

SKRIPSI

**PENGUNAAN SERUM PASIEN DIABETES MELITUS
KADAR >250 mg/dL YANG DISIMPAN 7 HARI SUHU 2-8°C
PADA TABUNG SST (*SERUM SEPARATOR TUBE*) UNTUK
KONFIRMASI PEMERIKSAAN KREATININ**



**LIDIA RATU FANDANI
NIM. P07134221006**

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN YOGYAKARTA
TAHUN 2025**

SKRIPSI

PENGUNAAN SERUM PASIEN DIABETES MELITUS KADAR >250 mg/dL YANG DISIMPAN 7 HARI SUHU 2-8°C PADA TABUNG SST (*SERUM SEPARATOR TUBE*) UNTUK KONFIRMASI PEMERIKSAAN KREATININ

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis



LIDIA RATU FANDANI
NIM. P07134221006

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN YOGYAKARTA
TAHUN 2025**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

SKRIPSI

PENGUNAAN SERUM PASIEN DIABETES MELITUS KADAR >250 mg/dL YANG DISIMPAN 7 HARI SUHU 2-8°C PADA TABUNG SST (*SERUM SEPARATOR TUBE*) UNTUK KONFIRMASI PEMERIKSAAN KREATININ

Disusun Oleh:

LIDIA RATU FANDANI

NIM. P07134221006

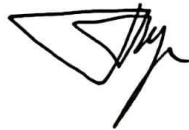
Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal:

14 Mei 2025

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Sujono, SKM, MSc
NIP. 19630306 198603 1 005



Ullya Rahmawati, SST, MKL
NIP. 19880228 200912 2 001

Yogyakarta, 14 Mei 2025

Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Kementrian Kesehatan Yoyakarta



Muji Rahayu, S., Si, Apt, M.Sc
NIP. 19660615 198511 2 001

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENGUNAAN SERUM PASIEN DIABETES MELITUS
KADAR >250 mg/dL YANG DISIMPAN 7 HARI SUHU 2-8°C
PADA TABUNG SST (*SERUM SEPARATOR TUBE*) UNTUK
KONFIRMASI PEMERIKSAAN KREATININ**

Disusun Oleh:

LIDIA RATU FANDANI

NIM. P07134221006

Telah dipertahankan dalam seminar di depan dewan penguji

Pada tanggal: 14 Mei 2025

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Ketua,
Dr. Narendra Yoga Hendarta, ST. M. Biotech
NIP. 19671226 198803 1 011

(.....)

Anggota,
Sujono, SKM, MSc
NIP. 19630306 198603 1 005

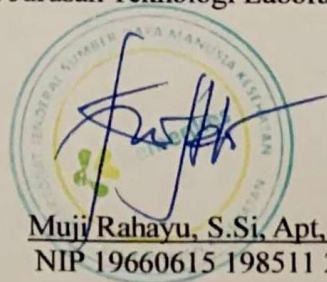
(.....)

Anggota,
Ullya Rahmawati, SST, MKL
NIP. 19880228 200912 2 001

(.....)

Yogyakarta, 14 Mei 2025

Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis


Muji Rahayu, S.Si, Apt, M.Sc
NIP. 19660615 198511 2 001

HALAMANAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya penulis sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah penulis nyatakan dengan benar.

Nama : Lidia Ratu Fandani

NIM : P07134221006

Tanda Tangan : 

Tanggal : 14 Mei 2025

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lidia Ratu Fandani
NIM : P07134221006
Program Studi : Sarjana Terapan
Jurusan : Teknologi Laboratorium Medis

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Poltekkes Kemenkes Yogyakarta **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas Skripsi Saya yang berjudul:

”Penggunaan Serum Pasien Diabetes Melitus Kadar > 250 mg/dL yang Disimpan 7 Hari Suhu 2-8°C pada Tabung SST (*Serum Separator Tube*) Untuk Konfirmasi Pemeriksaan Kreatinin”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Poltekkes Kemenkes Yogyakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada tanggal : 14 Mei 2025

Yang Menyatakan,



Lidia Ratu Fandani

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul *"Penggunaan Serum Pasien Diabetes Melitus Kadar > 250 mg/dL yang Disimpan 7 Hari Suhu 2-8°C pada Tabung SST (Serum Separator Tube) Untuk Konfirmasi Pemeriksaan Kreatinin"*.

Skripsi ini terwujud atas bimbingan, pengarahan dan bantuan dari berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu dan pada kesempatan ini penulis menyatakan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Iswanto, S.Pd, M.Kes., selaku Direktur Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta.
2. Muji Rahayu, S.Si, Apt, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta.
3. Sujono, SKM, MSc., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta dan Pembimbing Utama.
4. Ullya Rahmawati, SST, MKL., selaku Pembimbing Pendamping.
5. Dr. Narendra Yoga Hendarta, ST, M. Biotech., selaku Ketua Dosen Penguji.
6. Semua pihak yang telah memberi dukungan dan bantuan dalam penulisan Skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu. Penulis mengucapkan terima kasih atas perhatiannya.

Yogyakarta, Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIK SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRACT	xi
ABSTRAK	xii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Ruang Lingkup	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Keaslian Penelitian	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 7
A. Telaah Pustaka	7
B. Landasan Teori	30
C. Hubungan Antar Variabel	32
D. Hipotesis Penelitian	32
 BAB III METODE PENELITIAN	 33
A. Jenis Penelitian dan Desain Penelitian	33
B. Alur Penelitian	34
C. Subyek dan Objek Penelitian	35
D. Waktu dan Tempat Penelitian	36
E. Variabel Penelitian	37
F. Definisi Operasional Variabel Penelitian	37
G. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	37
H. Instrumen dan Bahan Penelitian	38
I. Uji Validitas Instrumen	39
J. Prosedur Penelitian	40
K. Manajemen Data	41
L. Etika Penelitian	43
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 44
A. Hasil	44
B. Pembahasan	48
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 53
A. Kesimpulan	53
B. Saran	53
 DAFTAR PUSTAKA	 54
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Prinsip Reaksi Metode Enzimatik	21
Gambar 2. Tabung SST (<i>Serum Separator Tube</i>)	28
Gambar 3. Hubungan Antar Variabel	32
Gambar 4. Desain Penelitian	33
Gambar 5. Alur Penelitian	34
Gambar 6. Diagram Batang Rerata Kadar Kreatinin	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kadar Tes Laboratorium Darah untuk Diagnosis dan Pre-diabetes....	12
Tabel 2. Nilai Rujukan Kadar Kreatinin	22
Tabel 3. Hasil Analisis Uji Statistik	47
Tabel 4. Hasil Perbedaan Statistik	47

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Permohonan Izin Pendahuluan.
- Lampiran 2. Surat Izin Studi Pendahuluan.
- Lampiran 3. Kit Reagen Kreatinin (Enzimatik).
- Lampiran 4. Surat Permohonan *Ethical Clearance*.
- Lampiran 5. Surat Permohonan Izin Penelitian.
- Lampiran 6. *Ethical Clearance*.
- Lampiran 7. Surat Izin Penelitian.
- Lampiran 8. Data Penelitian.
- Lampiran 9. Hasil Uji Statistik.
- Lampiran 10. PMI Kulkas.
- Lampiran 11. *Internal Quality Control* Kadar Kreatinin (*Beckman Coulter AU480*).
- Lampiran 12. PME Pemeriksaan Kimia Klinik.
- Lampiran 13. Sertifikat Kalibrasi Alat *Centrifuge*.
- Lampiran 14. Sertifikat Kalibrasi alat kimia *Beckman Coulter AU480*.
- Lampiran 15. Dokumentasi Penelitian.

ABSTRACT

Background: High blood sugar levels >250 mg/dL over a long period of time are at risk for Diabetic Nephropathy. To help the diagnosis, the doctor performs an additional examination, namely creatinine examination. PKU Muhammadiyah Yogyakarta Hospital stores the serum at 2-8°C for 7 days in an SST tube (Serum Separator Tube) to anticipate if the doctor needs additional examination, trace the sample and anticipate if there is a complaint (duplo). However, creatinine levels can decrease due to improper storage time and temperature, resulting in protein degradation that causes inaccurate creatinine tests and affects the diagnosis and monitoring of kidney health in patients with diabetes mellitus.

Objective: To determine the serum of patients with diabetes mellitus with blood sugar levels >250 mg/dL stored for 7 days at a temperature of 2-8 ° C in an SST tube (Serum Separator Tube) can be reused for confirmation of creatinine levels.

Methods: The type of research used was Pre-Experimental Design with Static Group Comparison research design. This study used 30 samples divided into two treatment groups, namely examined immediately and stored for 7 days at 2-8 ° C in an SST tube (Serum Separator Tube). The creatinine level was measured with Beckman Coulter AU480 Chemistry Instrument.

Results: Descriptive results showed that the mean creatinine level examined immediately was 2.349 mg/dL and stored for 7 days was 2.363 mg/dL with a mean difference of 0.014 mg/dL. Statistically, there is no difference in creatinine levels examined immediately and stored for 7 days at 2-8°C in SST tubes (Serum Separator Tube). In addition, the mean difference percentage of -0.61%, lower 95% CI of -1.37% and upper of 0.15% is within the total allowable error limit of ±10% from CLIA (2024) and desirable bias of 3.96% from Wesgard (2025).

Conclusion: Serum of patients with diabetes mellitus with blood sugar levels >250 mg/dL stored for 7 days at 2-8°C in an SST tube (Serum Separator Tube) could be used for confirmation of creatinine levels.

Keywords: Diabetes Mellitus, Diabetic Nephropathy, Storage, Temperature, Serum Separator Tube, Creatinine

ABSTRAK

Latar Belakang: Kadar gula darah tinggi >250 mg/dL dalam jangka waktu lama berisiko mengalami *Nefropati Diabetika*. Untuk membantu diagnosis tersebut, dokter melakukan pemeriksaan tambahan yaitu pemeriksaan kreatinin. RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta melakukan penyimpanan serum pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ selama 7 hari dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) untuk mengantisipasi jika dokter memerlukan pemeriksaan tambahan, melakukan penelusuran sampel dan mengantisipasi apabila terjadi komplain (*duplo*). Namun, kadar kreatinin dapat mengalami penurunan dipengaruhi oleh waktu penyimpanan dan suhu yang tidak tepat mengakibatkan degradasi protein sehingga menyebabkan pemeriksaan kreatinin tidak akurat dan mempengaruhi diagnosis maupun pemantauan kesehatan ginjal pada pasien diabetes melitus.

Tujuan: Untuk mengetahui serum pasien diabetes melitus dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang disimpan selama 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) dapat digunakan kembali untuk konfirmasi pemeriksaan kadar kreatinin

Metode: Jenis penelitian yang digunakan adalah *Pre-Experimental Design* dengan desain penelitian *Static Group Comparison*. Penelitian ini menggunakan 30 sampel dibagi menjadi dua kelompok perlakuan, yaitu diperiksa segera dan disimpan selama 7 hari suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ pada tabung SST (*Serum Separator Tube*). Kadar kreatinin tersebut diukur dengan Alat Kimia Beckman Coulter AU480.

Hasil: Hasil penelitian secara deskriptif menunjukkan bahwa rerata kadar kreatinin yang diperiksa segera sebesar 2,349 mg/dL dan disimpan 7 hari sebesar 2,363 mg/dL dengan selisih rerata 0,014 mg/dL. Secara statistik tidak ada perbedaan kadar kreatinin yang diperiksa segera dengan disimpan 7 hari suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ pada tabung SST (*Serum Separator Tube*). Selain itu, persentase *mean difference* sebesar -0,61%, CI 95 % *lower* sebesar -1,37% dan *upper* sebesar 0,15% masuk dalam batas *total allowable error* ± 10 % dari CLIA (2024) dan *desirable bias* 3.96 % dari Wesgard (2025).

Kesimpulan: Serum pasien diabetes melitus dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang disimpan selama 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) dapat digunakan untuk konfirmasi pemeriksaan kadar kreatinin.

Kata Kunci: Diabetes Melitus, *Nefropati Diabetika*, Penyimpanan, Suhu, *Serum Separator Tube*, Kreatinin

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Diabetes melitus (DM) merupakan kondisi kronis yang terjadi akibat tingginya kadar gula darah karena ketidakmampuan pankreas untuk memproduksi dan menggunakan insulin secara efektif. Insulin merupakan hormon yang dihasilkan oleh pankreas yang fungsinya membantu memecah glukosa menjadi energi (Kriswiastiny, 2022). Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan DIY 2024 terdapat 30.002 orang yang menderita penyakit DM. Penderita DM paling banyak pada kelompok usia 60-69 tahun.

Kadar >250 mg/dL dapat digolongkan sebagai kadar gula tinggi sehingga apabila tidak terkontrol dapat mempengaruhi berbagai organ sistem dalam tubuh dalam jangka waktu tertentu yang disebut komplikasi. Komplikasi dari diabetes dapat diklasifikasikan sebagai mikrovaskuler dan makrovaskuler (Rifat *et al.*, 2023). Salah satu komplikasi mikrovaskuler yaitu *nefropati diabetika* atau kerusakan sistem ginjal yang dimana ginjal mengalami penurunan fungsi dan terjadinya kerusakan pada selaput penyaring darah yang disebabkan oleh kadar gula darah yang tinggi dalam jangka waktu lama. Ginjal berperan penting dalam menyaring limbah dari darah, termasuk kreatinin. Ketika ginjal rusak, kemampuannya untuk menyaring kreatinin berkurang sehingga kadar kreatinin dalam darah akan meningkat (Kesuma *et al.*, 2024).

