analyzer, more accurate results were obtained. This case study concludes that delayed serum storage can reduce fasting blood glucose levels due to ongoing glycolysis. Therefore, blood glucose testing should be performed immediately after specimen collection to ensure accurate laboratory results.

Keywords: Fasting glucose, GOD-PAP, Delay

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, karya tulis ilmiah yang berjudul “Pengaruh waktu penundaan penyimpanan serum terhadap kadar glukosa darah puasa dengan metode GOD-PAP” ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik.

Karya tulis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dan menyelesaikan Program Studi Diploma 3 Teknologi Laboratorium Medis Institut Kesehatan Karsa Husada Garut. Dalam proses penyusunan karya tulis ini, penulis mendapat banyak dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Hadiat MA, selaku Ketua Pembina Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
2. Bapak Drs. H. Suryadi, M. Si, selaku Ketua Pengurus Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
3. Bapak Dr. Iwan Wahyudi, S.Kep, M.Kes, selaku Ketua STIKes Karsa Husada Garut.
4. Ibu Susan Susyanti, S.Kp., M.Kep selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan.
5. Ibu Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd, selaku Ketua Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis.
6. Ibu Sugiah S,Si,.M.Biotek.AIFO selaku pembimbing KTI yang bukan hanya pembimbing akademik, tetapi juga menjadi pengarah, penyemangat, yang telah memberikan arahan, masukan, saran. Terima kasih telah mempermudah setiap proses, selalu membuka pintu konsultasi dengan lapang. Dan memahami setiap kesulitan yang penulis hadapi, baik yang berkaitan dengan penyusun skripsi

maupun perjalanan lainnya, kehadiran dan bimbingan ibu menjadi lentera di tengah kebingungan dan berbagai tantangan selama proses penyusunan skripsi.

7. Ibu Lia Mar'atiningsih, S.Tr.Kes., M.Kes, Selaku dosen penguji I yang sudah memberikan masukan dan saran guna kesempurnaan naskah karya tulis ilmiah ini.
8. Bapak Muhammad Hadi sulhan, S.Si., M.Sc, Selaku dosen penguji II yang sudah memberikan masukan dan saran guna kesempurnaan naskah karya tulis ilmiah ini.
9. Teristimewa, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua dan kakak tercinta sosok yang paling berjasa dalam kehidupan penulis. yang selalu memberikan dukungan, menemani, serta meyakinkan saya dalam melewati setiap proses ini. Segala dukungan, doa, dan kasih sayang yang diberikan sangat berarti bagi penulis, termasuk selesainya karya tulis ilmiah ini, adalah bagian dari doa dan harapan kalian..
10. Kerabat terdekat saya Naima Zahira, Olivia Tahira, Sekar Ratri, Annissa Nur, Devianty Nurazizah, dan Bunda yang selalu hadir memberikan motivasi, dukungan, serta mendengarkan setiap keluhan saya tanpa lelah.
11. Serta kehadiran seseorang yang sangat berarti, yang selalu memberikan dukungan, perhatian, kepercayaan juga kebersamaan dalam setiap proses yang saya jalani.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan karya tulis ilmiah yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
13. *Last but not least*, terima kasih untuk Nadia Desma Yulianti, penulis sendiri atas perjuangan yang mungkin tidak banyak terlihat orang lain, atas mimpi

tentang karir besar yang diam-diam kamu perjuangkan. Kamu membuktikan bahwa mampu mengimbangi segalanya dengan baik dan menyelesaikan perjalanannya dengan baik. Kamu layak bangga, kamu layak Bahagia. Dan hari ini penulis berkata: *I'm so proud of you* Nadia Desma.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan untuk menyempurnakan karya tulis ilmiah ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga karya tulis ilmiah ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun pembaca, semoga Allah SWT membalas kebaikan dari semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan karya tulis ilmiah ini.

Garut, 5 Juni 2026



Penulis
Nadia Desma Yulianti

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Glukosa Darah.....	6
2.1.1 Pengertian Glukosa Darah	6
2.1.2 Fungsi Glukosa Darah	7
2.1.3 Sumber Glukosa Darah.....	8
2.1.4 Indikator Glukosa Darah Normal	9
2.1.5 Faktor yang mempengaruhi jumlah Glukosa Darah	11
2.2 Pemeriksaan Glukosa Darah.....	11
2.2.1 Jenis Pemeriksaan Glukosa.....	11
2.2.2 Prinsip Pemeriksaan Glukosa	14
2.2.2.1 Faktor yang mempengaruhi hasil pemeriksaan	14
2.3 Metode GOD PAP	15
2.4 Serum sebagai spesimen	16
2.4.1 Pengertian Spesimen.....	16
2.4.2 Proses pembentukan serum.....	16
2.4.3 Perbedaan serum dan plasma	17
2.4.4 Kelebihan Penggunaan serum.....	17
2.5 Stabilitas Spesimen	18

2.5.1 Pengertian stabilitas Spesimen.....	18
2.5.2 Faktor yang mempengaruhi stabilitas	19
2.5.3 Pengaruh suhu dan waktu penyimpanan.....	20
2.6 Penundaan Pemeriksaan	20
2.6.1 Pengertian tahap pra analitik.....	21
2.6.2 Jenis kesalahan pra analitik.....	21
2.6.3 Dampak penundaan terhadap hasil laboratorium.....	22
2.7 Glikolisis Pada sampel darah	23
2.7.1 Proses Glikolisis	23
2.7.2 Pengaruhnya terhadap kadar glukosa	25
2.7.3 Cara mencegah glikolisis	27
2.8 Pengaruh Penundaan Penyimpanan Serum	27
2.8.1 Penundaan Pemeriksaan	27
2.8.2 Penyimpanan serum.....	28
2.8.3 Penurunan glukosa.....	29
2.9 Kerangka penelitian	30
BAB III METODE STUDI KASUS.....	31
3.1 Rancangan Studi Kasus.....	31
3.2 Objek Studi Kasus	31
3.3 Fokus Studi Kasus	31
3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus	32
3.4.1 Pra Analitik	32
3.4.2 Analitik.....	32
3.4.3 Pasca Analitik	33
3.5 Etika Studi Kasus.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Hasil penelitian	34
4.2 Pembahasan	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran	39
LAMPIRAN.....	47
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	48

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1.	Hasil Pemeriksaan Glukosa Darah Puasa Metode GOD-PAP.....	34
--------------------	--	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Bagan Kerangka Penelitian.....	30
--	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelayanan laboratorium klinik merupakan bagian penting dalam sistem pelayanan kesehatan yang berperan dalam menegakkan diagnosis, monitoring terapi, serta pencegahan penyakit. Keakuratan hasil pemeriksaan laboratorium sangat dipengaruhi oleh kualitas spesimen dan proses pemeriksaan, terutama pada tahap pra-analitik yang menyumbang sekitar 61% kesalahan (Hedayati *et al.*, 2020). Salah satu pemeriksaan yang paling sering dilakukan adalah pemeriksaan glukosa darah. Glukosa merupakan sumber energi utama bagi tubuh dan otak, sehingga hasil pemeriksaan yang akurat sangat diperlukan dalam penegakan diagnosis, terutama pada penyakit metabolik seperti diabetes melitus. Namun, dalam praktik di laboratorium, sering terjadi penundaan pemeriksaan karena sampel dikumpulkan terlebih dahulu sebelum dianalisis (Sutrisno & Sudrajat, 2024).

Penundaan pemeriksaan dapat mempengaruhi stabilitas spesimen, sehingga berpotensi menyebabkan perubahan kadar analit yang diperiksa. Spesimen yang sudah diambil harus segera diperiksa, karena stabilitas spesimen dapat berubah (Hedayati *et al.*, 2020). Faktor-faktor yang memengaruhi stabilitas spesimen dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kontaminasi oleh mikroorganisme maupun bahan kimia, aktivitas metabolisme sel-sel hidup di dalam spesimen, kondisi suhu selama penyimpanan, serta paparan sinar matahari yang dapat merusak komponen dalam spesimen. Persyaratan penyimpanan beberapa spesimen

untuk beberapa pemeriksaan laboratorium harus memperhatikan jenis spesimen, antikoagulan/pengawet dan wadah serta stabilitasnya (Jiwantoro & Sulaiman, 2021).

Pada pemeriksaan glukosa, penundaan waktu pemeriksaan dapat menyebabkan penurunan kadar glukosa akibat proses glikolisis oleh sel-sel darah. Proses ini akan terus berlangsung apabila serum tidak segera dipisahkan dari sel darah atau tidak disimpan pada suhu yang sesuai upaya untuk mencegah penurunan kadar glukosa dapat dilakukan dengan pemisahan serum segera setelah pengambilan darah, penambahan inhibitor glikolisis, serta penyimpanan sampel pada suhu dingin (Hayati, 2024). Selain itu, jumlah eritrosit dan leukosit yang tinggi juga dapat mempercepat proses glikolisis sehingga penurunan kadar glukosa menjadi lebih signifikan. Metode ini banyak digunakan karena sensitif, spesifik, dan relatif mudah diterapkan dalam pemeriksaan rutin di laboratorium klinik. Namun, hasil pemeriksaan tetap dipengaruhi oleh kondisi spesimen dan penanganan pra-analitik yang tepat (Endang & Kurniawan, 2020).

Sampel serum untuk pemeriksaan glukosa harus ditangani dan disimpan dengan tepat untuk menjaga stabilitasnya. Serum diperoleh dari darah vena yang telah mengalami proses pembekuan dan disentrifugasi dengan kecepatan sekitar 3000 rpm selama 10–15 menit hingga terbentuk cairan jernih berwarna kuning. Penyimpanan serum dapat dilakukan pada suhu kamar (16–25°C) untuk waktu singkat, sedangkan untuk penyimpanan lebih lama disarankan pada suhu dingin (2–8°C) guna memperlambat proses metabolisme sel dan menjaga stabilitas komponen dalam sampel (Sutrisno & Sudrajat, 2024). Penelitian menunjukkan bahwa kadar

glukosa dalam serum dapat menurun sekitar 5–7% per jam pada suhu kamar akibat proses glikolisis yang masih berlangsung oleh eritrosit dan leukosit. Oleh karena itu, pemisahan serum dari sel darah segera setelah sentrifugasi sangat dianjurkan untuk mempertahankan kestabilan kadar glukosa. Selain itu, penyimpanan pada suhu 2–8°C terbukti mampu memperlambat penurunan kadar glukosa sehingga hasil pemeriksaan lebih akurat dan representatif (Surahmat & Nurhayati, 2024).

Berdasarkan studi kasus yang telah ditemukan di RS Welas Asih, seorang pasien berjenis kelamin laki-laki usia 54 tahun menjalani pemeriksaan laboratorium. Sampel darah pasien disimpan dalam tabung tanpa antikoagulan (serum) dan pada pukul 21.45 WIB digunakan untuk pemeriksaan *Alanine Aminotransferase* dan ureum. Selanjutnya, pada pukul 05.57 WIB, terdapat permintaan pemeriksaan tambahan berupa glukosa darah puasa menggunakan sampel serum yang sama. Hasil pemeriksaan menunjukkan kadar glukosa yang lebih rendah dibandingkan dengan hasil pemeriksaan sebelumnya yang masih dalam batas normal. Perbedaan hasil tersebut mengindikasikan adanya penurunan kadar glukosa yang kemungkinan disebabkan oleh lamanya waktu penyimpanan sampel sebelum dilakukan pemeriksaan. Penurunan kadar glukosa ini dapat terjadi akibat proses glikolisis oleh sel-sel darah yang masih aktif di dalam sampel, terutama jika serum tidak segera dipisahkan atau tidak disimpan pada suhu yang sesuai.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penundaan pemeriksaan dan penyimpanan sampel pada suhu kamar dapat menyebabkan penurunan kadar glukosa secara signifikan akibat aktivitas

metabolisme sel darah. Menurut (Trisyani *et al.*, 2020) melaporkan bahwa kadar glukosa dapat menurun secara bertahap setiap jam apabila serum tidak segera dipisahkan dari sel darah, sehingga dapat menghasilkan nilai yang lebih rendah dari kondisi sebenarnya. Dengan demikian, kasus ini memperkuat bukti bahwa faktor pra-analitik, khususnya waktu penundaan dan kondisi penyimpanan, sangat berpengaruh terhadap keakuratan hasil pemeriksaan glukosa darah.

Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penggunaan sampel yang tidak segera diproses dapat menyebabkan bias hasil pemeriksaan, terutama pada analit yang tidak stabil seperti glukosa. Studi tersebut menegaskan bahwa pemisahan serum dalam waktu kurang dari 2 jam setelah pengambilan darah serta penyimpanan pada suhu dingin dapat mempertahankan kestabilan kadar glukosa secara optimal (Alifia, 2021). Selain itu, penggunaan inhibitor glikolisis seperti natrium fluorida juga direkomendasikan dalam beberapa penelitian untuk mencegah penurunan kadar glukosa selama penundaan pemeriksaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan suatu masalah sebagai berikut. Bagaimana hasil pemeriksaan glukosa darah sewaktu yang mengalami penundaan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penulisan karya ilmiah ini adalah untuk mengetahui waktu hasil kadar glukosa darah puasa dengan metode GOD-PAP yang mengalami penundaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Sebagai bahan informasi bagi tenaga laboratorium mengenai pentingnya waktu penundaan penyimpanan serum terhadap keakuratan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah, sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil pemeriksaan laboratorium.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Glukosa Darah

2.1.1 Pengertian Glukosa Darah

Glukosa merupakan monosakarida yang berfungsi sebagai sumber energi utama bagi hampir seluruh sel tubuh. Glukosa diperoleh dari hasil pencernaan karbohidrat dalam makanan, kemudian diserap ke dalam aliran darah dan didistribusikan ke berbagai jaringan untuk memenuhi kebutuhan energi. Kadar glukosa darah dipertahankan dalam kisaran normal melalui mekanisme homeostasis yang melibatkan hormon insulin dan glukagon. Insulin berperan meningkatkan pengambilan glukosa oleh sel serta merangsang penyimpanannya dalam bentuk glikogen di hati dan otot, sedangkan glukagon berfungsi meningkatkan kadar glukosa darah ketika terjadi penurunan kadar glukosa. Selain digunakan sebagai sumber energi, kelebihan glukosa akan disimpan sebagai glikogen dan dapat dimanfaatkan kembali ketika kebutuhan energi tubuh meningkat (Jee-hyun et al., 2022).

Glukosa dapat masuk ke dalam tubuh melalui berbagai jenis senyawa karbohidrat, baik dalam bentuk monosakarida seperti galaktosa dan fruktosa, disakarida seperti laktosa dan sukrosa, maupun polisakarida seperti pati. Jika kadar glukosa dalam tubuh berlebih, maka glukosa tersebut akan disimpan dalam bentuk glikogen, yaitu rangkaian polimer glukosa yang dapat digunakan kembali sebagai sumber energi, terutama ketika tubuh sedang berpuasa. Selain diperoleh dari makanan, glukosa juga dapat dihasilkan melalui proses glukoneogenesis, yaitu

pembentukan glukosa dari hasil pemecahan lemak dan protein di dalam tubuh. Mengingat peran penting karbohidrat dalam menjaga keseimbangan tubuh (homeostasis), terdapat berbagai sumber yang berkontribusi terhadap pembentukan glukosa (Hantzidiamantis *et al.*, 2024).

Rentang normal kadar glukosa normal berada pada rentang 70–100 mg/dL. Sementara itu sebelum makan kadar gula darah yang dianggap normal berkisar antara 70–130 mg/dL. Setelah makan tepatnya 1–2 jam kemudian kadar gula darah sebaiknya berada di bawah 180 mg/dL. Adapun pada saat sebelum tidur, kadar gula darah yang dianjurkan berada dalam kisaran 100–140 mg/dL. Rentang nilai tersebut digunakan sebagai acuan untuk menilai apakah kadar glukosa dalam darah masih dalam batas normal atau sudah menunjukkan adanya gangguan metabolisme (Azhari, 2026).

2.1.2 Fungsi Glukosa Darah

Glukosa merupakan sumber energi utama bagi tubuh dan berperan penting dalam mendukung fungsi otak yang diperoleh dari hasil pencernaan makanan yang mengandung karbohidrat, kemudian diserap ke dalam aliran darah untuk digunakan oleh sel-sel tubuh sebagai energi. Keseimbangan kadar glukosa perlu dijaga karena kadar yang terlalu tinggi atau rendah dapat menyebabkan gangguan kesehatan, seperti diabetes melitus. Tubuh memperoleh glukosa melalui tiga mekanisme, yaitu pencernaan makanan, glukoneogenesis, dan glikogenolisis. Pada pencernaan makanan, karbohidrat diubah menjadi glukosa. Glukoneogenesis merupakan proses pembentukan glukosa dari protein dan lemak di hati saat tubuh kekurangan asupan makanan. Sementara itu, glikogenolisis adalah proses pemecahan cadangan

glikogen di hati menjadi glukosa untuk memenuhi kebutuhan energi tubuh (Redaksi, 2026).

Glukosa darah memiliki peranan penting sebagai bahan bakar dalam proses metabolisme tubuh serta menjadi sumber energi utama bagi otak. Yang mana hal tersebut merupakan gula yang terdapat di dalam aliran darah dan berasal dari karbohidrat yang dikonsumsi melalui makanan. Sebagian glukosa akan disimpan di hati dan otot rangka dalam bentuk glikogen sebagai cadangan energi. Sebagian besar energi yang digunakan sel dan jaringan tubuh diperoleh dari glukosa. Selain itu, tubuh juga dapat menghasilkan energi melalui metabolisme asam lemak, meskipun proses ini tidak seefisien penggunaan glukosa secara langsung. Metabolisme asam lemak dapat menghasilkan zat sisa berupa metabolit asam yang berbahaya apabila tidak dikendalikan dengan baik. Dalam kondisi normal, tubuh memiliki mekanisme homeostasis yang mampu menjaga kadar glukosa darah puasa tetap berada pada kisaran 70–110 mg/dL (Nur *et al.*, 2023).

2.1.3 Sumber Glukosa Darah

Gula sederhana yang berasal dari makanan, umumnya dalam bentuk disakarida atau terikat dengan molekul lain. Pada individu tanpa diabetes dan dalam kondisi normal, kadar glukosa dalam darah vena biasanya berada pada kisaran 75–115 mg/dL. (Rahayuningsih *et al.*, 2023). Glukosa darah diperoleh dari hasil pemecahan karbohidrat makanan, kemudian sebagian disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka. Selain itu, glukosa darah memiliki fungsi utama sebagai sumber energi bagi tubuh serta berbagai jaringan dan sel di dalam tubuh (Dimitriadis *et al.*, 2021).

Kadar glukosa darah merupakan istilah yang digunakan untuk menunjukkan jumlah glukosa yang terdapat di dalam darah, dengan konsentrasinya yang diatur secara ketat oleh tubuh. Glukosa yang beredar melalui aliran darah berfungsi sebagai sumber energi utama bagi sel-sel tubuh. Secara umum, kadar glukosa darah normal berada pada kisaran 4–8 mmol/L atau sekitar 70–150 mg/dL per hari. Kadar tersebut biasanya meningkat setelah makan dan mencapai titik terendah pada pagi hari sebelum seseorang mengonsumsi makanan. Kadar glukosa darah dapat dibedakan menjadi dua kondisi, yaitu hiperglikemia dan hipoglikemia.

Hiperglikemia terjadi ketika kadar glukosa darah meningkat akibat asupan karbohidrat dan glukosa yang berlebihan. Kondisi ini dapat ditandai dengan rasa haus berlebih, sakit kepala, sulit berkonsentrasi, penglihatan kabur, sering buang air kecil, tubuh terasa lelah dan lemah, serta penurunan berat badan. Sementara itu, hipoglikemia merupakan kondisi kadar glukosa darah yang rendah akibat kurangnya asupan karbohidrat dan glukosa. Gejala yang dapat muncul antara lain gangguan kesadaran, gangguan penglihatan dan daya ingat, berkeringat, tremor, palpitasi, takikardia, gelisah, pucat, merasa kedinginan, gugup, serta rasa lapar. (Adriani & Nur hasana, 2023).