Kreatinin merupakan hasil metabolisme yang akan dikeluarkan dari darah melalui ginjal bersama urin. Pada orang sehat, produksi kreatinin dan ekskresi kreatinin berlangsung secara paralel dan relatif konstan. Perubahan fungsi ginjal akan menghambat ekskresi kreatinin sehingga kadarnya meningkat pada kerusakan ginjal (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2010). Kemampuan ginjal menyaring darah dinilai dengan penghitungan Laju Filtrasi Glomerulus (LFG). LFG dihitung dari jumlah kadar kreatinin yang menunjukkan kemampuan fungsi ginjal menyaring darah. Maka dari itu untuk menunjang diagnosis kemampuan pada fungsi ginjal, diperlukan pemeriksaan kadar kreatinin. Pemeriksaan kreatinin merupakan parameter pemeriksaan fungsi ginjal yang berguna untuk melihat apakah ada gangguan atau kerusakan pada organ ginjal (Intantri *et al.*, 2023).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 4 Tahun 2014 tentang Cara Distribusi Alat yang Baik, Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta telah melakukan pembuangan dan evaluasi spesimen di laboratorium sebagaimana bahwa spesimen disimpan pada suhu kulkas 2-8°C selama 7 hari dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) dengan parameter kimia klinik untuk menjaga stabilitas sampel tersebut. Lalu dilakukan pemusnahan dengan sistem *first in first out*. Tujuan penyimpanan spesimen untuk melakukan penelusuran sampel dan mengantisipasi apabila terjadi komplain pada hasil pemeriksaan yang meragukan dari sampel pemeriksaan sebelumnya sehingga dapat dilakukan pemeriksaan ulang (*duplo*) dengan menggunakan spesimen yang sama. Selain itu, penyimpanan spesimen tersebut

dilakukan untuk mengantisipasi kemungkinan dokter meminta pemeriksaan tambahan dari spesimen yang telah dikumpulkan sebelumnya sehingga pasien tidak perlu mengalami pengambilan sampel secara berulang (Pum, 2020).

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Purwaningsih *et al.*, (2023), menunjukkan bahwa penyimpanan serum dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) dapat meningkatkan efisiensi alur kerja, mempersingkat waktu sentrifugasi, serta mempermudah pengolahan dan penyimpanan sampel pada tabung primer tanpa kebingungan saat pemindahan ke tabung sekunder. Selain itu menghasilkan serum yang lebih berkualitas serta mengurangi tingkat hemolisis selama proses pemisahan. Hal ini disebabkan karena tabung SST (*Serum Separator Tube*) mengandung silika dan gel polimer untuk pemisahan serum. Gel pemisah serum yang terletak diujung tabung berperan sebagai penghalang kimiawi dan fisik yang stabil antara serum dan darah beku (Setiawan *et al.*, 2021).

B. Rumusan Masalah

Apakah serum pasien diabetes melitus dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang disimpan selama 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) dapat digunakan untuk konfirmasi pemeriksaan kadar kreatinin?

C. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui serum pasien diabetes melitus dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang disimpan selama 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) dapat digunakan untuk konfirmasi pemeriksaan kadar kreatinin.

D. Ruang Lingkup

Penelitian ini termasuk dalam ruang lingkup bidang Teknologi Laboratorium Medis khususnya di sub bidang kimia klinik mengenai pemeriksaan kadar kreatinin.

E. Manfaat

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat menambah ilmu dan pengetahuan khususnya dalam bidang kimia klinik mengenai serum pasien diabetes melitus dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang disimpan selama 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) dapat digunakan kembali untuk pemeriksaan kadar kreatinin.

2. Manfaat Praktik

Hasil penelitian ini dapat bermanfaat sebagai referensi dalam bidang kimia klinik pada tahap pra-analitik khususnya dalam penyimpanan spesimen untuk pemeriksaan kadar kreatinin.

F. Keaslian Penelitian

1. Penelitian oleh Kachhawa *et al.*, (2017) dengan judul “*Study of the Stability of Various Biochemical Analytes in Samples Stored at Different Predefined Storage Conditions at an Accredited Laboratory of India*”. Hasil penelitian ini menyatakan tidak ada perbedaan kadar kreatinin serum pada penyimpanan selama 7 hari, 15 hari, dan 30 hari pada suhu -20°C ketika dibandingkan dengan sampel segera diperiksa. Hal tersebut menunjukkan stabilitas yang memadai setelah penyimpanan hingga 30 hari pada suhu -20°C . Peneliti akan melakukan penelitian yang serupa dengan persamaan pada variabel terikat, yakni kadar kreatinin. Perbedaan pada penelitian yang akan dilakukan terletak pada penggunaan jenis tabung SST dalam pembuatan serum dan perlakuan penyimpanan serum yang tidak dipisah dan disimpan pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$.
2. Penelitian oleh Dibbasey *et al.*, (2024), dengan judul “*Comparative And Stability Study Of Glucose Concentrations Measured In Both Sodium Fluoride And Serum Separator Tubes*”. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa konsentrasi glukosa yang tinggi stabil pada tabung SST dan tabung NaF/KOx selama tiga hari ketika sampel dipisahkan dalam waktu 2 jam dan disimpan pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$. Peneliti akan melakukan penelitian yang serupa dengan persamaan yakni penggunaan jenis tabung SST dan penyimpanan sampel pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$. Perbedaan pada penelitian yang akan dilakukan terletak pada perlakuan penyimpanan serum yang dipisah dan disimpan selama 7 hari pada parameter kreatinin.

3. Penelitian Khoza *et al.*, (2021) dengan judul “*Comparative Study Of Chemical Pathology Sample Collection Tubes At The Largest Hospital In South Africa*”. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa kadar kreatinin stabil pada tabung *BarricorTM* dan SST selama 144 jam dengan suhu 4°C. Peneliti akan melakukan penelitian yang serupa dengan persamaan yakni persamaan pada variabel terikat, yakni kadar kreatinin, penggunaan jenis tabung SST dan penyimpanan sampel pada suhu 2-8°C menggunakan metode enzimatik. Perbedaan pada penelitian kali ini terletak pada perlakuan penyimpanan selama 7 hari.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Diabetes Melitus

a. Definisi Diabetes Melitus

Diabetes melitus adalah kelainan metabolik berupa gangguan penggunaan dan penyimpanan energi yang ditandai dengan hiperglikemia akibat resistensi atau defisiensi insulin dapat menyebabkan komplikasi jangka panjang (Dias *et al.*, 2024). Bila diabetes tidak terkontrol akan banyak organ tubuh yang terganggu, terutama pada pembuluh darah. Dampaknya komplikasi akan timbul salah satunya kerusakan pada ginjal. (Tandra, 2021).

Mengontrol kadar glukosa darah sangatlah penting. Perlu disadari bahwa diabetes akan berbahaya jika tidak diobati atau tidak dikontrol dengan baik. Dibandingkan dengan orang yang tidak mengidap diabetes, penderita diabetes berpotensi mengalami 20 kali lebih mudah terkena komplikasi pada ginjal, 4 kali lebih mudah terkena stroke, 4 kali lebih mudah menjadi buta atau 2-4 kali lebih mudah terkena serangan jantung (Tandra, 2021).

Berbagai komplikasi dari diabetes dapat timbul pada semua organ serta semua sistem tubuh dan ini sangat tergantung pada bagaimana anda menjaga kadar glukosa darah selalu dalam keadaan normal.

Semakin buruk mengontrol kadar glukosa, semakin mudah seseorang terkena komplikasi. Sebaliknya, dengan mengontrol kadar glukosa dengan baik, komplikasi dapat dicegah atau dihambat. Bila sudah terkena komplikasi yang berat misalnya pada gagal ginjal, kontrol kadar glukosa darah yang ketat bisa membahayakan. (Tandra, 2021).

b. Klasifikasi Etiologi Diabetes Melitus

Menurut PERKENI (2021), klasifikasi etiologi diabetes melitus dapat dibagi menjadi beberapa tipe utama berdasarkan etiologinya:

1). Diabetes Melitus Tipe I

Diabetes tipe 1 terjadi akibat destruksi sel beta pankreas yang menyebabkan hilangnya kemampuan tubuh untuk memproduksi insulin, insulin merupakan hormon yang berperan penting dalam mengatur kadar glukosa darah. Kehilangan fungsi sel beta ini biasanya disebabkan oleh reaksi autoimun, dimana sistem kekebalan tubuh secara keliru menyerang dan merusak sel-sel tersebut. Akibatnya, tubuh mengalami defisiensi insulin absolut yang berarti tidak ada produksi insulin sama sekali atau sangat sedikit sehingga glukosa darah tidak dapat diproses dengan baik oleh tubuh.

2). Diabetes Melitus Tipe II

Diabetes tipe 2 memiliki mekanisme yang lebih kompleks dan bervariasi yang mencakup dua gangguan utama yaitu resistensi insulin dan defek sekresi insulin. Diabetes tipe 2

dimulai dengan resistensi insulin. Dimana sel-sel tubuh, terutama sel otot dan hati tidak merespons insulin dengan efektif sehingga tubuh memerlukan lebih banyak insulin untuk mengatur kadar glukosa darah. Pada tahap awal, pankreas mencoba mengkompensasi dengan memproduksi lebih banyak insulin. Namun, seiring waktu sekresi insulin ini menjadi tidak memadai, menyebabkan defisiensi insulin *relative* di mana tubuh tidak dapat memproduksi cukup insulin untuk mengatasi resistensi.

Dalam beberapa kasus yang lebih lanjut, defek sekresi insulin menjadi lebih dominan dimana pankreas tidak lagi dapat menghasilkan insulin yang cukup meskipun resistensi insulin tetap ada. Gabungan dari resistensi insulin dan defek sekresi insulin ini menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah, yang akhirnya mengarah pada diabetes tipe 2.

3). Diabetes Melitus Gestasional

Diabetes melitus gestasional adalah kondisi diabetes yang terdiagnosis selama kehamilan, biasanya pada trimester kedua atau ketiga pada wanita yang sebelumnya tidak memiliki riwayat diabetes. Kondisi ini terjadi ketika tubuh tidak dapat memproduksi cukup insulin untuk memenuhi kebutuhan tambahan selama kehamilan, yang menyebabkan kadar glukosa darah meningkat.

Selama kehamilan, perubahan hormon yang terjadi dapat mengurangi efektivitas insulin yang mengarah pada resistensi insulin. Meskipun kondisi ini seringkali sembuh setelah melahirkan wanita yang mengalaminya memiliki risiko lebih tinggi untuk mengembangkan diabetes tipe 2 di kemudian hari.

4). Diabetes Melitus Tipe Spesifik yang Berkaitan dengan Penyebab Lain

- a). Sindroma diabetes monogenik, seperti diabetes neonatal dan *maturity onset diabetes of the young* (MODY) yang disebabkan oleh mutasi gen tunggal yang mempengaruhi kemampuan tubuh untuk memproduksi atau menggunakan insulin secara efektif.
- b). Penyakit eksokrin pankreas, seperti fibrosis kistik atau pankreatitis dapat merusak pankreas, mengganggu fungsi sel beta dan menyebabkan defisiensi insulin.
- c). Diabetes juga bisa disebabkan oleh penggunaan obat-obatan tertentu, seperti glukokortikoid yang sering digunakan dalam terapi HIV/AIDS atau pasca-transplantasi organ yang dapat meningkatkan kadar glukosa darah sebagai efek samping.

c. Hubungan Kadar Glukosa Tinggi dengan Ginjal

Hiperglikemia adalah suatu kondisi dimana kadar gula dalam darah meningkat secara berlebihan. Hiperglikemia dapat memicu untuk terjadinya penurunan sekresi insulin yang mengakibatkan dapat

meningkatkan resistensi insulin. Resistensi insulin akan membentuk suatu lingkaran yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan hiperglikemia sehingga produksi insulin dalam tubuh semakin berkurang (Susanti *et al.*, 2021). Menurut PERKENI (2021), secara garis besar patogenesis hiperglikemia disebabkan oleh sebelas hal (*egregious eleven*) antara lain kegagalan sel beta *pancreas*, disfungsi sel alfa *pancreas*, sel lemak, otot, hepar, otak, kolon, usus halus, ginjal, lambung dan sistem imun.

Salah satunya adalah kegagalan pada ginjal, ginjal merupakan organ yang diketahui berperan dalam patogenesis DM tipe 2. Ginjal memfiltrasi sekitar 163 gram glukosa sehari. Sembilan puluh persen dari glukosa terfiltrasi ini akan diserap kembali melalui peran enzim *sodium glucose co-transporter -2* (SGLT-2) pada bagian *convulated* tubulus proksimal, dan 10% sisanya akan diabsorpsi melalui peran *sodium glucose co-transporter -1* (SGLT-1) pada tubulus desenden dan asenden, sehingga akhirnya tidak ada glukosa dalam urin (PERKENI, 2021).

Pada pasien DM terjadi peningkatan ekspresi gen SGLT-2, sehingga terjadi peningkatan reabsorpsi glukosa di dalam tubulus ginjal dan mengakibatkan peningkatan kadar glukosa darah. Obat yang menghambat kinerja SGLT-2 ini akan menghambat reabsorpsi kembali glukosa di tubulus ginjal sehingga glukosa akan dikeluarkan lewat urin. Obat yang bekerja di jalur ini adalah penghambat SGLT-

2. Dapaglifozin, empaglifozin dan canaglifozin adalah contoh obatnya (PERKENI, 2021).

d. Diagnosis Diabetes Melitus

Diagnosis DM ditegakkan atas dasar pemeriksaan kadar glukosa darah. Diagnosis tidak dapat ditegakkan atas dasar adanya glukosuria. Berbagai keluhan dapat ditemukan pada pasien diabetes. Keluhan klasik DM ada seperti poliuria, polidipsia, polifagia, dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan sebabnya. Keluhan lain pula berupa lemah badan, kesemutan, gatal, mata kabur, dan disfungsi ereksi pada pria, serta pruritus *vulvae* pada wanita (PERKENI, 2021).

Kadar tes laboratorium darah berperan penting dalam diagnosis diabetes dan pra-diabetes, karena dapat memberikan informasi yang akurat mengenai kadar glukosa darah dan membantu mengidentifikasi risiko seseorang terhadap penyakit tersebut seperti pada Tabel 1. sebagai berikut.