2.1.4 Indikator Glukosa Darah Normal

Pada individu normal, kadar glukosa darah umumnya berada pada kisaran 80–100 mg/dL. Setelah mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat, kadar glukosa darah dapat meningkat hingga sekitar 120–130 mg/dL, kemudian secara bertahap kembali ke batas normal. Sementara itu, saat kondisi puasa, kadar glukosa darah dapat menurun hingga mencapai 60–70 mg/dL. Apabila kadar glukosa darah

berada di atas nilai normal disebut hiperglikemia, sedangkan kadar glukosa darah yang berada di bawah normal disebut hipoglikemia (Rosares & Boy, 2022).

Secara umum, indikator yang sering dipakai adalah sebagai berikut:

- a. Glukosa plasma puasa normal < 100 mg/dL.
- b. Glukosa plasma puasa 100-125 mg/dL termasuk kategori pradiabetes atau gangguan glukosa puasa.
- c. Glukosa plasma puasa ≥ 126 mg/dL pada dua kali pemeriksaan atau disertai bukti klinis dapat mengarah pada diagnosis diabetes.
- d. Glukosa 2 jam setelah tes toleransi glukosa oral < 140 mg/dL dinilai normal, 140-199 mg/dL menunjukkan toleransi glukosa terganggu, dan ≥ 200 mg/dL mengarah pada diabetes.
- e. Glukosa darah sewaktu ≥ 200 mg/dL yang disertai gejala klasik hiperglikemia, seperti poliuria, polidipsia, polifagia, dan penurunan berat badan tanpa sebab jelas, dapat digunakan sebagai dasar diagnosis diabetes melitus (American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2024).

Hasil pemeriksaan glukosa darah yang belum termasuk dalam kategori normal dapat diklasifikasikan sebagai Toleransi Glukosa Terganggu (TGT) atau Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT). Seseorang dikatakan mengalami toleransi glukosa terganggu apabila hasil pemeriksaan Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) menunjukkan kadar glukosa plasma 2 jam setelah pemberian beban glukosa berada pada kisaran 140–199 mg/dL. Sementara itu, glukosa darah puasa terganggu ditandai dengan kadar glukosa plasma puasa antara 100–125 mg/dL dan hasil pemeriksaan TTGO 2 jam kurang dari 140 mg/dL (Soelistijo *et al.*, 2021).

2.1.5 Faktor yang memengaruhi jumlah Glukosa Darah

Kadar glukosa darah tidak bersifat tetap, melainkan dapat berubah sesuai keadaan fisiologis, patologis, maupun faktor teknis selama pemeriksaan. Dari sisi fisiologis, kadar glukosa dipengaruhi oleh pola makan, lama puasa, aktivitas fisik, usia, hormon, dan respons stres. Setelah makan, kadar glukosa cenderung meningkat karena adanya absorpsi karbohidrat dari usus, sedangkan pada saat puasa kadar glukosa dipertahankan oleh hati melalui glikogenolisis dan glukoneogenesis. Respons hormon seperti insulin, glukagon, kortisol, dan katekolamin ikut menentukan apakah glukosa akan masuk ke sel, disimpan, atau tetap beredar dalam darah (Kim *et al*, 2021)

2.2 Pemeriksaan Glukosa Darah

2.2.1 Jenis Pemeriksaan Glukosa

Glukosa darah sewaktu atau *Random Blood Glucose* (RBG) merupakan pemeriksaan kadar gula darah yang dilakukan kapan saja tanpa harus berpuasa maupun memperhatikan waktu makan terakhir. Nilai glukosa darah sewaktu yang normal umumnya kurang dari 200 mg/dL. Kadar glukosa dalam darah dipengaruhi oleh hormon insulin dan glukagon yang diproduksi oleh pankreas. Pada pemeriksaan ini, sampel yang digunakan dapat berupa serum, plasma, atau darah kapiler. Pemeriksaan glukosa darah sewaktu bertujuan untuk skrining diabetes dan hipoglikemia, serta untuk memantau kadar glukosa darah kapiler (Fajrunni'mah, 2021).

a. Glukosa Darah Sewaktu (GDS)

Menurut (Kasiawati, 2026) pemeriksaan glukosa darah sewaktu untuk mengukur kadar gula darah tanpa perlu berpuasa terlebih dahulu, dan memiliki peran penting dalam skrining awal gangguan metabolic. Glukometer sebagai alat *Point of Care Testing* (POCT) menggunakan sampel darah kapiler dan bekerja melalui reaksi enzimatis antara glukosa dengan enzim seperti glukosa oksidase atau dehidrogenase, yang kemudian menghasilkan sinyal listrik dan dikonversi menjadi nilai kadar glukosa darah.

Metode ini memiliki keunggulan karena cepat, praktis, dan mudah digunakan, sehingga cocok untuk skrining di lapangan maupun pemantauan mandiri. Namun, hasil pemeriksaan dengan glukometer dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik biologis maupun teknis, seperti variasi hematokrit, kondisi sirkulasi darah perifer, teknik pengambilan sampel, serta waktu makan dan aktivitas fisik. Walaupun demikian, alat POCT umumnya tetap memiliki tingkat akurasi yang baik dalam rentang nilai normal, sehingga dapat digunakan untuk penilaian cepat kondisi glikemik.

b. Glukosa Darah Puasa (GDP)

Glukosa darah puasa merupakan pemeriksaan kadar glukosa darah yang dilakukan setelah seseorang menjalani puasa selama 8–12 jam. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kadar glukosa yang dihasilkan oleh hati, dengan nilai normal umumnya kurang dari 100 mg/dL. Sampel yang dapat digunakan dalam pemeriksaan ini meliputi serum, plasma, maupun darah kapiler. Pemeriksaan glukosa darah puasa menggunakan sampel plasma dapat

dimanfaatkan sebagai skrining, penegakan diagnosis, serta pemantauan pengendalian kadar glukosa darah. Sementara itu, pemeriksaan dengan sampel darah kapiler lebih sering digunakan untuk skrining dan pemantauan kontrol glukosa darah (Fajrunni'mah, 2021)

c. Glukosa Darah 2 jam post Prandial (GD2PP)

Glukosa 2 jam postprandial merupakan pemeriksaan kadar glukosa darah yang dilakukan dengan mengambil sampel darah dua jam setelah mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menilai respons metabolisme tubuh terhadap asupan karbohidrat setelah makan. Nilai normal kadar glukosa darah 2 jam postprandial umumnya berada di bawah 140 mg/dL. Jika hasil pemeriksaan menunjukkan kadar glukosa kurang dari 140 mg/dL, hal tersebut menandakan bahwa kadar glukosa darah telah kembali normal dan metabolisme glukosa dalam tubuh berlangsung dengan baik. Sebaliknya, apabila kadar glukosa darah melebihi 140 mg/dL, kondisi tersebut dapat mengindikasikan adanya gangguan dalam proses metabolisme glukosa tubuh (Fajrunni'mah, 2021).

d. Hemoglobin *Adult 1c* (HbA1c)

Pengukuran kadar HbA1c secara serial bertujuan untuk menilai kontrol glukosa, memprediksi risiko komplikasi, dan memantau efektivitas terapi pada pasien diabetes melitus, termasuk pemeriksaan kadar gula darah seperti HbA1c. HbA1c merupakan tes darah yang mencerminkan rata-rata kadar glukosa dalam darah selama dua hingga tiga bulan terakhir. Hasil pemeriksaan ini dinyatakan dalam bentuk persentase, di mana nilai yang lebih

tinggi menunjukkan rata-rata kadar gula darah yang lebih tinggi pada pasien. Pemeriksaan HbA1c dapat dilakukan baik sebelum maupun setelah pemberian terapi, dengan tujuan untuk menilai efektivitas pengobatan yang diberikan.

Kadar HbA1c yang tinggi pada penderita diabetes meningkatkan risiko komplikasi. Penderita diabetes sebaiknya menjaga HbA1c di bawah 8%. Penurunan 1% HbA1c dapat mengurangi risiko penyakit pembuluh darah 35%, komplikasi diabetes lainnya 21%, dan risiko kematian 21%. Nilai HbA1c yang tinggi mengindikasikan kontrol glikemik yang buruk dan hiperglikemia. Pemeriksaan ini digunakan untuk evaluasi pengobatan dan penegakan diagnosis diabetes (Azahra *et al.*, 2025).

2.2.2 Prinsip Pemeriksaan Glukosa

Glukosa bereaksi dengan enzim GOD membentuk H_2O_2 , kemudian bereaksi dengan 4-aminoantipirin dan fenol dengan bantuan POD menghasilkan warna merah (quinoneimine). Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan kadar glukosa dalam sampel.

2.2.2.1 Faktor yang memengaruhi hasil pemeriksaan

1. Konsumsi makanan yang mengandung karbohidrat tinggi dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah. Sebaliknya, makanan yang kaya serat diketahui dapat membantu fungsi sel beta pankreas dalam memproduksi insulin (Nuraini *et al.*, 2022)

2. Obat-obatan seperti jenis Thiazid dan obat antidiabetika.
3. Alkohol, konsumsi minuman beralkohol dapat meningkatkan kadar glukosa darah
4. Aktivitas fisik dapat menyebabkan perpindahan cairan tubuh antara kompartemen intravaskular dan interstisial, disertai kehilangan cairan melalui keringat serta perubahan kadar hormon dalam tubuh. Kondisi tersebut dapat menimbulkan perbedaan yang bermakna antara kadar glukosa darah arteri dan vena.
5. Demam, pada saat demam akan terjadi peningkatan kadar glukosa darah pada tahap permulaan yang berakibat terjadinya peningkatan kadar insulin dan menyebabkan penurunan kadar glukosa pada tahap lebih lanjut (Maji, 2022).

2.3 Metode GOD PAP

Metode glukosa oksidase (*Glucose Oxidase–Peroxidase Aminoantipyrine / GOD-PAP*) merupakan metode spesifik yang digunakan untuk mengukur kadar glukosa dalam serum atau plasma melalui reaksi enzimatik menggunakan enzim glukosa oksidase. Pada metode ini, glukosa akan dioksidasi menjadi asam glukonat dan hidrogen peroksida (H_2O_2). Selanjutnya, hidrogen peroksida yang terbentuk bereaksi dengan fenol dan 4-aminoantipirin dengan bantuan enzim peroksidase (POD) sebagai katalisator sehingga menghasilkan senyawa quinoneimine yang berwarna. Intensitas warna yang terbentuk berbanding lurus dengan konsentrasi

glukosa dalam sampel dan kemudian diukur secara fotometrik pada panjang gelombang tertentu sesuai jenis reagen dan alat yang digunakan (Pramesi, 2023)

2.4 Serum sebagai spesimen

2.4.1 Pengertian Spesimen

Spesimen merupakan bahan pemeriksaan laboratorium yang berasal dari tubuh pasien, seperti cairan tubuh, swab, kerokan, feses, dahak, jaringan, organ, dan bahan biologis lainnya. Pengumpulan spesimen adalah tahapan awal yang dilakukan sebelum spesimen diproses menggunakan alat atau instrumen pemeriksaan laboratorium. Pengambilan spesimen darah dilakukan melalui prosedur flebotomi (*phlebotomy*), yang dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu tusukan vena (*venipuncture*), tusukan kulit atau kapiler (*skin/dermal/capillary puncture*), serta tusukan arteri (Freitas & Alves, 2022).

Pengumpulan spesimen merupakan tahap penting yang sangat memengaruhi keabsahan hasil pemeriksaan laboratorium. Kesalahan dalam prosedur, seperti urutan pengisian tabung yang tidak sesuai, dapat menyebabkan gangguan pada proses pemeriksaan akibat terjadinya kontaminasi silang antarspesimen, tromboplastin jaringan, maupun mikroorganisme yang dapat mengaktifkan jalur ekstrinsik. (Bazzano *et al.*, 2021).

2.4.2 Proses pembentukan serum

Pembuatan serum darah harus dilakukan sesuai prosedur laboratorium agar kualitas spesimen tetap baik dan hasil pemeriksaan akurat. Pengambilan darah dilakukan secara hati-hati menggunakan spuit atau vacutainer untuk mencegah hemolisis yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan. Sampel kemudian

dimasukkan ke dalam tabung tanpa antikoagulan dan didiamkan selama 20–30 menit hingga darah membeku. Setelah itu, sampel disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 5–15 menit untuk memisahkan serum dari komponen darah lainnya. Serum yang baik berwarna kuning jernih, tidak merah, dan tidak keruh. Pemisahan serum harus dilakukan maksimal 2 jam setelah pengambilan spesimen agar tidak terjadi perubahan kadar zat dalam darah yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan laboratorium (Ubaidillah et al., 2021).

2.4.3 Perbedaan serum dan plasma

Serum dan plasma memiliki perbedaan dalam proses pembentukan dan kandungannya. Plasma diperoleh dari darah yang tidak mengalami pembekuan sehingga masih mengandung fibrinogen, yaitu protein yang berperan dalam proses koagulasi darah. Sebaliknya, serum diperoleh setelah darah membeku sehingga tidak lagi mengandung fibrinogen. Pada pembuatan serum, sel darah akan menggumpal dan terperangkap dalam serat fibrin, sedangkan pada plasma sel darah mengendap di bagian bawah tabung dan membentuk lapisan eritrosit, leukosit, serta trombosit berdasarkan massa jenisnya. (Sotelo-orozco *et al.*, 2021)

2.4.4 Kelebihan Penggunaan serum

Menurut para ahli dan peneliti, serum darah yaitu bagian cair darah yang tidak mengandung sel maupun faktor pembekuan memiliki sejumlah keunggulan penting dalam bidang medis, diagnostik, dan penelitian. Beberapa kelebihan utamanya antara lain. Serum dianggap sebagai standar emas dalam diagnostik klinis karena sebagian besar nilai rujukan dan data historis laboratorium disusun berdasarkan penggunaan serum, sehingga memudahkan perbandingan hasil

pemeriksaan pasien dengan nilai normal. Selain itu, serum memberikan hasil yang lebih akurat karena tidak terkontaminasi oleh zat antikoagulan yang berpotensi memengaruhi hasil uji laboratorium. Dari segi analisis, serum memiliki sensitivitas yang tinggi serta kandungan metabolit yang lebih banyak, sehingga sangat efektif untuk mendeteksi biomarker penyakit.

Dalam penelitian sel, serum manusia sering dimanfaatkan sebagai komponen media kultur karena mampu mendukung pertumbuhan serta proliferasi sel, seperti limfosit dan sel dendritik. Selain itu, serum banyak digunakan dalam analisis protein dan enzim untuk menilai fungsi organ, misalnya hati dan ginjal. Pada bidang onkologi, serum juga memiliki peran penting dalam mendeteksi biomarker kanker guna diagnosis dini serta pemantauan efektivitas terapi. Secara keseluruhan, keunggulan utama serum terletak pada kemurniannya dari faktor pembekuan, yang memudahkan analisis spesifik, serta posisinya sebagai matriks standar yang diakui secara luas dalam dunia diagnostik (Vignoli *et al.*, 2022).

2.5 Stabilitas Spesimen

2.5.1 Pengertian stabilitas Spesimen

Stabilitas spesimen serum merupakan periode waktu di mana analit (zat yang diperiksa) dalam serum tetap berada pada konsentrasi yang relatif konstan sesuai batas yang ditentukan setelah pengambilan sampel, selama penyimpanan dilakukan pada kondisi tertentu seperti suhu, lama penyimpanan, dan bebas dari kontaminasi (Fernando *et al.*, 2021). Stabilitas spesimen adalah kemampuan suatu sampel biologis (darah, urine, serum, dll) untuk mempertahankan sifat fisik, kimia, dan analit (zat yang diukur) agar tetap sama dengan karakteristiknya saat pertama

kali diambil, dalam batasan waktu dan kondisi penyimpanan tertentu. Spesimen yang sudah diambil harus segera diperiksa atau disimpan dengan benar, karena stabilitasnya dapat berubah, yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan laboratorium. Stabilitas yang baik memastikan bahwa hasil analisis tetap akurat dan mencerminkan keadaan fisiologis pasien yang sebenarnya saat pengambilan sampel

2.5.2 Faktor yang memengaruhi stabilitas

Perubahan Stabilitas meliputi sebagai berikut :

a. Perubahan fisika

Perubahan fisik suatu sediaan pada penyimpanan dapat terlihat dari perubahan bentuk hablur, perubahan tekstur dan penampilan, penggumpalan suspensi, pecahnya emulsi, perubahan warna dan adanya endapan dalam sediaan larutan

b. Perubahan Kimia

Perubahan secara kimiawi ini terjadi melalui jalur hidrolisis, oksidasi reduksi, dan fotolisis. Sebagai berikut:

1) Proses hidrolisis

Reaksi penguraian mengalami mekanisme hidrolisis yang akan dikatalisis oleh asam dan basa. Hidrolisis asam merupakan reaksi kesetimbangan yang diakibatkan oleh terbentuknya anion asam dengan muatan yang stabil.

2) Proses oksidasi suatu reaksi oksidasi akan berbentuk proses

Penguraian yang umumnya tidak memiliki atau sangat rendah keefektifannya dan bersifat toksik. Reaksi yang berkelanjutan dapat menyebabkan terjadinya perubahan seperti rasa, bau dan penampilannya

3) Fotolisis

Pada reaksi fotolisis, penyerapan radiasi dapat menghasilkan radikal bebas yang kemudian mengalami reaksi lanjutan. Jika molekul yang menyerap radiasi terlibat langsung dalam reaksi, maka molekul tersebut akan menjadi bagian dari reaksi utama. Namun, dalam beberapa kondisi, molekul penyerap radiasi tidak bereaksi secara langsung, melainkan meneruskan energinya kepada molekul lain yang kemudian mengalami reaksi.

2.5.3 Pengaruh suhu dan waktu penyimpanan

Pemeriksaan gula darah terkadang tidak dapat dilakukan segera karena berbagai kondisi di laboratorium. Beberapa faktor yang menyebabkan penundaan pemeriksaan antara lain kesibukan yang tidak dapat dihindari, adanya sampel rujukan, keterlambatan pengiriman sampel, penanganan sampel yang kurang cepat dan tepat, kerusakan alat, maupun keterbatasan atau kehabisan reagen. Meskipun pemeriksaan gula darah sebaiknya dilakukan sesegera mungkin, dalam kondisi tertentu penundaan pemeriksaan tidak dapat dihindari (Ramadani, 2023). Lama dan suhu penyimpanan darah sebelum pemeriksaan dapat memengaruhi proses glikolisis. Pada suhu kamar, kadar glukosa darah diperkirakan menurun sekitar 1–2% setiap jam, sedangkan pada suhu lemari pendingin kadar glukosa dalam serum dapat tetap stabil selama beberapa jam. Serum yang disimpan pada suhu 25°C mengalami proses metabolisme lebih cepat dibandingkan serum yang disimpan pada suhu 4°C. Beberapa penelitian juga menunjukkan adanya penurunan kadar gula darah pada pemeriksaan yang mengalami penundaan pengerjaan

2.6 Penundaan Pemeriksaan

2.6.1 Pengertian tahap pra analitik

Tahap pra-analitik adalah serangkaian kegiatan awal yang memiliki peran sangat penting dalam menentukan mutu hasil pemeriksaan laboratorium. Tahapan ini mencakup persiapan pasien secara komprehensif, seperti pengaturan kondisi puasa atau faktor klinis tertentu, pemberian identitas pada sampel secara benar dan akurat untuk mencegah kekeliruan, proses pengambilan sampel yang sesuai dengan prosedur yang berlaku, serta penanganan sampel yang meliputi penyimpanan dan distribusi ke laboratorium dengan memperhatikan aspek waktu, suhu, dan kondisi lingkungan guna menjaga stabilitas spesimen.

Di sisi lain, tahap analitik merupakan tahap utama dalam proses pemeriksaan laboratorium yang melibatkan pemanfaatan alat dan metode pemeriksaan tertentu. Kegiatan dalam tahap ini meliputi pemeliharaan berkala serta kalibrasi alat agar tetap berfungsi secara optimal, pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang telah ditetapkan, serta penerapan pengendalian mutu melalui evaluasi ketelitian (presisi) dan ketepatan (akurasi), sehingga hasil yang diperoleh bersifat sah, konsisten, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Khotimah & Nabila sun, 2022).