Tabel 1. Kadar Tes Laboratorium Darah untuk Diagnosis dan Pre diabetes.

	HbA1C (%)	Glukosa Darah Puasa (mg/dL)	Glukosa plasma 2 jam setelah TTGO (mg/dL)
Diabetes	$\geq 6,5$	≥ 126	≥ 200
Pre-Diabetes	5,7 – 6,4	100 – 125	140 – 199
Normal	$< 5,7$	70 - 99	70 – 139

Sumber: PERKENI, 2021.

e. *Nefropati Diabetika*

Kerusakan ginjal pada diabetes melitus (DM) merupakan masalah terpenting dalam diabetologi modern, karena perkembangan *nefropati*

diabetika secara drastis mengurangi kelangsungan hidup keseluruhan pasien DM dan merupakan salah satu penyebab paling umum gagal ginjal stadium akhir. Peningkatan jumlah pasien diabetes tipe 2 secara konstan jelas memengaruhi kejadian komplikasi mikrovaskular, termasuk *nefropati diabetika* (Muminova & Ismailov, 2020).

Nefropati diabetika merupakan suatu keadaan dimana ginjal mengalami penurunan fungsi dan terjadinya kerusakan pada selaput penyaring darah yang disebabkan oleh kadar gula darah yang tinggi. *Nefropati diabetika* dijumpai pada 35-45% pasien DM yang dapat menyebabkan terjadinya gagal ginjal terminal dan menjadi penyebab utama kematian tertinggi pada pasien DM (Arjani, 2018).

Kerusakan ginjal pada diabetes atau *nefropati diabetika* pada awalnya sama sekali tidak menimbulkan keluhan atau sangat minimal. Namun, bila banyak kapiler atau nefron yang rusak, mulai timbul keluhan atau gejala antara lain bengkak pada kaki, sendi kaki, dan tangan, sesak napas, tekanan darah naik, bingung atau sulit berkonsentrasi, nafsu makan turun, kulit kering dan gatal, serta terasa lelah. Selain itu, komplikasi pada ginjal bukan mengakibatkan karena mengkonsumsi obat lebih sering, melainkan karena memang kontrol kadar gula darah yang buruk (Tandra, 2021).

f. Faktor Risiko Diabetes Melitus

Menurut PERKENI (2021), risiko seseorang terkena diabetes dipengaruhi oleh berbagai tiga faktor yaitu:

1). Faktor risiko yang tidak bisa dimodifikasi

- a). Ras dan etnik.
- b). Riwayat keluarga dengan DM Tipe 2.
- c). Umur: Usia >40 tahun harus dilakukan skrining DM Tipe 2.
- d). Riwayat melahirkan bayi dengan berat badan lahir bayi >4000 gram atau riwayat yang pernah menderita DM Gestasional (DMG).
- e). Riwayat lahir dengan berat badan rendah, kurang dari 2,5 kg.
Bayi yang lahir dengan berat badan rendah mempunyai risiko yang lebih tinggi dibanding dengan bayi yang lahir dengan berat badan normal.

2). Faktor risiko yang bisa dimodifikasi

- a). Berat badan lebih ($IMT \geq 23 \text{ kg/m}^2$).
- b). Kurangnya aktivitas fisik.
- c). Hipertensi ($>140/90 \text{ mmHg}$).
- d). Dislipidemia ($HDL < 35 \text{ mg/dL}$ atau trigliserida $> 250 \text{ mg/dL}$).
- e). Diet tak sehat (*unhealthy* diet). Diet dengan tinggi glukosa dan rendah serat akan meningkatkan risiko menderita prediabetes/intoleransi glukosa dan DM tipe 2.

3). Faktor lain yang terkait dengan risiko DM tipe 2.

- a). Pasien sindrom metabolik yang memiliki riwayat toleransi glukosa terganggu atau glukosa darah puasa terganggu sebelumnya.

- b). Pasien yang memiliki riwayat penyakit kardiovaskular, seperti stroke, penyakit jantung koroner atau penyakit arteri perifer.

2. Glukosa

a. Definisi Glukosa

Glukosa memiliki struktur 6-karbon dengan rumus kimia $C_6H_{12}O_6$. Glukosa merupakan karbohidrat yang sangat penting, sebagian besar karbohidrat dari makanan diserap ke dalam aliran darah sebagai glukosa dan gula lain diubah menjadi glukosa di hati. Bagi mamalia, glukosa adalah sumber bahan bakar metabolik utama dan bahan bakar universal bagi janin (Hantzidiamantis, 2025).

Glukosa diperoleh dari makanan yang kita makan, serta melalui proses metabolisme seperti glukoneogenesis dan glikogenolisis. Saat masuk ke dalam tubuh, glukosa hadir dalam berbagai bentuk isometrik seperti galaktosa dan fruktosa (monosakarida), laktosa dan sukrosa (disakarida), atau pati (polisakarida). Karbohidrat yang dicerna dari makanan akan dipecah menjadi glukosa, galaktosa, dan fruktosa, yang kemudian dibawa menuju hati melalui vena porta hepatica. Di dalam hati, galaktosa dan fruktosa akan segera diubah menjadi glukosa (Hantzidiamantis, 2025).

Kadar glukosa dalam tubuh dipengaruhi oleh faktor internal (endogen) maupun eksternal (eksogen). Faktor endogen meliputi

faktor humoral seperti hormon. Hormon beragam berperan dalam menjaga keseimbangan glukosa (homeostasis). Beberapa kondisi seperti stres, cedera jaringan, trauma, atau demam dapat memicu lepasnya hormon tertentu yang berkontribusi terhadap peningkatan kadar glukosa dalam darah (Siregar, *et al.*, 2018).

Faktor eksogen meliputi jenis serta jumlah makanan dan minuman yang dikonsumsi, serta tingkat aktivitas fisik yang dilakukan (Susanti, 2021). Asupan makanan berperan besar dalam mempengaruhi peningkatan kadar glukosa darah. Mengonsumsi makanan secara berlebihan, terutama melebihi kebutuhan kalori tubuh, dapat meningkatkan risiko terjadinya diabetes melitus tipe II. Karbohidrat dengan indeks glikemik tinggi dapat mempercepat kadar glukosa karena makanan jenis ini mempercepat proses pengosongan lambung, pencernaan karbohidrat, dan penyerapan glukosa, dibandingkan dengan makanan yang memiliki indeks glikemik rendah. Asupan makanan yang berlebihan juga dapat menghambat penyerapan glukosa oleh sel, sehingga kadar glukosa dalam darah meningkat (Amelia *et al.*, 2019).

Aktivitas fisik yang dilakukan seseorang dapat meningkatkan sensitivitas reseptor insulin, sehingga glukosa lebih mudah dimetabolisme menjadi energi. Selama berolahraga, otot-otot tubuh akan menggunakan cadangan glukosa yang tersimpan, sehingga jumlah glukosa dalam simpanan otot berkurang. Dalam kondisi ini,

otot akan menarik glukosa dari aliran darah, yang menyebabkan penurunan kadar glukosa darah (Amelia *et al.*, 2019). Selain itu, beberapa faktor lain juga dapat mempengaruhi kadar glukosa, termasuk penggunaan obat-obatan yang menimbulkan reaksi tubuh. Beberapa jenis obat seperti ACTH (adrenokortikotropik), kortikosteroid, diuretik, anestesi, dan levodopa dapat meningkatkan kadar glukosa darah. Sebaliknya, penggunaan insulin dalam dosis berlebih dapat menurunkan kadar glukosa (Nugraha & Badrawi, 2018; Susanti, 2021).

b. Metabolisme Glukosa

Proses metabolisme glukosa mencakup berbagai tahapan, seperti glikolisis, glukoneogenesis, glikogenolisis, serta glikogenesis. Proses-proses ini terutama terjadi di organ hati dan jaringan otot. Glikolisis adalah jalur utama dalam metabolisme glukosa yang berfungsi untuk menghasilkan energi berupa ATP, dan berlangsung di sitosol sel. Proses ini dimulai dengan fosforilasi glukosa, dilanjutkan dengan pembentukan fruktosa-6-fosfat, lalu fruktosa 1,6-difosfat melalui bantuan enzim fosfofruktokinase. Selanjutnya fruktosa 1,6-difosfat dipecah menjadi dua molekul triosa fosfat, yaitu gliseraldehida 3-fosfat dan dihidroksiaseton fosfat oleh enzim aldolase. Proses diakhiri dengan interkonversi kedua molekul tersebut, pembentukan NADH dan 1,3-bisfosfoglisarat, serta produksi ATP dan 3-fosfoglisarat. Setelah itu terjadi perpindahan gugus fosfat, pelepasan molekul udara,

dan akhirnya terbentuklah asam piruvat dan ATP. Secara keseluruhan, glikolisis menghasilkan dua molekul asam piruvat, dua ATP, dan dua NADH (Nakrani *et al.*, 2023).

Glikogenesis merupakan proses pembentukan glikogen dari glukosa. Ketika kadar glukosa dalam darah meningkat, seperti setelah mengonsumsi makanan, pankreas akan melepaskan hormon insulin. Insulin berperan dalam merangsang penyimpanan glukosa sebagai glikogen di hati dan otot. Hormon ini juga mengaktifkan enzim glikogen sintase, yang memulai proses glikogenesis (Kee, 2013).

Glikogenolisis adalah proses di mana glikogen diuraikan menjadi glukosa. Ketika tubuh berada dalam kondisi lapar atau tidak menerima asupan makanan, kadar glukosa darah akan menurun. Untuk memenuhi kebutuhan energi, tubuh memecah cadangan glikogen menjadi glukosa, yang kemudian digunakan sebagai sumber energi (Kee, 2013).

Glukoneogenesis adalah proses pembentukan glukosa dari bahan-bahan selain karbohidrat. Asam piruvat merupakan molekul utama yang digunakan dalam proses ini, meskipun oksaloasetat dan dihidroksiaseton fosfat juga dapat berperan dalam glukoneogenesis. Proses ini terjadi terutama di hati, dengan jumlah yang lebih sedikit di korteks ginjal. Glukoneogenesis hampir tidak terjadi pada otak, otot rangka, otot jantung, dan beberapa jaringan lainnya. Proses ini berlangsung di organ-organ yang memerlukan glukosa dalam jumlah

besar, terutama hati, untuk menjaga kestabilan kadar glukosa dalam darah (Kee, 2013).

3. Kreatinin

a. Definisi Kreatinin

Kreatinin merupakan produk hasil penguraian kreatin. Kreatinin disintesis di hati dan terdapat pada sebagian otot rangka yang berikatan dalam bentuk kreatin fosfat (*creatin phosphat*, CP), suatu senyawa penyimpan energi. Dalam sintesis ADP (adenosin difosfat) menjadi ATP (*adenosin trifosfat*), kreatin fosfat diubah menjadi kreatin dengan katalisasi enzim kreatin kinase (*creatin kinase*, CK). Saat energi digunakan, sejumlah kecil kreatin diubah secara ireversibel menjadi kreatinin. Kreatinin ini akan diekskresikan bersama *urine* (Taurusita *et al.*, 2017).

Kreatinin yang terbentuk disaring melalui glomerulus dan tidak direabsorpsi kembali oleh tubulus. Selanjutnya, kreatinin akan terbuang melalui *urine*. Kenaikan kadar kreatinin menunjukkan adanya gangguan pada sistem filtrasi glomerulus. Jumlah kreatinin yang dihasilkan tubuh per hari bergantung pada massa otot total dari pada aktivitas otot atau tingkat metabolisme protein, walaupun keduanya juga menimbulkan efek. Pembentukan kreatinin harian umumnya tetap, kecuali jika terjadi cedera fisik berat atau penyakit

degeneratif yang menyebabkan kerusakan masif pada otot (Taurusita *et al.*, 2017).

b. Metode Pemeriksaan Kadar Kreatinin

1). Metode *Jaffe*

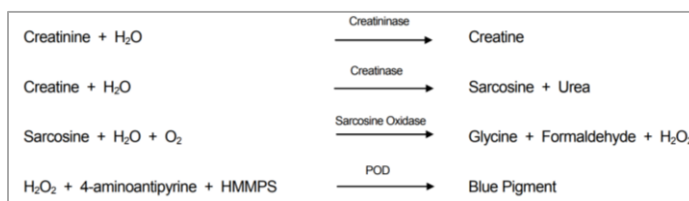
Pengukuran kadar kreatinin yang paling umum digunakan didasarkan pada reaksi *Jaffe* tahun 1886. Asam pikrat terlibat dalam reaksi ini, sehingga keberadaan kreatinin dalam serum menghasilkan pembentukan kompleks berwarna jingga kemerahan. Metode reaksi *Jaffe* dikembangkan untuk mengurangi interfensi dengan pemeriksaan yang dapat mengganggu seperti asetoasetat, aseton, asam askorbat, glukosa, dan piruvat. Salah satu metode yang telah dikembangkan adalah kinetika, dimana beberapa enzim terlibat dalam reaksi *Jaffe* kinetik (Dias *et al.*, 2024).

Prinsip metode ini adalah kreatinin bereaksi dengan larutan asam pikrat basa membentuk kompleks berwarna merah jingga yang diukur pada panjang gelombang 490 nm (490-510 nm) tanpa memerlukan persiapan sebelumnya. Reaksi ini telah ditingkatkan (spesifisitas, kecepatan, kemampuan beradaptasi) dan berevolusi dari metode aslinya. Intensitas warna yang terbentuk sesuai dengan kadar kreatinin dalam bahan pemeriksaan. Keuntungan dari reaksi *jaffe* adalah sederhana dan penggunaannya mendapat dukungan klinis secara luas selama bertahun-tahun. Kerugian dari

reaksi *jaffe* yaitu adanya gangguan yang signifikan dari senyawa-senyawa selain kreatinin (Aryani, 2022).