2.6.2 Jenis kesalahan pra analitik

Proses pemeriksaan laboratorium atau *Total Testing Process* (TTP) terdiri dari tiga tahap, yaitu pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik. Tahap pra-analitik berlangsung sejak permintaan pemeriksaan hingga sampel siap dianalisis. Tahap ini merupakan sumber kesalahan terbesar, yaitu sekitar 60%–70% dari total kesalahan

laboratorium, karena banyak proses dilakukan di luar laboratorium dan masih melibatkan penanganan manual. Kesalahan pra-analitik dapat menurunkan akurasi hasil, berdampak pada kualitas pelayanan pasien. Sumber kesalahan meliputi permintaan pemeriksaan yang tidak tepat, persiapan pasien yang kurang, serta kesalahan dalam pengambilan, penanganan, dan transportasi sampel. Upaya pencegahan dilakukan melalui standarisasi prosedur, pelatihan, otomatisasi, pemantauan mutu, serta kerja sama tenaga kesehatan.

Jenis-jenis kesalahan pra-analitik meliputi:

1) Identifikasi dan administrasi

Meliputi kesalahan identitas pasien, pelabelan yang salah atau tidak ada, serta formulir permintaan yang tidak jelas atau tidak lengkap.

2) Persiapan pasien dan pengambilan sampel

Termasuk pasien tidak dipersiapkan dengan benar (misalnya tidak puasa), teknik phlebotomy yang kurang tepat hingga menyebabkan hemolisis (paling sering, 40–70%), volume sampel kurang, serta penggunaan tabung yang tidak sesuai.

3) Penanganan, penyimpanan, dan transportasi

Meliputi sampel menggumpal akibat pembekuan tidak sempurna, keterlambatan pengiriman, serta suhu penyimpanan yang tidak sesuai yang dapat merusak analit seperti glukosa dan enzim (Khotimah & Nabila sun, 2022).

2.6.3 Dampak penundaan terhadap hasil laboratorium

Penundaan dalam penanganan sampel, baik pada tahap pengolahan, penyimpanan, maupun transportasi, dapat menurunkan mutu spesimen sehingga

hasil pemeriksaan laboratorium menjadi kurang valid (Khotimah & Nabila sun, 2022). Apabila sampel tidak segera diproses, dapat terjadi berbagai perubahan seperti kerusakan komponen darah, terbentuknya bekuan, serta perubahan kadar zat yang diperiksa. Hal ini menyebabkan hasil pemeriksaan tidak lagi merepresentasikan kondisi sebenarnya dari pasien. Selain itu, keterlambatan pengiriman atau penyimpanan dengan kondisi yang tidak sesuai, terutama suhu yang tidak terkontrol, dapat memicu degradasi analit yang sensitif, seperti glukosa dan enzim, sehingga hasil yang diperoleh bisa lebih rendah atau lebih tinggi dari nilai sebenarnya.

2.7 Glikolisis Pada sampel darah

2.7.1 Proses Glikolisis

Glikolisis adalah reaksi pelepasan energi yang memecah satu molekul glukosa (terdiri dari 6 atom karbon) atau monosakarida yang lain menjadi dua molekul asam piruvat (terdiri dari 3 atom karbon), 2 NADH (nicotinamide Adenin Dinucleotide H), dan 2 ATP (Zhang *et al.*, 2021). Glukosa di dalam sel dapat mengalami berbagai proses metabolisme, seperti disimpan, diubah menjadi energi, atau diubah menjadi senyawa lain. Jika kadar glukosa darah berlebih, glukosa akan disimpan di hati dan otot dalam bentuk glikogen. Pada sel yang aktif membelah, glukosa dapat diubah menjadi gula pentosa yang berperan penting dalam pembentukan DNA dan RNA. Saat tubuh memerlukan energi, glukosa akan diolah melalui beberapa tahapan, yaitu glikolisis, dekarboksilasi oksidatif, siklus krebs, dan transfer elektron. Proses tersebut berlangsung dengan adanya oksigen

sehingga disebut respirasi aerob. Tahap awal dari respirasi aerob adalah glikolisis, yaitu proses pemecahan glukosa untuk menghasilkan energi dalam bentuk ATP.

1. Pengaktifan D-glukosa. D-glukosa akan mengalami fosforilasi ATP akan menghasilkan D-glukosa 6 fosfat. Enzim yang berperan mengkatalis reaksi adalah heksokinase.
2. Pembentukan fruktosa 6 fosfat. Fruktosa 6 fosfat terbentuk dari reaksi isomerisasi glukosa 6 fosfat yang dikatalis oleh enzim fosfoglucoisomerase.
3. Pembentukan fruktosa 16 difosfat. Enzim yang berperan dalam pembentukan fruktosa 16 difosfat adalah fosfofruktokinase.
4. Pemecahan fruktosa 16 difosfat. Dikatalis oleh enzim aldose yang akan menghasilkan 2 molekul 3 fosfogliseraldehid. 1 molekul berupa gliseraldehid 3 fosfat dan yang lainnya adalah dihidroksiasetonfosfat. Terbentuknya 2 molekul 3 fosfogliseraldehid dipicu oleh enzim triosa fosfat isomerase.
5. Pembentukan asam 13 difosfoglisarat. Dikatalis oleh enzim gliseraldehid 3 fosfat dehidrogenase dan dirangkai dengan reaksi reduksi pembentukan NADH dari NAD.
6. Pembentukan asam 3 fosfoglisarat. Tahap ini merupakan tahap penyimpanan energi. Pada pembentukan asam 3 fosfoglisarat diperlukan enzim fosfoglisarat kinase.
7. Pembentukan asam gliserat 2 fosfat. Reaksi isomerase asam 3 fosfoglisarat akan membentuk asam gliserat 2 fosfat. Reaksi ini dikatalis oleh enzim fosfoglisarat mutase.

8. Pembentukan PEP. Terjadi dari asam gliserat 2 fosfat yang melepaskan 1 molekul H_2O dengan bantuan enzim enolase.
9. Pembentukan piruvat. Dikatalis oleh enzim piruvatkinase. Pada tahap ini, PEP bertindak sebagai donor gugus fosforil berenergi tinggi untuk membentuk ATP dari ADP.
10. Pembentukan laktat. Merupakan tahap glikolisis anaerob. Pembentukan laktat terjadi dari reaksi reduksi NADH yang dikatalis oleh enzim laktat dehidrogenase.

2.7.2 Pengaruhnya terhadap kadar glukosa

Terdapat faktor yang dapat memengaruhi kadar glukosa darah ialah :

A. Usia

Usia yang terus bertambah mengakibatkan hilangnya fungsi atau integritas fisiologis secara bertahap, yang menyebabkan berbagai disfungsi dan kecenderungan menuju kematian. Beberapa faktor risiko terjadinya masalah kesehatan manusia adalah bertambahnya usia, dan salah satu contoh kendala kesehatan yang dapat mempengaruhi penuaan adalah diabetes (Bahour *et al.*, 2022).

B. Jenis Kelamin

Wanita berisiko lebih tinggi terkena diabetes karena mereka cenderung memiliki indeks massa tubuh yang lebih tinggi (Kautzky-willer, 2023).

C. Siklus Menstruasi

Perubahan hormonal sewaktu sepanjang siklus haid diduga memicu perbaikan kadar gula darah. Peningkatan nilai progesterone dikatakan memicu kekebalan

insulin sementara, sehingga menimbulkan nilai gula darah kian tinggi pada biasanya. Peningkatan kadar estrogen menaikkan sensitivitas kepada insulin dan menyebabkan kadar gula darah menjadi kian rendah dari biasanya. Perubahan kadar glukosa darah ini tampaknya pula berkaitan dengan adanya peradangan kecil pramenstruasi (Wanggy *et al.*, 2022).

D. Stres

Stres fisik dan neurogenik menyebabkan kelenjar hipofisis anterior tersimulasi untuk melepaskan ACTH (*Adreno Cortico Tropic Hormone*). Akibatnya, kelenjar adrenal dirangsang untuk melepaskan hormon adrenokortikotropik, kortisol. Kortisol adalah hormon yang bertanggung jawab atas peningkatan kadar glukosa dalam darah (Mustaqim *et al.*, 2023).

E. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik memengaruhi nilai glukosa darah. Glukosa di otot juga meningkat selama aktivitas fisik. Ketika fisik tak sanggup menyaingi tingginya keinginan glukosa karena kegiatan fisik yang terlalu, kadar glukosa fisik bisa sebagai amat rendah (hipoglikemia). Sebaliknya, apabila kadar gula darah melampaui kapasitas penyimpanan badan dan kegiatan fisik berkurang, hingga nilai gula darah tentu lebih tinggi dari biasanya (hiperglikemia) (Rahayuningsih *et al.*, 2023)

F. Penggunaan Obat

Beberapa obat, seperti antipsikotik dan steroid, dapat memengaruhi kadar gula darah. Penggunaan obat antipsikotik telah dikaitkan dengan hiperglikemia,

namun mekanisme pastinya tidak diketahui. Penambahan berat badan akibat resistensi insulin mungkin menjadi penyebabnya (Angela & Juliana, 2022).

2.7.3 Cara mencegah glikolisis

Glikolisis merupakan proses pemecahan molekul glukosa yang memiliki enam atom karbon secara enzimatik menjadi dua molekul piruvat yang masing-masing terdiri dari tiga atom karbon. Proses glikolisis tidak hanya terjadi di dalam tubuh, tetapi juga dapat berlangsung pada sampel darah setelah dikeluarkan dari tubuh. Apabila sampel darah tidak diberi zat penghambat glikolisis, maka komponen seperti eritrosit, leukosit, maupun kontaminasi bakteri dapat terus menggunakan glukosa sehingga menyebabkan penurunan kadar glukosa darah. Selain itu, proses glikolisis juga dipengaruhi oleh suhu dan lama penyimpanan sampel (Aliviameita *et al.*, 2022).