2). Metode Enzimatik

Prinsip metode enzimatik yaitu kreatinin dihidrolisis oleh *kreatininase* menjadi kreatin. Kreatin yang terbentuk dihidrolisis oleh kreatinase menjadi sarkosin dan urea. Sarkosin *oksidase* mengkatalisis demetilasi oksidatif sarkosin untuk menghasilkan glisin, formaldehida, dan hidrogen peroksida. Dengan adanya *peroksidase* (POD), hydrogen peroksida yang terbentuk bereaksi dengan kondensasi oksidasi kuantitatif dengan N-(3-sulfopropil)-3-metoksi-5-metilanilin (HMMPS) dan 4-aminoantipirin untuk menghasilkan pigmen biru. Konsentrasi kreatinin sebanding dengan perubahan absorbansi pada 600 atau 700 nm (Coulter, 2024).



Gambar 1. Prinsip Reaksi Metode Enzimatik.

Sumber: *Beckman Coulter*, 2024.

Pengujian enzimatik dilakukan secara sistematis akan menghasilkan hasil yang lebih akurat dan terpercaya dalam mengukur kadar kreatinin dalam darah dibandingkan dengan metode uji *Jaffe*. Kelebihan metode enzimatik terletak pada spesifisitas, sensitivitas, dan presisi yang lebih tinggi. Hal ini

metode enzimatis lebih mampu membedakan kreatinin dari zat lain yang mungkin diukur dan memberikan hasil yang lebih konsisten setiap kali dilakukan pengujian (Dias *et al.*, 2024).

Dengan demikian, metode enzimatis menghasilkan variabilitas data yang lebih kecil, sehingga estimasi laju filtrasi glomerulus (LGF) yang diperoleh pun lebih dapat diandalkan untuk menilai fungsi ginjal. Oleh karena itu, dalam praktik klinis, metode enzimatis lebih disarankan dibandingkan dengan uji *Jaffe* (Biljak *et al.*, 2017). Metode ini memiliki kelemahan yaitu biaya pemeriksaannya yang tinggi dan masa pakai yang singkat, serta sensor yang dibatasi oleh aktivitas enzim. (Nugraha dan Badrawi, 2018).

c. Nilai Rujukan Kadar Kreatinin

Nilai rujukan pemeriksaan kreatinin menggunakan sampel serum atau plasma dengan metode enzimatis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Rujukan Kadar Kreatinin.

Usia	(mg/dL)	(μ mol/L)
Laki-laki	0,72 – 1,18 mg/dL	64 – 104 μ mol/L
Wanita	0,55 – 1,02 mg/dL	49 – 90 μ mol/L
Neonatus	0,55 – 1,02 mg/dL	49 – 90 μ mol/L
Bayi (2 bulan - <3tahun)	0,15 – 0,37 mg/dL	11 – 34 μ mol/L
Anak (3 - <15 tahun)	0,24 – 0,73 mg/dL	21 – 65 μ mol/L

Sumber: *Beckman Coulter*, 2024.

d. Faktor yang Mempengaruhi Kadar Kreatinin

Menurut Aryani (2022), kadar kreatinin dalam darah dipengaruhi oleh berbagai faktor yang dapat memengaruhi fungsi ginjal:

- 1). Perubahan masa otot.

- 2). Aktivitas fisik yang berlebihan akan meningkatkan kadar kreatinin.
- 3). Obat-obatan yang dapat mengganggu sekresi kreatinin sehingga meningkatkan kadar kreatinin dalam darah.
- 4). Usia dan jenis kelamin, pada orang tua kadar kreatinin lebih tinggi dari pada orang muda serta pada laki-laki lebih tinggi wanita.
- 5). Pasien dengan DM yang dalam pengobatan dengan *metformin*, kadar kreatinin perlu diperiksa per 12 bulan. Karena obat tersebut dapat menyebabkan asidosis laktat pada pasien dengan gangguan fungsi ginjal.

4. Stabilitas Spesimen

a. Definisi Serum

Serum adalah komponen cairan darah yang tidak mengandung sel darah atau faktor pembekuan. Namun, mengandung protein koagulasi yang tidak terlibat dalam hemostasis dengan konsentrasi mirip plasma. Jika ada gangguan pembekuan, serum dapat mengandung sisa fibrinogen atau produk pemecahan fibrinogen dan protrombin yang terkonversi (Sacher dan McPherson, 2014). Serum diperoleh dari darah tanpa antikoagulan yang dibiarkan membeku, kemudian disentrifugasi untuk memisahkan komponen darah (Nugraha, 2015). Setelah pembekuan, *trombus* terpisah dan mudah dikeluarkan,

sementara bagian cair berwarna kuning bening, bukan merah keruh. Bekuan darah terdiri dari semua komponen darah pelengkap yang dipisahkan dari unsur larutan berwarna kuning jernih melalui proses koagulasi spontan (Sadikin, 2014).

Berikut ini adalah beberapa jenis serum abnormal yang sering ditemukan dalam pemeriksaan laboratorium antara lain:

1). Serum Hemolisis

Serum hemolisis disebabkan membran sel darah merah pecah selama proses pengambilan spesimen. Serum hemolisis mempunyai tampilan berwarna merah dan dapat mengganggu banyak metode pemeriksaan (Khasanah, 2022).

2). Serum Ikterik

Serum ikterik adalah serum yang berwarna kuning kecoklatan yang disebabkan karena adanya peningkatan konsentrasi bilirubin (Khasanah, 2022).

3). Serum Lipemik

Serum lipemik merupakan serum yang tampak berkabut, putih seperti susu setelah disentrifugasi akibat peningkatan konsentrasi lipoprotein di dalam darah (Martsiningsih *et al.*, 2023).

b. Suhu dan Waktu Penyimpanan Serum

Agar uji laboratorium dapat memberikan hasil yang berguna secara klinis, konsentrasi zat yang diuji harus tetap stabil selama periode pengujian sebelum analisis. Stabilitas analit biokimia berarti

kemampuan sampel untuk mempertahankan nilai awal zat tersebut dalam batas yang ditetapkan selama waktu tertentu dan dalam kondisi penyimpanan tertentu (Bauça *et al.*, 2020).

Pada penelitian kali ini terdapat dua analit yang dimana selama penelitian analit tersebut harus mempertahankan stabilitas serum selama periode pengujiannya yaitu:

- 1). Stabilitas Kadar Glukosa

Peningkatan kadar glukosa yang tinggi pada serum yang disimpan pada suhu 2–8°C umumnya jarang terjadi secara alami, karena pada suhu tersebut aktivitas enzim dan metabolisme sel sangat ditekan. Namun, bila peningkatan kadar glukosa teramati. Ada beberapa kemungkinan, yaitu terjadinya hemolisis atau degradasi seluler selama penyimpanan yang dapat melepaskan glukosa dari cadangan glikogen atau senyawa prekursor lain dalam sel. Selain itu, adanya kontaminasi mikroba tertentu yang mampu menghasilkan enzim pengurai polisakarida juga dapat menyebabkan pelepasan glukosa tambahan ke dalam serum (Fitriyani & Wibowo 2022).

Adapun penundaan dalam melakukan pemeriksaan dapat mengakibatkan penurunan kadar glukosa dalam serum. Hal ini disebabkan oleh proses glikolisis yang berlangsung pada sel-sel darah. Glikolisis dapat terjadi baik di dalam tubuh maupun setelah darah diambil. Jika proses ini terjadi di luar tubuh dan darah tidak

diberi zat pengawet, maka kadar glukosa dalam darah akan menurun (Fitriyani & Wibowo 2022).

Hal ini untuk menjaga stabilitas spesimen serum pada kadar glukosa yang tinggi yaitu dilakukan analisis segera, gunakan tabung dengan penambahan zat pengawet NaF untuk mencegah glikolisis selama 48 jam, pisahkan serum dari sel darah secepat mungkin setelah disentrifugasi (Fitriyani & Wibowo 2022), serta melakukan suhu dan waktu penyimpanan yang tepat pada suhu 20 - 25°C selama 6 jam, suhu 2 - 8°C selama 3 hari dan suhu - 20°C selama 3 bulan (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2014).

2). Stabilitas Kadar Kreatinin

Peningkatan kadar kreatinin disebabkan oleh proses autolisis atau degradasi sel darah yang terjadi secara perlahan selama penyimpanan juga dapat memicu pelepasan zat-zat yang mempengaruhi reaksi kimia dalam metode pengukuran kreatinin, terutama jika menggunakan metode kolorimetrik seperti Jaffe. Interferensi dari senyawa lain atau perubahan pH serum selama penyimpanan juga bisa meningkatkan hasil pengukuran kreatinin secara tidak akurat (Dai, 2020).

Pemeriksaan kadar kreatinin dapat mengalami penurunan dipengaruhi oleh waktu penyimpanan dan suhu yang tidak tepat sehingga mengakibatkan terdeteksi perubahan konsentrasi

protein karena terjadinya degradasi protein yang mencegah ikatan peptida dan mengubah protein menjadi asam amino. Degradasi protein merupakan tahap awal terjadinya denaturasi protein yang menyebabkan protein hancur akibat suhu yang tinggi sehingga penundaan pemeriksaan berpengaruh terhadap hasil pemeriksaan kadar kreatinin. Salah penyimpanan bisa menyebabkan kadar kreatinin yang tidak akurat, yang dimana dapat mempengaruhi diagnosis atau pemantauan kesehatan ginjal pada pasien diabetes (Dai, 2020).

Pada Pedoman Pemeriksaan Kimia Klinik dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1792/MENKES/SK/XII/2010 untuk memastikan stabilitas spesimen pemeriksaan kadar kreatinin, terdapat tiga metode penyimpanan yang perlu diperhatikan: pada suhu 2-8°C stabilitas serum hanya bertahan selama 7 hari, pada suhu 20-25°C selama 24 jam dan pada suhu -20°C stabilitas serum dapat bertahan hingga 3 bulan. Selain itu, untuk menjaga stabilitas pada kadar kreatinin antara lain: serum segera dianalisis, pemrosesan sampel yang cepat dengan memisahkan serum dari sel darah, darah yang telah menggumpal sebaiknya segera disentrifugasi dan gunakan tabung tanpa antikoagulan atau dengan gel pemisah agar proses pemisahan serum lebih cepat dan bersih (Khoza *et al.*, 2021).

c. Tabung SST (*Serum Separator Tube*)

Tabung SST berisi kandungan silika dan gel polimer untuk memisahkan serum. Di bagian ujung tabung, gel pemisah serum berfungsi sebagai penghalang yang stabil, baik secara kimia maupun fisik, antara serum dan darah yang menggumpal (Purwaningsih *et al.*, 2023). Kelebihan dari tabung pemisah serum (SST) adalah kemudahan penggunaannya, waktu pemrosesan yang singkat, kadar serum yang lebih tinggi, dapat mengurangi risiko aerosolisasi yang berbahaya, hanya membutuhkan satu langkah sentrifugasi, memungkinkan pengambilan sampel langsung dari tabung primer, serta hanya memerlukan satu label saat proses sentrifugasi (Bowen & Remaley, 2014).



Gambar 2. Tabung SST (*Serum Separator Tube*)
Sumber: Shandong Chengwu, 2024.

Gel *tixotropik* yang digunakan dalam tabung ini melekat di antara sel darah yang terkumpul di bagian bawah dan lapisan serum yang ada di bagian atas tabung. Proses ini terjadi setelah darah diproses melalui sentrifugasi. Posisi gel setelah sentrifugasi dipengaruhi oleh berbagai

karakteristik tabung, seperti berat jenis, tegangan luluh, viskositas, densitas, dan bahan pembuat tabung. Faktor lain yang mempengaruhi adalah suhu, kecepatan sentrifugasi, percepatan dan perlambatan, kondisi penyimpanan, serta faktor pasien, seperti terapi heparin, kadar hematokrit rendah, kadar protein plasma tinggi, dan berat jenis serum atau plasma. Polimer gel juga berpengaruh pada viskositas, kepadatan, dan sifat fisik lainnya (Bowen & Remaley, 2014).

Gel pemisah umumnya terbuat dari cairan kental, pengisi, atau perekat yang mengandung zat seperti *dibenzylidene sorbitol* sebagai agen pembentuk gel. Permukaan bagian dalam tabung sering kali dilapisi dengan lapisan hidrofobik untuk memastikan gel pemisah dapat melekat dengan baik dan membentuk penghalang yang mencegah campuran antara sel darah merah dan serum/plasma (Bowen & Remaley, 2014).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Dibbasey *et al.*, (2024), menyatakan bahwa kadar glukosa dengan konsentrasi tinggi tetap stabil pada tabung SST. Menjaga stabilitas pada penelitian kali ini dengan melakukan pemisahan sampel setelah di sentrifugasi dalam kurun waktu 2 jam dan penyimpanan serum pada suhu 2-8°C selama 3 hari dengan menggunakan tabung SST. Penelitian ini menjelaskan bahwa SST mengandung penghalang gel yang memisahkan sel darah dari serum, sehingga glikolisis benar-benar berhenti segera setelah disentrifugasi.

Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Khoza *et al.*, (2021), menyatakan bahwa konsentrasi kreatinin stabil pada tabung SST dengan metode enzimatik. Penelitian menunjukkan bahwa kadar kreatinin menjaga stabilitas pada serum dengan melakukan penyimpanan spesimen dengan suhu 4°C selama 144 jam dengan menggunakan tabung SST. Gel polimer *thixotropic* yang berada di bagian ujung tabung berfungsi sebagai penghalang stabil secara kimiawi dan fisik antara serum dan darah yang telah membeku, tidak mempengaruhi konsentrasi kestabilan pada kreatinin di dalam tabung SST.

B. Landasan Teori

Kreatinin merupakan produk akhir metabolisme kreatin di otot yang relatif stabil dalam darah (Taurusita *et al.*, 2017). Pengukuran kreatinin serum penting untuk menilai fungsi ginjal. Penelitian ini dilakukan Pemeriksaan Kadar Kreatinin Metode Enzimatik dengan menggunakan alat kimia *Beckman Coulter AU480* dengan dua perlakuan yaitu serum diperiksa segera dan serum disimpan selama 7 hari suhu 2-8°C pada tabung SST.

Pada penelitian kali ini terdapat dua analit yaitu kadar glukosa dan kadar kreatinin yang dimana selama penelitian analit tersebut harus mempertahankan stabilitas serum selama periode pengujiannya. Pada kadar glukosa, serum jarang meningkat pada suhu 2–8°C karena aktivitas enzim rendah. Kecuali terjadi hemolisis, degradasi sel, atau kontaminasi mikroba. Penurunan glukosa

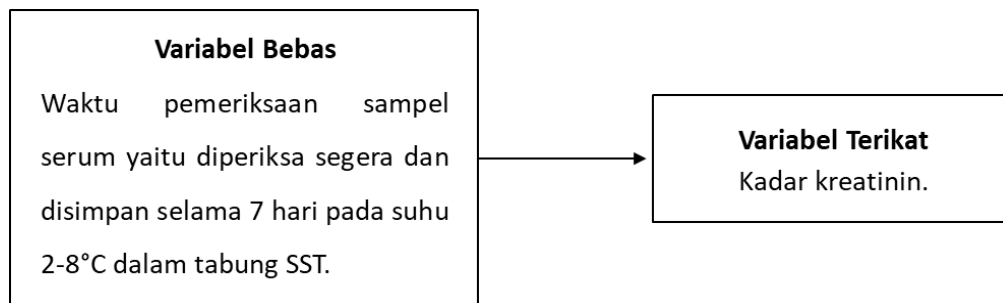
dapat terjadi akibat glikolisis jika pemeriksaan tertunda, terutama tanpa pengawet. Glikolisis berlangsung setelah pengambilan darah dan menurunkan kadar glukosa. Untuk menjaga stabilitas tersebut gunakan tabung NaF, segera pisahkan serum, dan simpan sesuai suhu yang (Fitriyani & Wibowo 2022). Penyimpanan idealnya pada suhu 20–25°C selama 6 jam, 2–8°C selama 3 hari, dan -20°C selama 3 bulan (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2014).

Selain itu, peningkatan kadar kreatinin dapat terjadi akibat autolisis atau degradasi sel darah selama penyimpanan, terutama jika menggunakan metode Jaffe. Perubahan pH dan interferensi senyawa lain juga dapat mempengaruhi hasil. Sebaliknya, penyimpanan yang tidak tepat dapat menurunkan kadar kreatinin karena degradasi dan denaturasi protein (Dai, 2020). Untuk menjaga stabilitas, serum harus segera dianalisis, dipisahkan dari sel darah, dan disimpan dengan benar (Khoza *et al.*, 2021). Suhu penyimpanan idealnya 20–25°C selama 24 jam, 2–8°C selama 7 hari, dan -20°C selama 3 bulan (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2014).

Penelitian lain menunjukkan bahwa kadar glukosa tetap stabil didalam tabung SST setelah disentrifugasi dan disimpan selama 3 hari pada suhu 2–8°C. Dikarenakan tabung SST mengandung gel pemisah yang efektif untuk menghentiksn proses glikolisis setelah disentrifugasi (Dibbasey *et al.*, 2024). Hal ini berkaitan dengan Khoza *et al.*, (2021) juga menjelaskan mengenai stabilitas pada kada kreatinin bahwa konsentrasi kreatinin tetap stabil dalam tabung SST menggunakan metode enzimatik. Stabilitas dijaga dengan penyimpanan selama 144 jam suhu 4°C pada tabung SST. Penelitian ini

menunjukkan bahwa gel polimer *thixotropic* dalam SST bertindak sebagai penghalang kimiawi dan fisik tanpa mempengaruhi konsentrasi kreatinin.

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 3. Hubungan Antar Variabel.

D. Hipotesis Penelitian

Serum pasien diabetes melitus dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang disimpan selama 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) dapat digunakan untuk konfirmasi pemeriksaan kadar kreatinin.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian dan Desain Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Pre-Experimental Design*. Jenis penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan adanya perlakuan (*treatment*) untuk menemukan pengaruh perlakuan tersebut terhadap yang lain dalam kondisi yang dikendalikan. Desain ini belum eksperimen sungguhan karena masih terdapat variabel luar yang mempengaruhi terbentuknya variabel terikat. Variabel terikat hasil eksperimen tersebut bukan semata-mata dipengaruhi oleh variabel bebas (Sugiyono, 2019).

2. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah Perbandingan Kelompok Statis (*Static Group Comparison*). Desain ini memiliki kelompok kontrol atau kelompok pembanding. Kelompok eksperimen menerima perlakuan (X) yang diikuti dengan pengukuran kedua atau observasi (O₂). Hasil observasi ini kemudian dibandingkan dengan hasil observasi pada kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan (Notoadmodjo, 2010). Prosedur *Static Group Comparison* dapat digambarkan sebagai berikut:

<i>Eksperimen</i>	<i>Post-test</i>
X	O ₂
	O ₂ '

Gambar 4. Desain Penelitian.
Sumber: Sugiyono, 2019.

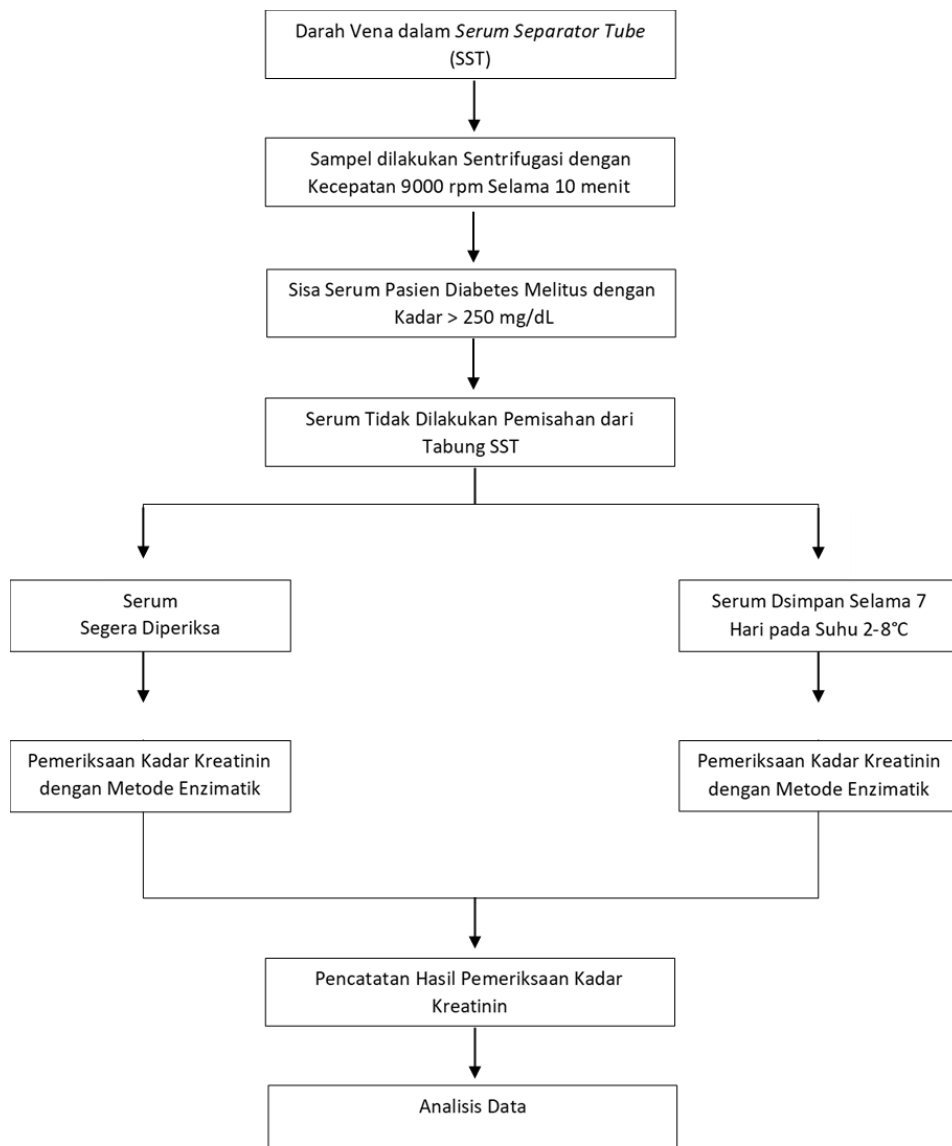
Keterangan:

X : Penyimpanan serum yang disimpan selama 7 hari pada suhu 2-8°C.

O₂ : Hasil pemeriksaan kadar kreatinin pada serum yang diperiksa segera.

O₂` : Hasil pemeriksaan kadar kreatinin pada serum yang diperiksa setelah penyimpanan.

B. Alur Penelitian



Gambar 5. Alur Penelitian.

C. Subyek dan Objek Penelitian

1. Subyek Penelitian

Subyek pada penelitian kali ini adalah pasien rawat jalan diabetes melitus di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta dengan kriteria sebagai berikut:

a. Kriteria Inklusi

- 1). Pasien diabetes melitus dengan kadar >250 mg/dL.
- 2). Volume serum ≥ 1 mL.

b. Kriteria Eksklusi

- 1). Serum lipemik.
- 2). Serum ikterik.
- 3). Serum hemolisis.

2. Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah sisa serum pasien rawat jalan diabetes melitus dengan kadar >250 mg/dL yang dimana akan dilakukan periksa segera dan disimpan selama 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ dalam tabung SST. Teknik pemilihan sampel dilakukan dengan metode sampling *purposive*. *Purposive* sampling adalah metode pemilihan sampel yang dilakukan berdasarkan karakteristik tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Cara pengambilan sampel dalam penelitian, dimana peneliti secara sengaja memilih partisipan dengan mempertimbangkan kriteria spesifik yang telah ditentukan peneliti. Tujuannya adalah untuk

mendapatkan sampel yang homogen sesuai dengan tujuan penelitian (Sugiyono, 2019).

3. Penentuan Jumlah Sampel

Menurut Gay *et al.*, (2009) jumlah yang diperlukan untuk penelitian eksperimen dan komparatif berjumlah 30 uji sampel. Dalam penentuan jumlah sampel, Hal ini sejalan dengan pendapat Sugiyono (2019) mengatakan bahwa jumlah sampel minimal adalah 30 uji sampel dan sebagaimana dijelaskan oleh Mahmud (2011) untuk penelitian yang melakukan uji analisis dan statistik, sampel minimum yang digunakan berjumlah 30 uji sampel. Untuk mengantisipasi nilai *drop out* pada penelitian ini menambahkan 20% dari jumlah sampel awal (Dahlan, 2010). Maka jumlah sampel cadangan yang telah ditentukan sebanyak 6 sampel dengan toleransi kesalahan sebesar 20% sehingga jumlah sampel pada penelitian ini adalah 36 sampel.

D. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret - April 2025.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Instalasi Laboratorium Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta.

E. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah serum dengan diperiksa segera dan disimpan selama 7 hari pada suhu 2-8°C.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar kreatinin.

F. Definisi Operasional Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah serum dengan diperiksa segera dan disimpan selama 7 hari pada suhu 2-8°C.

Skala : nominal.

Satuan : hari.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar kreatinin. Hasil kadar kreatinin diukur dengan metode enzimatik menggunakan alat kimia *Beckman Coulter AU480*.

Skala : rasio.

Satuan : mg/dL.

G. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

1. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer. Data primer yaitu data yang diambil dan dikumpulkan secara langsung dari objek penelitian atau sampel (Sugiyono, 2013). Data dalam penelitian ini diperoleh sampel dari pemeriksaan kadar kreatinin pada serum pasien diabetes melitus dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang diperiksa segera dan disimpan selama 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*).

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang akan digunakan untuk memperoleh data primer pada penelitian ini adalah pengukuran kadar kreatinin dengan menggunakan alat kimia *Beckman Coulter AU480* metode enzimatik dengan jumlah 30 sampel serum diabetes melitus dengan kadar >250 mg/dL dalam tabung SST yang diberi perlakuan diperiksa segera dan disimpan 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$.

H. Instrumen dan Bahan Penelitian

1. Instrumen Penelitian

- a. Alat Kimia *Beckman Coulter AU480*.
- b. *Centrifuge*.
- c. Tabung SST (*Serum Separator Tube*).
- d. Kulkas dengan suhu $2-8^{\circ}\text{C}$.
- e. *Thermometer*.
- f. Mikropipet dan tip.
- g. *Cup* sampel.

h. Busa *tray*.

2. Bahan Penelitian

- a. Sisa serum pemeriksaan gula darah.
- b. Reagen kit untuk pemeriksaan kadar kreatinin. Reagen yang dipakai dalam penelitian ini adalah reagen *creatinine (enzymatic)* pada alat kimia *Beckman Coulter AU480* dengan komposisi reagen sebagai berikut:

- 1). *Good's buffer* 50 mmol/L
- 2). *Creatinase* 56.3 IU/mL
- 3). *Sarcosine oxidase* 15 IU/mL
- 4). HMMPS 0.68 mmol/L
- 5). *Creatininase* 100 IU/mL
- 6). *Peroxidase* 12.5 U/mL
- 7). *4-Aminoantipyrine* 1.53 mmol/L

I. Uji Validitas Instrumen

Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah alat kimia *Beckman Coulter AU480* yang ada di Instalasi Laboratorium Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta. Uji validitas dilakukan dengan *Quality Control* (QC) menggunakan serum kontrol dengan metode *day to day* atau dilakukan sebanyak satu kali sebelum alat digunakan untuk pemeriksaan sampel. Alat ukur dinyatakan *in control* dan valid digunakan karena hasil pengukuran berada dalam rentang kontrol yang telah ditentukan.