2.8 Pengaruh Penundaan Penyimpanan Serum

2.8.1 Penundaan Pemeriksaan

Penundaan dalam pemeriksaan glukosa darah dapat menyebabkan penurunan kadar gula secara signifikan akibat berlangsungnya proses glikolisis, yaitu pemecahan glukosa oleh sel-sel darah. Kadar glukosa diketahui dapat menurun sekitar 10 mg/dL setiap jam, dengan persentase penurunan berkisar antara 7% hingga 18,8% dalam waktu 1–6 jam. Oleh karena itu, sampel darah dianjurkan untuk segera dianalisis atau ditambahkan antikoagulan untuk menghambat proses tersebut (Ramadani, 2023). Serum cenderung mengalami penurunan kadar glukosa lebih cepat dibandingkan plasma yang mengandung antikoagulan seperti natrium fluorida (NaF), karena zat tersebut mampu menghambat proses glikolisis.

Penggunaan tabung yang mengandung NaF sangat dianjurkan karena dapat menghambat kerja enzim enolase dalam jalur glikolisis, sehingga kestabilan kadar glukosa dalam sampel dapat dipertahankan lebih lama. Selain itu, kondisi suhu penyimpanan turut memengaruhi laju penurunan glukosa. Penyimpanan pada suhu rendah, yaitu sekitar 2–8°C, dapat membantu memperlambat proses glikolisis meskipun pemeriksaan mengalami penundaan (Gunawan & Safari, 2024).

2.8.2 Penyimpanan serum

Penyimpanan serum dilakukan apabila terjadi penundaan pemeriksaan, pengiriman spesimen ke laboratorium lain, atau adanya kemungkinan pemeriksaan tambahan maupun pemeriksaan ulang. Dengan penyimpanan serum, pengambilan darah ulang pada pasien dapat dihindari sehingga proses pemeriksaan menjadi lebih efisien (Lestari, 2022). Perubahan konsentrasi protein dapat terjadi akibat penyimpanan serum yang terlalu lama atau pada suhu yang tidak sesuai. Kondisi tersebut dapat menyebabkan degradasi protein, yaitu pemecahan ikatan peptida yang mengubah protein menjadi asam amino sehingga kadar protein selama penyimpanan menjadi menurun. Perubahan ini dapat memengaruhi hasil pemeriksaan kadar kreatinin karena kreatinin berkaitan dengan metabolisme asam amino yang diproduksi oleh hati, pankreas, dan ginjal (Intantri et al., 2024). Apabila terjadi penundaan pemeriksaan dan serum tidak disimpan di dalam lemari pendingin, maka kondisi tersebut dapat memengaruhi kadar kreatinin dalam sampel. Stabilitas sampel juga dipengaruhi oleh suhu penyimpanan, di mana sampel yang disimpan pada suhu 20–25°C umumnya hanya stabil selama sekitar 2 hari,

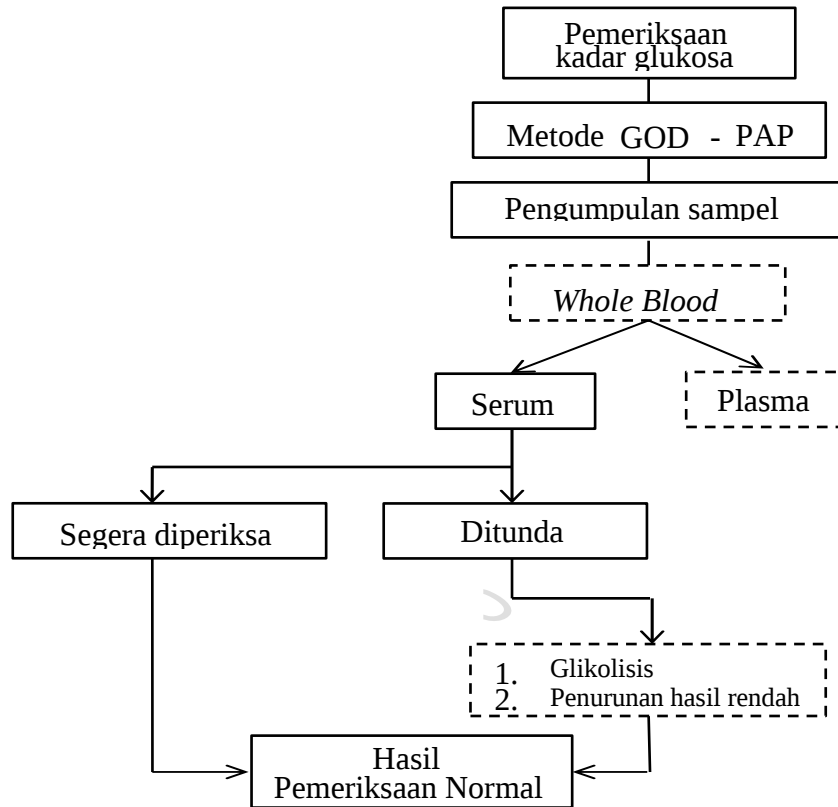
sedangkan pada suhu 2–8°C dapat bertahan stabil selama 5–7 hari (Pudjiastuty *et al.*, 2023).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 43 tentang Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang Baik, serum untuk pemeriksaan kadar kreatinin memiliki stabilitas yang berbeda sesuai suhu penyimpanannya. Serum yang disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 4°C dapat bertahan stabil selama 48 jam, pada suhu 20–25°C stabil selama 24 jam, sedangkan pada suhu –20°C dapat tetap stabil hingga 7 hari.

2.8.3 Penurunan glukosa

Penurunan kadar glukosa darah atau hipoglikemia merupakan kondisi ketika kadar glukosa darah berada di bawah batas normal (Dewi, 2023).

2.9 Kerangka penelitian



Gambar 2. 1. Bagan Kerangka Penelitian



BAB III

METODE STUDI KASUS

3.1 Rancangan Studi Kasus

Penelitian ini mendeskripsikan tentang kasus di bidang kimia klinik mengenai sampel yang mengalami penundaan penyimpanan serum terhadap kadar glukosa darah puasa dengan metode GOD-PAP.

3.2 Objek Studi Kasus

Objek studi kasus yang digunakan adalah sampel serum.

3.3 Fokus Studi Kasus

Studi kasus ini dilakukan pada sampel pasien rawat inap Tn. L di Laboratorium Central pada 21 Februari 2026. Sampel serum yang diperoleh pukul 21.45 WIB digunakan untuk pemeriksaan *Alanin Aminotransferase* (SGPT) dan ureum, kemudian digunakan kembali pada pukul 05.57 WIB untuk pemeriksaan glukosa darah puasa. Hasil pemeriksaan glukosa darah puasa pada sampel tersebut adalah 44 mg/dL, lebih rendah dibandingkan nilai sebelumnya yang masih normal. Setelah dilakukan konfirmasi, diminta pengambilan sampel baru dan dilakukan pemeriksaan ulang dengan hasil 107 mg/dL (normal).

Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa penundaan pemeriksaan dan penyimpanan sampel dapat memengaruhi stabilitas glukosa, sehingga berpotensi menghasilkan hasil yang tidak akurat. Oleh karena itu, kepatuhan terhadap waktu dan kondisi penyimpanan sampel sangat penting untuk menjamin keakuratan hasil laboratorium.

3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus

Data dalam studi kasus ini diperoleh dari hasil pemeriksaan glukosa darah puasa yang menunjukkan nilai rendah, yang diduga dipengaruhi oleh kondisi sampel akibat penundaan pemeriksaan. Hal tersebut diperkuat melalui konfirmasi kepada petugas ruang rawat inap.

3.4.1 Pra Analitik

Tahap pra-analitik merupakan tahap awal yang sangat penting karena menentukan kualitas sampel dan berpengaruh terhadap hasil pemeriksaan.

1. Sampel serum dari ruang rawat inap diterima dan diverifikasi identitasnya.
2. Sampel didiamkan hingga darah membeku (koagulasi).
3. Sampel disentrifugasi pada 3.500 rpm selama 5 menit.
4. Diperoleh serum jernih tanpa hemolisis.

3.4.2 Analitik

1. Serum dipisahkan dan dibawa ke ruang pemeriksaan.
2. Volume serum diperiksa, kemudian sampel dimasukkan ke alat Mindray BS-620M.
3. Pemeriksaan glukosa dijalankan hingga hasil diperoleh dan divalidasi.
4. Hasil glukosa puasa menunjukkan nilai rendah, kemudian dikonfirmasi bahwa sampel mengalami penundaan lebih dari 2 jam.
5. Dilakukan pengambilan sampel ulang dan pemeriksaan kembali menggunakan sampel baru.

3.4.3 Pasca Analitik

1. Pada pemeriksaan pertama (sampel tertunda), diperoleh hasil glukosa darah puasa rendah sebesar 44 mg/dL. Hasil tetap dikeluarkan dengan catatan dan dilaporkan terlebih dahulu kepada dokter penanggung jawab.
2. Hasil pemeriksaan ulang dicatat pada buku hasil pemeriksaan sebesar 107 mg/dL.
3. Hasil kemudian diinput ke dalam sistem komputer laboratorium (sebagian otomatis).
4. Dilakukan verifikasi dan validasi hasil pemeriksaan.
5. Setelah validasi selesai, hasil dinyatakan final (release/verify).