J. Prosedur Penelitian

1. Tahap Persiapan Penelitian

- a. Peneliti mengurus surat permohonan izin pendahuluan di Administrasi Akademik dan Kemahasiswaan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis yang dimana akan diserahkan kepada pihak Diklat Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta untuk mengajukan surat izin studi pendahuluan.
- b. Peneliti mengurus surat permohonan perizinan penelitian *dan* permohonan *Ethical Clearance* di Administrasi Akademik dan Kemahasiswaan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis yang dimana akan diserahkan kepada pihak Diklat Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta untuk mengajukan surat perizinan penelitian dan *Ethical Clearance*.
- c. Peneliti mengurus surat perizinan penelitian dan *Ethical Clearance* untuk melakukan penelitian di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta.
- d. Mempersiapkan alat, bahan dan reagen pemeriksaan kreatinin yang diperlukan.
- e. Mempersiapkan formulir pencatatan hasil pemeriksaan.

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

- a. Preparasi Sampel Serum
 - 1). Pengambilan darah dilakukan oleh Petugas ATLM dari Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta.

- 2). Biarkan darah membeku terlebih dahulu didalam tabung SST pada tutup kuning,
 - 3). Kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 9000 rpm selama 10 menit.
 - 4). Setelah disentrifugasi lakukan pemeriksaan kadar kreatinin dengan alat kimia *Beckman Coulter AU480*.
- b. Pengukuran pada pemeriksaan kadar kreatinin dengan alat kimia *Beckman Coulter AU480*.
- 1). Menyiapkan sampel yang akan diperiksa kemudian meletakkan sampel ke dalam holder.
 - 2). Memasukkan holder kedalam dudukan.
 - 3). Pada menu home tekan "*Rack Requisition Sample*".
 - 4). Menekan "*Start Entry*" kemudian masukkan nomor ID pasien.
 - 5). Memilih parameter pemeriksaan yang diinginkan kemudian tekan "*Entry*".
 - 6). Menekan "*Exit*" kemudian melihat pending list, pastikan jumlah data sama dengan jumlah sampel.
 - 7). Menekan tombol *Play* kemudian pilih "*start*".
 - 8). Tunggu hingga hasil pemeriksaan keluar.

K. Manajemen Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pemeriksaan sampel langsung. Data tersebut merupakan data primer karena pengumpul data memperoleh langsung

dari sumber data (Sugiyono, 2013). Kemudian dianalisis secara deskriptif dan statistik. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan menggambarkan rerata dan selisih variabel terikat.

Data yang sudah diperoleh maka dilakukan uji normalitas data terlebih dahulu dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk karena jumlah data kurang dari 50. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data setiap variabel penelitian terdistribusi secara normal atau tidak. Data berdistribusi normal jika nilai signifikan yaitu $\rho \geq \alpha$ (0.05) sedangkan data tidak berdistribusi normal jika nilai signifikan yaitu $\rho < \alpha$ (0.05).

Hasil data berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji t dua sampel berpasangan (*Paired Sampel T-test*). Apabila data tidak berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji non parametrik menggunakan Uji *Wilcoxon (2-Related Sampels)*. Uji ini dilakukan untuk membuktikan ada tidaknya pengaruh perlakuan penelitian dan hasilnya diuraikan dengan jawaban sementara yang termuat pada hipotesis. Kesimpulan yang diambil berdasarkan nilai sig yang diperoleh untuk mengetahui apakah hipotesis diterima atau ditolak Apabila diperoleh nilai sig $\rho \geq \alpha$ (0.05) maka H_0 diterima dan apabila nilai sig $\rho < \alpha$ (0.05) maka H_0 ditolak.

Selanjutnya, dilakukan analisis *mean different* dan CI 95% antara serum yang diperiksa segera dan disimpan 7 hari. Kemudian *lower* dan *upper* digunakan untuk memprediksi hasil *underestimate*. Selain itu, penentuan pada batas klinis kreatinin dilakukan berdasarkan pedoman *Clinical Laboratory Improvement Amendment* (CLIA) dan Wesgard. Pada CLIA dinilai dari

ketentuan *acceptable analytical performance* untuk kreatinin yaitu target value $\pm 10\%$, sedangkan aturan Wesgard dinilai dari *desirable bias kadar kreatinin* 3,96%.

L. Etika Penelitian

Penelitian ini tidak melakukan intervensi langsung terhadap subjek, melainkan hanya menggunakan sampel sisa serum dari pemeriksaan pasien rawat jalan yang mengajukan permintaan pemeriksaan gula darah di laboratorium Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Sekertariat Diklat RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta pada tanggal 7 Maret 2025 dengan nomor surat *Ethical Clearance* No. 00055/KT.7.4/III/2025, yang bertujuan untuk menjamin bahwa penelitian telah memenuhi standar etika dan hak-hak kesejahteraan partisipannya. Selain itu, penelitian ini juga telah mendapatkan persetujuan dari pihak Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta untuk dilaksanakan di Instalasi Laboratorium Rumah Sakit tersebut. Seluruh proses penelitian dilakukan sesuai dengan peraturan rumah sakit dan Standar Operasional Prosedur (SOP) penanganan sampel, guna memastikan perlindungan bagi peneliti dan lingkungan sekitar.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Gambaran Umum Penelitian

Penelitian dengan judul “Penggunaan Serum Pasien Diabetes Melitus Kadar > 250 mg/dL yang Disimpan 7 Hari Suhu 2-8°C pada Tabung SST (*Serum Separator Tube*) Untuk Konfirmasi Pemeriksaan Kreatinin” telah dilakukan pada tanggal 15 Maret s/d 15 April 2025 di Instalasi Laboratorium RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Sekertariat Diklat RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta dengan nomor surat *Ethical Clearance* No. 00055/KT.7.4/III/2025. Jumlah sampel penelitian ini adalah 30 sampel sisa serum pasien rawat jalan yang melakukan pemeriksaan kadar gula darah dengan nilai kadar gula >250 mg/dL di laboratorium RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta. Adapun pemilihan sampel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan.

Proses pengambilan darah dilakukan oleh petugas ATLM (Ahli Teknologi Laboratorium Medis) di Laboratorium RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta. Darah diambil dan ditampung dalam tabung SST yang berwarna kuning. Setelah darah membeku, sampel disentrifugasi dengan kecepatan 9000 rpm selama 10 menit.

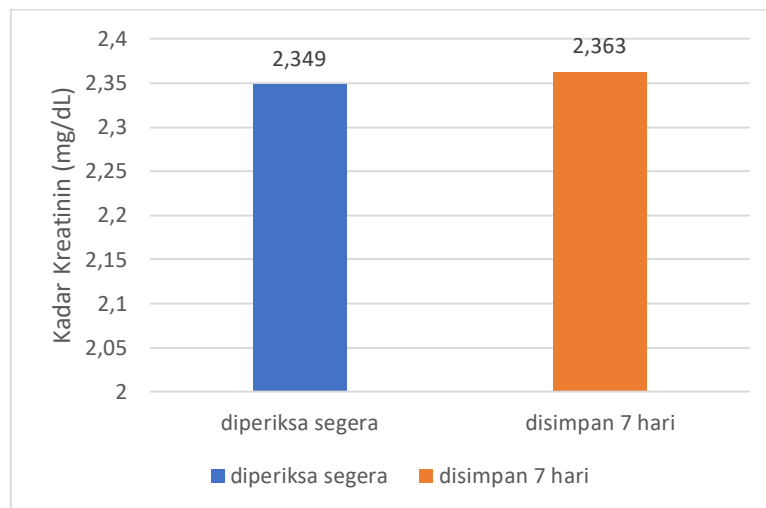
Penelitian ini diawali dengan melakukan pemantauan hasil pemeriksaan kadar gula darah setiap harinya melalui sistem informasi laboratorium (LICA). Apabila ditemukan hasil kadar gula darah >250 mg/dL, sampel akan diberi label kode identitas dengan nomor 1-30 pada tabung SST. Setiap sampel dilakukan pencatatan tanggal yang akan diperiksa segera dan disimpan 7 hari guna untuk memastikan pengujian dilakukan sesuai jadwal. Setelah pencatatan, sampel dilakukan pemeriksaan segera terhadap kadar kreatinin. Selanjutnya sampel penelitian ini diberi perlakuan dengan penyimpanan serum dalam tabung SST selama 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$. Setelah masa penyimpanan berakhir, kadar kreatinin diperiksa kembali setelah disimpan selama 7 hari. Pemeriksaan sampel ini dilakukan dengan alat kimia *Beckman Coulter* AU480 dan telah divalidasi dengan hasil kontrol yang masuk dalam rentang pengukuran.

2. Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini, diperoleh sebanyak 30 data hasil pengukuran dari dua kelompok perlakuan, yaitu menggunakan sampel serum dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang diperiksa segera dan disimpan selama 7 hari suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ pada tabung SST. Data yang diperoleh dari pengukuran sampel tersebut berupa kadar kreatinin yang akan dianalisis secara deskriptif dan statistik.

Adapun hasil analisis deskriptif pada pemeriksaan kadar kreatinin menggunakan serum dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang diperiksa

segera dan disimpan selama 7 hari suhu 2-8°C pada tabung SST didapatkan hasil rerata tersaji dalam diagram batang sebagai berikut.



Gambar 6. Diagram Batang Rerata Kadar Kreatinin.

Pemeriksaan kadar kreatinin serum dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang diperiksa segera dan disimpan selama 7 hari suhu 2-8°C pada tabung SST memperoleh hasil yang hampir sama atau tidak ada perbedaan. Hal ini dikarenakan selisih rerata kadar kreatinin yang sangat kecil, yakni sekitar 0,014 mg/dL antara sampel yang diperiksa segera dan disimpan selama 7 hari. Data ini menunjukkan bahwa proses penyimpanan selama 7 hari suhu 2-8°C pada tabung SST tidak mempengaruhi integritas sampel secara berarti terhadap hasil pemeriksaan kreatinin.

Mengamati kadar kreatinin dari dua perlakuan yang berbeda, analisis awal menunjukkan hasil yang hampir sama atau tidak ada perbedaan dengan rerata selisih yang sangat kecil yaitu 0,0014 mg/dL. Untuk memastikan signifikansi, langkah selanjutnya dilakukan menganalisis uji statistik yang hasilnya tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Uji Statistik

No	Uji Statistik	Variabel	Nilai Sig	Kesimpulan
1.	Uji Distribusi Data (<i>Shapiro-Wilk</i>)	Diperiksa segera	<i>P value</i> 0,001 < 0,05	Tidak berdistribusi normal
		Disimpan 7 Hari	<i>P value</i> 0,001 < 0,05	Tidak berdistribusi normal
2.	Uji <i>Wilcoxon</i> (2 Related Samples)		<i>P value</i> 0,091 ≥ 0,05	Tidak ada perbedaan

Tabel 3. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa penyimpanan serum pasien diabetes melitus dengan kadar glukosa >250 mg/dL selama 7 hari pada suhu 2–8°C dalam tabung SST tidak mempengaruhi kadar kreatinin secara bermakna, sehingga serum tersebut dapat digunakan untuk konfirmasi pemeriksaan kreatinin.

Dari data yang telah diolah sebelumnya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan sehingga tidak bermakna secara statistik. Tahap selanjutnya dari penelitian ini adalah penentuan batas klinis mengacu pada pedoman *Clinical Laboratory Improvement Amendments* (CLIA), sebagaimana tertera dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perbedaan Statistik

Mean Difference	CI 95%		Δ CI 95%	Persentase		
	Lower	Uper		Mean Difference	CI 95%	
					Lower (%)	Upper (%)
-0.014	-0.032	0.0035	0.028	-0.61	-1.37	0.15

Tabel 4. Nilai persentase *mean difference*, CI 95% *lower* dan *upper* digunakan untuk menentukan perbedaan tersebut dalam batas klinis yang

ditetapkan atau tidak. Pada pedoman CLIA memiliki ketentuan *acceptable analytical performance* untuk kreatinin, yaitu target value $\pm 10\%$ sehingga batas *total error allowable* pada kreatinin sebesar $\pm 10\%$ (CLIA, 2024). Namun, menurut penelitian Omar *et al.*, (2022) dan Cuhadar *et al.*, (2012) dalam menentukan signifikansi klinis, nilai *% mean difference (% relative bias)* dibandingkan dengan *desirable bias (%)*. Adapun nilai *desirable bias (%)* untuk kreatinin sebesar 3.96% (Wesgard, 2025). Berdasarkan kedua pedoman tersebut, persentase perbedaan rata-rata kadar kreatinin atau *mean difference* (-0,61%) dengan CI 95 % *lower* (-1,37%) dan *upper* (0,15%) tidak melanggar batas *total error allowable* dan *desirable bias*.

B. Pembahasan

Hasil penelitian yang diperoleh melalui deskriptif menunjukkan bahwa kadar kreatinin diperiksa segera dan disimpan 7 hari memiliki hasil yang hampir sama dengan selisih rerata sebesar 0,014 mg/dL. Berdasarkan hasil uji statistik, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan sehingga hasilnya tidak bermakna secara statistik. Selain itu, hasil penelitian ini sesuai dengan pedoman CLIA dan aturan Wesgard karena tidak melampaui batas klinis yang telah ditetapkan. Penyimpanan serum pasien diabetes melitus dengan kadar glukosa >250 mg/dL selama 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ dalam tabung SST menunjukkan konstan atau stabil. Oleh karena itu, serum tersebut dapat digunakan untuk konfirmasi pemeriksaan kreatinin.