3.5 Etika Studi Kasus

Penelitian studi kasus ini dilaksanakan berdasarkan prinsip keadilan, kebaikan, dan penghormatan. Adil dilakukan dengan tidak membedakan objek penelitian, baik dilakukan dengan tidak menimbulkan dampak negatif atau kerugian bagi objek yang diteliti, dan hormat dilakukan dengan meminta izin dan menjaga kerahasiaan pihak terkait.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil penelitian

Hasil pemeriksaan sampel terlebih dahulu digunakan untuk pemeriksaan ALT (SGPT) dan ureum, selanjutnya terdapat permintaan pemeriksaan susulan yaitu glukosa darah puasa dengan menggunakan sampel serum yang sama. Setelah dilakukan pemeriksaan, diperoleh hasil yang dinilai lebih rendah dibandingkan dengan riwayat hasil glukosa darah puasa pasien sebelumnya yang berada dalam batas normal. Setelah diketahui bahwa penyimpanan serum terlalu lama dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan, maka dilakukan pengambilan sampel ulang dari pasien dan pemeriksaan kembali dengan prosedur yang benar. Sampel yang baru segera diproses dan diperiksa untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Pemeriksaan glukosa pada alat Mindray BS-620M adalah metode enzimatik kolorimetri (GOD-PAP) yang diukur menggunakan sistem spektrofotometri. Hasil pemeriksaan glukosa darah puasa dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 1. Hasil Pemeriksaan Glukosa Darah Puasa Metode GOD-PAP

pemeriksaan	Hasil	Nilai rujukan	Keterangan
Pemeriksaan pertama	44 mg/dL	70-110	Rendah
Pemeriksaan kedua	107 mg/dL	mg/dL	Normal

Berdasarkan tabel tersebut, sampel yang mengalami penundaan terjadi penurunan, dan sampel yang langsung diperiksa hasilnya meningkat. Terdapat perbedaan hasil pemeriksaan antara sampel yang mengalami penundaan dan sampel yang langsung diperiksa.

4.2 Pembahasan

Pemeriksaan glukosa darah dapat dilakukan dengan beberapa metode, baik secara kimiawi maupun enzimatik. Pada perkembangan laboratorium modern, metode enzimatik lebih banyak digunakan karena lebih spesifik, sensitif, dan mudah diotomatisasi. Salah satu metode yang paling sering digunakan adalah metode *glucose oxidase peroxidase* atau yang dikenal sebagai GOD-PAP. Metode ini dipilih karena relatif sederhana, memiliki ketelitian yang baik, dan sudah luas digunakan pada alat kimia klinik rutin (Wang et al., 2022).

Meskipun demikian, hasil pemeriksaan dengan metode GOD-PAP tetap sangat dipengaruhi oleh kualitas spesimen dan tahap pra-analitik. Metode yang baik tidak akan memberikan hasil optimal bila sampel telah mengalami penurunan glukosa akibat glikolisis sebelum di analisis. Oleh karena itu, ketepatan hasil pemeriksaan glukosa darah bukan hanya ditentukan oleh metode analitik, tetapi juga oleh pemilihan spesimen, kecepatan pemisahan serum atau plasma, serta kesesuaian penyimpanan sebelum proses running dilakukan (Nakanga et al., 2022)

Hasil pemeriksaan glukosa darah puasa pada pasien tersebut adalah 44 mg/dL hasil tersebut termasuk ke dalam kategori rendah (kritis). Sampel diterima 24 jam kemudian karena permintaan pemeriksaan glukosa darah puasa, lalu dilakukan pemeriksaan hasilnya menjadi 107 mg/dL, hasil tersebut termasuk kategori normal. Spesimen yang banyak digunakan untuk pemeriksaan glukosa darah saat ini adalah serum. Hal ini dikarenakan kadar glukosa dalam serum lebih stabil. Jika serum tidak segera dipisahkan dari sel-sel darah maka terjadi glikolisis yang dapat menyebabkan kadar glukosa dalam serum dapat berkurang 10 mg/dl per jam

(Agustin, 2018). Ketepatan hasil pemeriksaan kadar glukosa dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, mulai dari persiapan sampel, proses pengambilan sampel (*sampling*), preparasi sampel, hingga metode pemeriksaan yang digunakan. Selain itu, penundaan pemeriksaan juga menjadi salah satu permasalahan yang sering terjadi di laboratorium dan dapat memengaruhi hasil pemeriksaan.

Penundaan pemeriksaan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti banyaknya jumlah sampel yang harus diperiksa, proses pengiriman sampel yang memerlukan waktu, keterbatasan tenaga kerja maupun reagen, serta kerusakan alat laboratorium. Selain itu, sampel darah dari pasien rawat inap umumnya tidak langsung diperiksa, melainkan dikumpulkan terlebih dahulu bersama sampel pasien lain untuk diperiksa secara bersamaan. Akibatnya, sampel yang datang lebih awal sering mengalami penundaan waktu pemeriksaan. Prosedur ini dilakukan untuk meningkatkan efisiensi waktu, tenaga, dan penggunaan reagen pemeriksaan (Rahmatunisa *et al.*, 2021).

Langkah faktor lain yang berpengaruh kepada stabilitas spesimen antara lain kontaminasi oleh bahan kimia maupun mikroorganisme, berlangsungnya metabolisme sel hidup dalam spesimen, serta pengaruh suhu penyimpanan. Penurunan kadar glukosa juga dapat terjadi akibat penyimpanan serum yang terlalu lama. Kondisi ini disebabkan karena serum mengandung berbagai jenis enzim, salah satunya enzim lipase. Enzim lipase merupakan enzim hidrolase yang berfungsi menguraikan ikatan ester pada lemak yang terbentuk antara gliserol dan asam lemak rantai panjang. Oleh karena itu, penyimpanan serum dalam waktu yang

terlalu lama tidak dianjurkan karena dapat memengaruhi hasil pemeriksaan laboratorium (Rahmatunisa *et al.*, 2021).

Penurunan disebabkan oleh glikolisis sel-sel darah dimana sampel serum dan plasma harus segera dipisahkan dari sel-sel darah sebab eritrosit dan leukosit dalam darah yang sudah berada diluar tubuh tetap merombak glukosa untuk metabolisme. Semakin lama sampel dibiarkan maka jika dilakukan sampel pemeriksaan nilai yang akan diperoleh menjadi kurang dari nilai normal (Fitriyani & Wibowo, 2022).

Penurunan kadar glukosa yang terjadi dapat disebabkan karena adanya proses glikolisis. Pada sampel darah yang telah dikeluarkan dari tubuh, jika tidak segera diperiksa akan terjadi penurunan pada kadar, sebab glukosa darah dapat mengalami proses penguraian/glikolisis. Proses ini terjadi pada semua organisme. Proses ini berfungsi untuk menukarkan glukosa menjadi piruvat dan akan menghasilkan ATP tanpa menggunakan oksigen. Glikolisis terjadi dengan satu molekul glukosa yg memiliki 6 atom karbon pada rantainya ($C_6H_{12}O_6$) dan akan dipecahkan menjadi dua molekul piruvat yang masingmasing memiliki 3 atom karbon ($C_3H_3O_3$) yang merupakan hasil akhir bagi proses ini (Yuliandi & Lokananta, 2022).

Glukosa dalam sampel akan bereaksi dengan enzim glucose oxidase (GOD) sehingga membentuk asam glukonat dan hidrogen peroksida (H_2O_2). Hidrogen peroksida yang terbentuk kemudian bereaksi dengan 4-aminoantipirin dan fenol dengan bantuan enzim peroksidase (POD) sehingga menghasilkan senyawa berwarna merah (quinoneimine). Intensitas warna yang terbentuk akan diukur secara fotometri oleh alat, dan semakin tinggi intensitas warna maka semakin tinggi kadar glukosa dalam sampel.

Pada pemeriksaan kedua, diperoleh hasil sebesar 107 mg/dL yang dinilai lebih menggambarkan kondisi pasien. Hasil tersebut didukung oleh kondisi sampel yang masih baik karena pemeriksaan dilakukan tanpa adanya penundaan. Selain itu, sampel tidak menunjukkan adanya hemolisis, lipemik, maupun ikterik yang dapat menjadi faktor pengganggu dalam proses pemeriksaan dan berpotensi memengaruhi hasil. Sampel yang memenuhi persyaratan serta pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur dapat meningkatkan keakuratan hasil yang diperoleh. Dengan demikian, hasil pemeriksaan sebesar 107 mg/dL pada pemeriksaan kedua dapat dianggap lebih sesuai dengan kondisi pasien.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan studi kasus tersebut, hasil pemeriksaan glukosa berpotensi menjadi kurang akurat karena sampel mengalami penyimpanan dalam waktu yang terlalu lama. Kondisi ini dapat menyebabkan terjadinya penurunan kadar glukosa akibat proses glikolisis yang masih berlangsung di dalam sampel oleh sel-sel darah. Akibatnya, kadar glukosa yang terukur saat pemeriksaan menurun akibat penundaan yang disebabkan proses glikolisis.

5.2 Saran

Disarankan agar sampel disimpan pada kondisi suhu yang tepat atau dilakukan pembekuan untuk menjaga kestabilan sampel jika terjadi penundaan. Penggunaan natrium fluorida (NaF) sebagai antikoagulan juga dapat dipertimbangkan karena dapat menghambat proses glikolisis, sehingga kadar glukosa dalam sampel dapat dipertahankan dan hasil pemeriksaan yang diperoleh tetap akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, Wiwiek Retti, & Nur Hasana, D. R. (2023). *Ketidakstabilan Kadar Glukosa Darah Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 (Dmt2)*. 2(2), 77–84.
- Alifia, D. (2021). *Dewi Alfia Stikes Karsa Husada Garut*.
- Aliviamaita, A., Dilla, S., Wahyudhi, Y., & Purwanti, F. P. (2022). *Stabilitas Sampel Darah Terhadap Profil Hematologi Dengan Metode Otomatis*. 1(5), 1–7.
- Angela, P., & Juliana, I. M. (2022). *Dm Tipe Ii Terinfeksi Covid-19 Dengan Hiperglikemia Yang Sulit Terkendali Pasca Hipoglikemia*. 7(1), 37–45.
- Azahra, D. R., Amalia, A. A., & Murdiyanto, J. (2025). *Korelasi Antara Hba1c Dengan Kadar Trigliserida Pada Pasien Dm Tipe 2 Di Rs Universitas Islam Indonesia*. 02(04), 254–262.
- Azhari, F. (2026). *Ini Kadar Gula Darah Yang Normal Dalam Tubuh Berdasarkan Us*.
- Bahour, N., Cortez, B., Pan, H., Shah, H., Doria, A., & Mazzucato, C. A. (2022). *Diabetes Mellitus Correlates With Increased Biological Age As Indicated By Clinical Biomarkers*. 415–427. <https://doi.org/10.1007/S11357-021-00469-0>
- Bazzano, G., Galazzi, A., Giusti, G. D., Panigada, M., & Laquintana, D. (2021). *The Order Of Draw During Blood Collection : A Systematic Literature Review*.
- Dimitriadis, G. D., Maratou, E., Kountouri, A., & Board, M. (2021). *Metabolism By Insulin-Dependent And Insulin-Independent Mechanisms : An Integrative Approach*.
- Endang, F., & Kurniawan, I. (2020). *Correlation The Number Of Erythrocytes And Glucose Level From Serum Which 2 Hours Delayed From Delayed*. 7(1), 19–25.
- Fernando, C., Flores, Y., De, Á., Hurtado, M., Maritza, V., Bonilla, C., & Sáenz-Flor, K. (2021). *Sample Management : Stability Of Plasma And Serum On Different Storage Conditions* *Pengertian*. 31, 46–55.
- Freitas, F., & Alves, M. (2022). *Improving The Quality Of Venous Blood Sampling Procedure (Phlebotomy): Avoiding Tourniquet Use*. 218–221.
- Gunawan, H. A., & Safari, W. F. (2024). *Penundaan Pemeriksaan (Faktor)*. 36–42.
- Hantzidiamantis, P. J., Awosika, A. O., & Lappin, S. L. (2024). *Statpearls*.
- Hayati, F. (2024). *Jomlat (Journal Of Medical Laboratory Technology) Diperiksa Segera Dan Ditunda Selama Jomlat (Journal Of Medical Laboratory Technology)*. 1(1), 26–29.

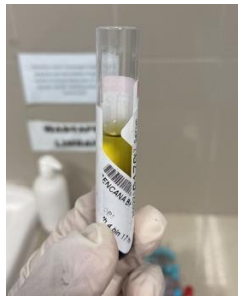
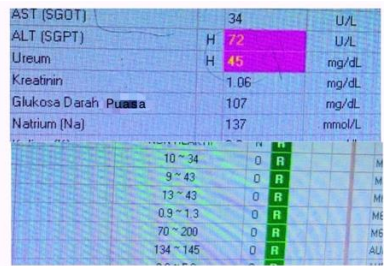
- Hedayati, M., Razavi, S. A., Boroomand, S., & Kheradmand Kia, S. (2020). The Impact Of Pre-Analytical Variations On Biochemical Analytes Stability: A Systematic Review. *Journal Of Clinical Laboratory Analysis*, 34(12), 1–15. <https://doi.org/10.1002/jcla.23551>
- Intantri, R., Aliviameita, A., & Rini, C. S. (2024). *Critical Impact Of Storage Conditions On Kidney Biomarkers*. 1–9.
- Jee-Hyun, U., Park, S., Ho, J., Lee, H., Jeong, K., Cho, Y., Lee, S., Yoon, S., Choe, S., & Soo, C. (2022). Bone Morphogenic Protein 9 Is A Novel Thermogenic Hepatokine Secreted In Response To Cold Exposure. *Metabolism*, 129, 155139. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2022.155139>
- Jiwantoro, Yuda Angita, & Sulaiman, Rubi Annisa. (2021). *Bioeduca: Journal Of Biology Education*. 3, 82–90.
- Kasiawati, Ni Made Dela. (2026). *Perbandingan Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah Sewaktu*. 22(2).
- Kautzky-Willer, A. (2023). *Sex Differences In Type 2 Diabetes*. 986–1002.
- Khotimah, E., & Nabila Sun, N. (2022). *Tahapan Pra-Annalit*. 03(04).
- Mustaqim, R., Fatrahady, L. B., Rika, M., Pratiwi, A., & Syuhada, I. (2023). *Hubungan Tingkat Stres Dengan Kadar Glukosa Darah Sewaktu Pada Mahasiswa Fk Unizar Tahun 2022*. 05(01), 83–90.
- Nur, F., Edy, A., Sri, H., & Endah, S. (2023). *Pengaruh Variasi Waktu Penundaan Pemisahan Serum Terhadap Hasil Pemeriksaan Glukosa*. 2(6).
- Nuraini, P., Witjaksono, Fiastuti Isbandi, & Lestari, W. (2022). *Insulin*. 6.
- Pudjiastuty, D. R., Rustiana, T., Rukhiat, D., & Kurnia, D. (2023). *Pengukuran Kadar Kreatinin Pada Sampel Serum Yang Diperiksa Segera Dan Ditunda Selama 5 Jam Pada Suhu Ruang 20-25 O C Dan Suhu Kulkas 2-8 O C*. 09(233), 1–5.
- Rahayuningsih, M. S., Juniarsana, I. W., & Wiardani, N. K. (2023). *Hubungan Aktivitas Fisik Dan Kepatuhan Diet Dengan Kadar Glukosa Darah Pasien Dm Tipe 2*. 12(3), 155–165.
- Ramadani, S. F. (2023). *Perbandingan Hasil Pemeriksaan Gula Darah Puasa Pada Serum Dan Plasma Natrium Fluorida Yang Segera Diperiksa Dan Dilakukan Penundaan 6 Jam*.
- Redaksi, H. (2026). *Mengenal Blood Glucose Sebagai Sumber Energi Utama Tubuh*. Redaksi Halodoc.
- Rosares, V. E., & Boy, E. (2022). *Pemeriksaan Kadar Gula Darah Untuk Screening Hiperglikemia Dan Hipoglikemia*. 3(2), 65–71.
- Soelistijo, S., Suastika, K., & Lindarti, D. (2021). *Pengelolaan Dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa Di Indonesia*.
- Sotelo-Orozco, J., Chen, S., Hertz-Picciotto, I., & Slupsky, C. M. (2021). A

Comparison Of Serum And Plasma Blood Collection Tubes For The Integration Of Epidemiological And Metabolomics Data. 8(July).
<https://doi.org/10.3389/fmolb.2021.682134>

- Surahmat, E., & Nurhayati, D. (2024). *Stabilitas Assayed Serum Control Penyimpanan Suhu 2-8 ° C Terhadap Pemeriksaan Glukosa.* 787–793.
- Sutrisno, D., & Sudrajat, A. (2024). *Pengaruh Lama Penundaan Terhadap Hasil Pengukuran Kadar Serum Glukosa Darah.* 1–7.
- Trisyani, N., Djasang, S., & Zulfian, A. (2020). *Perbandingan Kadar Glukosa Darah Pada Sampel Yang Mengalami Variasi Lama Penundaan Pemisahan.* 11(1), 34–39.
- Ubaidillah, M. I., Prambudi, H., & As, O. Al. (2021). *Pengaruh Penundaan Sentrifugasi Dan Penyimpanan Darah Pada Kadar Kolesterol Total Akademi Analis Kesehatan An Nasher Cirebon Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2013 Tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium.* 5(1).
- Vignoli, A., Tenori, L., Morsiani, C., Turano, P., Capri, M., & Luchinat, C. (2022). *Serum Or Plasma (And Which Plasma), That Is The Question.*
<https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.1c00935>
- Wanggy, D. M., Ulfiania, E., & Suparmi. (2022). *The Relationship Between Nutritional Value , Diet , Physical Activities , And Stress With Menstrual Cycle Disorders.* 5(September), 90–101.
- Zhang, X., Alshakhshir, N., Zhao, L., Wood, L., & Kaplin, A. I. (2021). *Glycolytic Metabolism , Brain Resilience , And Alzheimer ' S Disease.* 15(April), 1–19.
<https://doi.org/10.3389/fnins.2021.662242>

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Dokumentasi Kegiatan

Nomor Urut	Dokumentasi	Kegiatan
1		Sampel
2		Hasil setelah disentrifugasi
3		Hasil running sampel pertama
4		Running hasil sampel kedua

LEMBAR BIMBINGAN KARYA TULIS ILMIAH
PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
INSTITUT KESEHATAN KARSASUSATI GARUT

Nama : Nadia Desma Yulianti
 NIM : KHGE23011
 Pembimbing : Sugiah, S.Si, M.Biotek. AIFO
 Judul Penelitian : Pengaruh waktu penundaan penyimpanan serum terhadap kadar glukosa darah puasa dengan dengan METODE GOD-PAP

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
1	Selasa, 7 April 2026	Konfirmasi studi kasus dan judul	
2	Selasa, 14 April 2026	Bab 1	
3	Kamis, 23 April 2026	Revisi Bab 1	
4	Selasa, 28 April 2026	Revisi Bab 1 dan Bab 2	
5	Rabu, 6 Mei 2026	Revisi Bab 2 dan Penulisan	
6	Senin, 11 Mei 2026	Revisi Bab 3	
7	Rabu, 20 Mei 2026	Revisi Bab 3	
8	Senin, 24 Mei 2026	Revisi Bab 4	
9	Selasa, 25 Mei 2026	Revisi Bab 4	
10	Rabu, 26 Mei 2026	Revisi Bab 4 dan Bab 5	
11	Kamis, 27 Mei 2026	Revisi Abstrak	
12	Jumaat, 29 Mei 2026	Review Keseluruhan Isi KTI	

Ketua Program Studi
 D3 Teknologi Laboratorium Medis


 Gina Nafsa Mutmainah, S.ST., M.Pd

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nadia Desma Yulianti lahir di Bogor pada tanggal 19 Desember 2002. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara, putri dari pasangan Bapak Tatan Sudrajat dan Ibu Teti Herawati.

Penulis memulai pendidikan formal di TK A-Zuhkruf pada tahun 2007 dan menyelesaikannya pada tahun 2008. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Jati 1 dan lulus pada tahun 2014. Pendidikan menengah pertama ditempuh di SMPN 2 Garut dan diselesaikan pada tahun 2017. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 11 Garut dan lulus pada tahun 2020.

Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Institut Karsa Husada Garut pada Program Studi D-III Teknologi Laboratorium Medis.

Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan praktik dan pengabdian masyarakat yang mendukung pengembangan kompetensi di bidang laboratorium. Penulis mengikuti Praktik Kerja Lapangan (PKL) Flebotomi I di Klinik Prodia selama 1 minggu, PKL II di Puskesmas Siliwangi selama 3 minggu, serta Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sukaresmi selama 2 minggu. Selain itu, penulis juga melaksanakan PKL III di Rumah Sakit Welas Asih Bandung selama 2 bulan. Berbagai kegiatan tersebut memberikan pengalaman, wawasan, dan keterampilan yang bermanfaat dalam meningkatkan kompetensi penulis di bidang Teknologi Laboratorium Medis.