Adapun hasil penelitian ini sesuai dengan Kachhawa *et al.*, (2017) dengan judul *“Study of the Stability of Various Biochemical Analytes in Samples Stored at Different Predefined Storage Conditions at an Accredited Laboratory of India”*. Penelitian ini menyatakan bahwa tidak ada perbedaan kadar kreatinin serum pada penyimpanan selama 7 hari, 15 hari, dan 30 hari pada suhu -20°C ketika dibandingkan dengan sampel segera diperiksa. Hal ini menunjukkan stabilitas yang memadai setelah penyimpanan hingga 30 hari pada suhu -20°C . Perbedaan pada penelitian yang akan dilakukan terletak pada penggunaan jenis tabung SST dalam pembuatan serum dan perlakuan penyimpanan serum yang dipisah serta disimpan pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$.

Selanjutnya, hasil penelitian ini sesuai dengan Dibbasey *et al.*, (2024), dengan judul *“Comparative And Stability Study Of Glucose Concentrations Measured In Both Sodium Fluoride And Serum Separator Tubes”*. Penelitian ini menyatakan bahwa konsentrasi glukosa yang tinggi stabil pada tabung SST dan tabung NaF/KOx selama tiga hari ketika sampel dipisahkan dalam waktu 2 jam dan disimpan pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$. Perbedaan pada penelitian yang akan dilakukan terletak pada perlakuan penyimpanan serum yang dipisah dan disimpan selama 7 hari pada parameter pemeriksaan kadar kreatinin.

Selain itu, hasil penelitian ini juga sesuai dengan Khoza *et al.*, (2021) dengan judul *“Comparative Study Of Chemical Pathology Sample Collection Tubes At The Largest Hospital In South Africa”*. Penelitian ini menyatakan bahwa kadar kreatinin stabil pada tabung BarricorTM dan SST selama 144 jam

dengan suhu 4°C. Perbedaan pada penelitian kali ini terletak pada perlakuan penyimpanan selama 7 hari.

Penelitian ini memberikan kontribusi baru dengan stabilitas kadar kreatinin dalam kondisi serum (kadar glukosa darah >250 mg/dL) yang disimpan pada suhu 2–8°C selama 7 hari. Hasil ini memperkuat penggunaan serum yang disimpan dalam kondisi tersebut, memberikan alternatif praktis untuk laboratorium dalam menjaga keakuratan hasil tes kreatinin meskipun pada kadar glukosa darah tinggi. Temuan ini memiliki pentingnya dalam meningkatkan efisiensi penggunaan sampel yang disimpan tanpa mengorbankan kualitas hasil pemeriksaan.

Penyimpanan spesimen serum dalam tabung SST pada suhu 2-8°C selama 7 hari yang bertujuan untuk menjaga stabilitas kimiawi, memperlambat aktivitas metabolisme dan degradasi analit. Namun, keberadaan glukosa dalam konsentrasi tinggi dapat menjadi substrat bagi enzim atau terlibat dalam reaksi non-enzimatik seperti protein glikasi. Glikasi adalah proses dimana molekul glukosa berikatan dengan protein yang secara teoritis dapat mempengaruhi struktur, reaktivitas kreatinin atau komponen matriks serum lainnya yang dapat mempengaruhi pengukuran kreatinin. Hal ini mengakibatkan hasil tidak akurat pada pengukuran kreatinin sehingga dapat mempengaruhi hasil yang lebih tinggi atau lebih rendah dari nilai sebenarnya (Sadowska-Bartosz & Bartosz, 2022).

Selama penelitian berlangsung, penyimpanan serum terlindungi dari proses degradasi yang dapat disebabkan antara lain oleh pengaruh paparan

sinar matahari langsung, suhu yang tidak stabil dan aktivitas enzimatis. Kadar glukosa yang tinggi dalam sampel darah tidak mempengaruhi kadar kreatinin yang disimpan selama 7 hari pada suhu 2-8°C dalam tabung SST karena keduanya merupakan analit yang berbeda dengan jalur biokimia yang terpisah. Pada suhu rendah aktivitas enzimatis yang dapat mempengaruhi glukosa melambat secara signifikan, sehingga perubahan kadar glukosa selama penyimpanan tidak cukup untuk mempengaruhi pengukuran kreatinin yang relatif stabil dalam serum yang telah dikeluarkan oleh tabung SST dan terjaga stabilitasnya pada suhu tersebut karena minimalnya aktivitas enzimatis atau komponen seluler yang dapat mengubah konsentrasi (Fitriyani & Wibowo 2022). Hal ini menunjukkan bahwa dalam penelitian ini, kadar glukosa darah yang tinggi (>250 mg/dL) tidak mempengaruhi kestabilan pada hasil pemeriksaan kadar kreatinin.

Sementara itu, penggunaan tabung SST (*Serum Separator Tube*) memberikan keuntungan, yaitu meningkatkan efisiensi alur kerja, mempersingkat waktu sentrifugasi, serta mempermudah pengolahan dan penyimpanan sampel pada tabung primer. Hal ini disebabkan karena tabung SST (*Serum Separator Tube*) mengandung silika dan gel polimer untuk pemisahan serum. Gel pemisah serum yang terletak diujung tabung berperan sebagai penghalang kimiawi dan fisik yang stabil antara serum dan darah beku (Setiawan *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil penelitian ini penggunaan gel polimer *thixotropic* tidak mempengaruhi konsentrasi kreatinin karena secara statistik menunjukkan tidak ada perbedaan kadar kreatinin yang diperiksa

segera dan disimpan selama 7 hari pada suhu 2-8°C dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) menggunakan serum pasien diabetes melitus dengan kadar gula darah >250 mg/dL.

Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat dijadikan pedoman bahwa serum pasien diabetes melitus dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang disimpan selama 7 hari pada suhu 2-8°C dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) dapat digunakan untuk konfirmasi pemeriksaan kadar kreatinin. Artinya apabila dilakukan pemeriksaan tambahan, penelusuran sampel dan pengujian dua kali (*duplo*) untuk mengantisipasi komplain maka pemeriksaan kadar kreatinin dapat dilakukan dalam kurun waktu 7 hari menggunakan serum yang disimpan dalam tabung SST.

Kelemahan dalam penelitian ini hanya fokus pada parameter kreatinin sebagai indikator fungsi ginjal, tanpa menyertakan ureum yang juga merupakan penanda penting dalam evaluasi faal ginjal. Ketidakterlibatan ureum dapat membatasi interpretasi menyeluruh terhadap status fungsi ginjal pasien diabetes melitus, khususnya dalam konteks penyimpanan sampel serum. pada suhu 2-8°C.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Serum pasien diabetes melitus dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang disimpan selama 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$ dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) dapat digunakan untuk konfirmasi pemeriksaan kadar kreatinin.

B. Saran

1. Bagi Praktisi Laboratorium

Penelitian ini dapat dijadikan acuan bahwa pemeriksaan kadar kreatinin diperbolehkan menggunakan serum dengan kadar gula darah >250 mg/dL yang disimpan dalam tabung SST (*Serum Separator Tube*) selama 7 hari pada suhu $2-8^{\circ}\text{C}$.

2. Bagi Peneliti Selanjutnya

Peneliti selanjutnya dapat mencantumkan parameter ureum selain kreatinin guna memperoleh penilaian fungsi ginjal yang lebih komprehensif pada pasien diabetes melitus, khususnya dalam menghasilkan kestabilan hasil pemeriksaan selama masa penyimpanan sampel serum.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, R., Taiyeb, A.M. dan Irma, S.I. 2019. Hubungan Pola Makan dan Aktivitas Fisik terhadap Kadar Glukosa Darah Penderita Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Sabbangparu Kabupaten Wajo. *Prosiding Seminar Nasional Biologi VI*. Makassar: Jurusan Biologi Universitas Negeri Makassar.
- Arjani, I. 2018. Gambaran Kadar Kreatinin Serum Pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 Di Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar. *Meditory: The Journal of Medical Laboratory*, 5(2), 107–117. <https://doi.org/10.33992/m.v5i2.146>.
- Aryani, D. 2022. *Buku Praktikum Kimia Klinik II*. Jakarta: Universitas Binawan.
- Bauça, J. M., Caballero, A., Gómez, C., Martínez-espartosa, D., García, I., Puente, J. J., Llopis, M. A., Marzana, I., & Segovia, M. 2020. Pengaruh model studi , konsentrasi katalitik dasar dan sistem analisis terhadap stabilitas alanine aminotransferase serum. *De Gruyter 2020; 20200021*, <https://doi.org/10.1515/almed-2020-0021>.
- Biljak, V. R., Honović, L., Matica, J., Krešić, B., & Vojak, S. Š. 2017. *Disease : National Recommendations*. 27(1), 153–176. <http://doi.org/10.11613/BM.2017.019>.
- Bowen, R. A. R., & Remaley, A. T. 2014. Interferences from blood collection tube components on clinical chemistry assays. *Biochemia Medica*, 24(1), 31–44. <https://doi.org/10.11613/BM.2014.006>.
- Center for Clinical Standards and Quality/Quality, Safety & Oversight Group. 2024. *REVISED: Final Rule - Clinical Laboratory Improvement Amendments of 1988 (CLIA) Proficiency Testing - Analytes and Acceptable Performance Final Rule. Federal Register (CMS-3355-F)*, 75(180), 56928–56935. [https://doi.org/10.1016/0196-335x\(80\)90058-8](https://doi.org/10.1016/0196-335x(80)90058-8).
- Coulter, Beckman. 2024. *Kit Insert Reagen Creatinin Enzymatik*. Amerika Serikat: UnivDatos Market Insights (UMI).
- Cuhadar S, Atay A, Koseoglu M, Dirican A, Hur A. 2012. Stability studies of common biochemical analytes in serum separator tubes with or without gel barrier subjected to various storage conditions. *Biochem Med (Zagreb)* 2012;22(2):202-14. <https://doi.org/10.11613/bm.2012.023>.
- Dahlan, M. Sopiudin. 2010. *Besar Sampel dan Cara Pengambilan Sampel dalam Penelitian Kedokteran dan Kesehatan*. Jakarta: Salemba Medika.

- Dai, K. L. 2020. Hubungan Kadar Glukosa Terhadap Perubahan Kadar Asam Urat, Ureum dan Kreatinin Penderita Diabetes Tipe 2 di Malang Raya. *Skripsi*. Malang: Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang.
- Dias, R., Enaohwo, O., Felli, R., Garg, A., Shah, M., & Beebe, K. 2024. Diabetic myonecrosis: A rare complication of long-standing diabetes mellitus. *Primary Care Diabetes*, November, 14–17. <https://doi.org/10.1080/10408363.2020.1723487>.
- Dibasey, M., Umukoro, S., & Bojang, A. 2024. Comparative and stability study of glucose concentrations measured in both sodium fluoride and serum separator tubes. *Practical Laboratory Medicine*, 39, e00360. <https://doi.org/10.1016/j.plabm.2024.e00360>.
- Dinas Kesehatan DIY. 2024. Profil Kesehatan Dinas Kesehatan Provinsi. Daerah Istimewa Yogyakarta: Dinas Kesehatan DIY.
- Gay, L.R., Mills, G.E., dan Airasian, P.W., 2009. Educational Research: Competencies for Analysis and Application (9th ed.). Upper Saddle River, N.J.: Merrill/Pearson.
- Guide, N.D. 2024. *Manual Book Beckman Coulter Chemistry Analyzer Au480 User Guide*. Amerika Serikat: UnivDatos Market Insights (UMI).
- Hantzidiamantis, P.J & Lappin, S.L. 2025. Physiology, Glucose. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545201/>. Diakses pada tanggal 25 April 2025.
- Fitriyani, I & Wibowo, S. 2022. Penurunan Kadar Glukosa Darah Yang Dikerjakan Secara Langsung, Ditunda 1,3 Dan 6 Jam Pada Serum Simpan Dengan Suhu 2-8 °c. *Jurnal Medika Husada*, 2(2), 24–31. <https://doi.org/10.59744/jumeha.v2i2.27>.
- Intantri, R., Alivameita, A., Studi, P., Laboratorium, T., & Sidoarjo, U. M. 2023. Effect of Duration and Temperature on Urea and Creatinine Serum. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1–5. Sidoarjo: Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Kachhawa, K., Kachhawa, P., Varma, M., Behera, R., Agrawal, D., & Kumar, S. 2017. Study of the Stability of Various Biochemical Analytes in Samples Stored at Different Predefined Storage Conditions at an Accredited Laboratory of India. *Journal of Laboratory Physicians*, 9(01), 011–015. <https://doi.org/10.4103/0974-2727.187928>.
- Kee, J. L. 2013. Pedomani Pemeriksaan Laboratorium Dan Diagnostik Edisi 6.

Jakarta: EGC.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Nomor 4 Tahun 2014 Tentang Cara Distribusi Alat yang Baik Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2014. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Nomor 1792/MENKES/SK/XII/2010 Tentang Pedoman Pemeriksaan Kimia Klinik. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Kesuma, S., Eka Farpina, E. F., & Sultan, S. 2024. Evaluasi Pemeriksaan Kreatinin dengan Penundaan 12 Jam pada Pasien Diabetes Melitus. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(1), 28–34. <https://doi.org/10.57151/jsika.v3i1.264>.

Khasanah, S. W. 2022. Gambaran Kadar Kolesterol Total Pada Serum Hemolisis Dan Non Hemolisis. *Karya Tulis Ilmiah*. Yogyakarta: Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

Khoza, S. P., Ford, S., Buthelezi, E. P., & Tanyanyiwa, D. M. (2021). Comparative study of chemical pathology sample collection tubes at the largest hospital in south africa. *Journal of Medical Biochemistry*, 40(4), 358–366. <https://doi.org/10.5937/jomb0-27216>.

Kriswiastiny, R. 2022. Hubungan Lama Menderita Diabetes Melitus dan Kadar Gula Darah dengan Kadar Kreatinin Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Medula*, 12(3), 413–420.

Mahmud. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Pustaka Setia.

Martsiningsih, M. A., Sujono, Supriyanta, B., Kasiyati, M., Surya, C., Martono, B., & Setiawan, B. 2023. Kadar Glukosa Pada Serum Lipemik Dengan Penggunaan Polyethylene Glycol 6000 8% Dan High Speed Sentrifugasi. *Jurnal Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta*, 11(1), 2338–1159.

Muminova, S., & Ismailov, S. 2020. Lipid metabolism in patients with diabetic nephropathy. *Endocrine Abstracts*, 1(4), 100095. <https://doi.org/10.1530/endoabs.70.aep514>.

Nakrani, M.N., Wineland, R. H dan Fatima, A. 2023. Physiology Glucose Metabolism. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560599/>. Diakses pada tanggal 25 April 2025.

Notoatmodjo, S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Nugraha, G & Badrawi, I. 2018. *Pedoman Teknik Pemeriksaan Laboratorium Klinik untuk Mahasiswa Teknologi Laboratorium Medik*. Jakarta : Trans Info Media.
- Nugraha, G. 2015. *Panduan Pemeriksaan Laboratorium Hematologi Dasar*. Jakarta: Trans Info Media.
- Nugraha, G. & I. Badrawi. 2018. *Pedoman Teknik Pemeriksaan Laboratorium Klinik*. Jakarta: Trans Info Media.
- Omar, J., Azman, W. N. W., Tan, S. K., Wahab, N. A. A., Xin-Yuin, S., Law, X. L., Chew, H. J., Husin, A., Rostenberghe, H. Van, & Abdullah, M. R. 2022. Effects of Time Delay in Processing Common Clinical Biochemical Parameters in an Accredited Laboratory. *IIUM Medical Journal Malaysia*, 21(4), 31–35. <https://doi.org/10.31436/imjm.v21i4.2070>.
- Paramita, N. P. A. I. 2019. Gambaran Kadar Kreatinin Serum Pada Anggota Fitnes Center Di Rai Fitnes Bandung. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- PERKENI. 2021. *Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021*. Yogyakarta: PB PERKENI.
- Pum, J. K. W. 2020. Evaluating sample stability in the clinical laboratory with the help of linear and non-linear regression analysis. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 58(2), 188–196. <https://doi.org/10.1515/cclm-2019-0596>.
- Purwaningsih, N. V., Maulidyanti, E. T. S., & Widyastuti, R. 2023. Comparison of Serum Stability against Uric Acid and Glucose. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 16(4), 1885–1889. <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2023.00309>.
- Rif'at, I. D., Hasneli N, Y., & Indriati, G. 2023. Gambaran Komplikasi Diabetes Melitus Pada Penderita Diabetes Melitus. *Jurnal Keperawatan Profesional*, 11(1), 52–69. <https://doi.org/10.33650/jkp.v11i1.5540>.
- Sacher, R. A. dan R. A. McPherson. 2014. *Tinjauan Klinis Hasil Pemeriksaan Laboratrium*. Jakarta : EGC.
- Sadikin, M. 2014. *Biokimia Darah*. Jakarta: Widya Medika.
- Sadowska-Bartosz, I., & Bartosz, G. 2022. Prevention of protein glycation by natural compounds. *Molecules*, 20(2), 3309–3334. <https://doi.org/10.3390/molecules20023309>.

- Setiawan, B., Nugraheni, U. R., & Rahayu, M. 2021. Vacutainer serum separator sebagai alternatif tabung penampung darah pada pemeriksaan kadar ureum. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 4(1), 81. <https://doi.org/10.30651/jmlt.v4i1.7447>.
- Shandong Chengwu. 2024. *Tabung SST Aktivator Gel*. <https://id.chengwumed.com/blood-collection-tube/disposable-vacuum-blood-collection-tube/gel-and-clot-activator-vaccum-blood.html>. Diakses pada tanggal 1 Desember 2024.
- Siregar, M. T., Wieke, S., Doni, S dan Anik, N. 2018. Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medik (ATLM) Kendali Mutu. Jakarta: Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2019. *Metodelogi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Susanti, A. M., Cholifah, S., Puspita Sari, R., & Tangerang, S. Y. 2021. Pengaruh Pemberian Jus Tomat Terhadap Kadar Gula Darah Sewaktu Pada Pasien Hiperglikemia. *Nusantara Hasana Journal*, 1(3), 96–102. Tangerang: Stikes Yatsi Tangerang.
- Susanti, F. 2021. Buku Ajar Kimia Klinik. https://books.google.co.id/books/about/BUKU_AJAR_KIMIA_KLINIK.html?id=nms8EAAAQBAJ&redir_esc=y. Diakses pada tanggal 25 April 2025.
- Tandra, Hans. 2021. *Diabetes*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Taurusita, D., Handyati, A., Hermawati, E., & Sumarni, T. 2017. *Kimia Klinik Program Teknologi Laboratorium Medik*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Westgard. 2025. Desirable Biological Variation Database Specifications. <https://www.westgard.com/clia-a-quality/quality-requirements/238biobase1.html>. Diakses pada tanggal 25 April 2025.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Permohonan Izin Pendahuluan.

 Kemenkes	Kementerian Kesehatan Poltekkes Yogyakarta Jalan Tata Bumi No. 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, D.I. Yogyakarta 55293 (0274) 617601 https://poltekkesjogja.ac.id
Nomor : LB.02.01/F.XXVII.10/920/2024 Lamp : - Hal : Permohonan Izin Pendahuluan	Yogyakarta, 13 Desember 2024
Kepada Yth. : Direktur Utama Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta di- Yogyakarta	
Dengan hormat, Sehubungan dengan kegiatan uji pendahuluan yang akan dilakukan oleh mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Berkaitan dengan hal tersebut, dengan ini kami mohon izin dan bantuan Bapak/Ibu agar mahasiswa yang bersangkutan dapat melaksanakan kegiatan sesuai dengan perihal di atas. Adapun mahasiswa yang akan melakukan uji pendahuluan adalah :	
Nama : Lidia Ratu Fandani NIM : P07134221006 Judul : Penggunaan Serum Pasien Diabetes Melitus Kadar > 250 mg/dL yang Disimpan 7 Hari Suhu 2-8°C Pada Tabung SST (Serum Separator Tube) untuk Konfirmasi Pemeriksaan Kreatinin	
Demikian atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.	
Ketua Jurusan  Muji Rahayu, S.Si, Apt, M.Sc. NIP. 196606151985112001 	
	

Lampiran 2. Surat Izin Studi Pendahuluan.



RS PKU MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA
ALMAUN (Amanah, Lengkap, Mutu, Antusias, Universal, Nyaman)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

14 Jumadil Akhir 1446 H / 16 Desember 2024 M
Nomor : 2063 / Pl.24.2 / XII / 2024
Hal : Izin Studi Pendahuluan

Kepada Yth.
Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
di tempat

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh
Berdasarkan surat Saudara Nomor : LB.02.01/F.XXVII.10/920/2024 tertanggal 13 Desember 2024 tentang Permohonan Izin Studi Pendahuluan bagi :

Nama : Lidia Ratu Fandani
NIM : P07134221006
Judul : Penggunaan Serum Pasien Diabetes Melitus Kadar > 250 mg/dL yang Disimpan 7 Hari Suhu 2-8°C pada Tabung SST (Serum Separator Tube) Untuk Konfirmasi Pemeriksaan Kreatinin

Bersama ini disampaikan bahwa, kami RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta mengabulkan permohonan izin studi pendahuluan tersebut, dengan ketentuan :

1. Bersedia mentaati peraturan yang berlaku di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bersedia mengganti barang yang dirusakkan selama menjalankan pengambilan data.
3. Bersedia menyerahkan pas foto 2 x 3 sebanyak 1 lembar untuk tanda pengenal.
4. Bersedia mentaati peraturan protokol kesehatan covid-19 yang berlaku di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bersedia memberikan **biaya administrasi** sebesar **Rp 200.000,- (dua ratus ribu rupiah)** berlaku untuk kurun waktu 1 (satu) bulan dan diselesaikan sebelum pelaksanaan.
6. Setelah selesai pengambilan data di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta, yang bersangkutan melapor ke Diklat serta mengembalikan tanda pengenal.

Catatan :
Selama melakukan pengambilan data berkonsultasi dengan fasilitator dari rumah sakit, yaitu :
- **Doni Wahyu Saputro, A.Md.Kes**

Jika ketentuan-ketentuan diatas tidak dapat dipenuhi, maka dengan terpaksa kami akan meninjau ulang kerjasama dengan institusi bersangkutan untuk waktu-waktu selanjutnya.

Demikian surat pemberitahuan ini dibuat, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh



Direktur Utama
dr. H. Mohammad Komarudin, Sp.A
NBM. 1.066.955

Tembusan :

1. Direktur SDI & AIK	4. Fasilitator yang bersangkutan
2. Spv. Akuntansi Manajemen & Tarif	5. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Spv. Diklat	6. Arsip

Jalan KH. Ahmad Dahlan Nomor 20 Yogyakarta 55122
Telepon: (0274) 512653 Email : pkujogja@gmail.com
Faximile: (0274) 566129 Website : www.rspkujogja.com

Lampiran 3. Kit Reagen Kreatinin (Enzimatik).

**BECKMAN
COULTER®**

CREATININE (ENZYMATIC)

4 x 45 mL
4 x 15 mL

R1
R2

Intended Use
Enzymatic assay for the quantitative determination of creatinine in human serum, plasma and urine on Beckman Coulter AU analysers. For *in vitro* diagnostic use only.

Summary^{1,2,3}
Creatinine is a metabolic product of creatine and phosphocreatine, which are both found almost exclusively in muscle. Thus, creatinine production is proportional to muscle mass and varies little from day to day. Measurements of creatinine are used in the diagnosis and treatment of renal disease and prove useful in the evaluation of kidney glomerular function and in monitoring renal dialysis. However, the serum level is not sensitive to early renal damage and responds more slowly than blood urea nitrogen (BUN) to haemodialysis during treatment of renal failure. Both serum creatinine and BUN are used to differentiate prerenal and postrenal (obstructive) azotemia. An increase in serum BUN without concomitant increase of serum creatinine is key to identifying prerenal azotemia. In post renal conditions where obstruction to the flow of urine is present e.g. malignancy, nephrolithiasis and prostatism, both the plasma creatinine and urea levels will be increased; in these situations the rise is disproportionately greater for BUN due to the increased back diffusion of urea. Serum creatinine varies with the subject's age, body weight, race and sex. It is sometimes low in subjects with relatively small muscle mass, cachectic patients, amputees, and in older persons. A serum creatinine level that would usually be considered normal does not rule out the presence of impaired renal function.

Test Principle
Creatinine is hydrolysed by creatinase to creatine. The creatine formed is hydrolysed by creatinase to sarcosine and urea. Sarcosine oxidase catalyzes the oxidative demethylation of the sarcosine to yield glycine, formaldehyde and hydrogen peroxide. In the presence of peroxidase (POD), the hydrogen peroxide formed reacts by quantitative oxidation condensation with N-(3-sulfopropyl)-3-methoxy-5-methylaniline (HMMPS) and 4-aminoantipyrine to yield a blue pigment. The creatinine concentration is proportional to the change in absorbance at 600/700 nm.

Reaction Principle

Creatinine + H₂O

Creatinase
→

Creatine

Creatine + H₂O

Creatinase
→

Sarcosine + Urea

Sarcosine + H₂O + O₂

Sarcosine Oxidase
→

Glycine + Formaldehyde + H₂O₂

H₂O₂ + 4-aminoantipyrine + HMMPS

POD
→

Blue Pigment

Contents, Reagent Composition in the Test
Final concentration of reactive ingredients:

Good's Buffer	50 mmol/L
Creatinase	56.3 IU/mL
Sarcosine oxidase	15 IU/mL
HMMPS	0.68 mmol/L
Creatinase	100 IU/mL
Peroxidase	12.5 U/mL
4-Aminoantipyrine	1.53 mmol/L
Preservative	

Precautions and Warnings
Exercise the normal precautions required for handling all laboratory reagents.
To avoid the possible build-up of azide compounds, flush waste-pipes with water after the disposal of undiluted reagent.
Dispose of all waste material in accordance with local guidelines.
Safety data sheet available for professional user on request.

Reagent Preparation
The reagents are ready for use and can be placed directly on board the instrument.

Storage and Stability
The reagents are stable, unopened, up to the stated expiry date when stored at 2...8°C. Once open, reagents stored on board the instrument are stable for 60 days.

Specimen
Serum and heparinised plasma.
Stable in serum and plasma for 7 days when stored at 2...25°C.⁴
Urine: Collect urine without using preservatives. Store at 2...8°C.⁵

Test Procedure
Refer to the appropriate User Guide and Setting Sheet for analyser-specific assay instructions for the sample type as listed in the Intended Use Statement.

Lampiran 4. Surat Permohonan *Ethical Clearance*

 Kemenkes	Kementerian Kesehatan Poltekkes Yogyakarta Jalan Tata Bumi No. 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, D.I. Yogyakarta 55293 (0274) 617601 https://poltekkesjogja.ac.id
Nomor : LB.02.01/F.XXVII.10/050/2025 Lamp : - Hal : Permohonan Ethical Clearance	Yogyakarta, 13 Januari 2025
Kepada Yth, Ketua KEPK RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta di- Yogyakarta	
Dengan hormat, Sehubungan dengan akan dilaksanakannya penelitian bagi mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, maka dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan <i>Ethical Clearance</i> dari RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta, atas nama mahasiswa :	
Nama	: Lidia Ratu Fandani
NIM	: P07134221006
Judul Penelitian	: Penggunaan Serum Pasien Diabetes Melitus Kadar >250 Mg/Dl Yang Disimpan 7 Hari Suhu 2-8°C Pada Tabung SST (Serum Separator Tube) Untuk Konfirmasi Pemeriksaan Kreatinin
Jenis Penelitian	: Pre-Experimental Design
Tempat Penelitian	: RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta
Pembimbing	: 1. Sujono, SKM, M. Sc. 2. Uilya Rahmawati, SST, MKL
Demikian atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.	
 Ketua Jurusan Muji Rahayu, S.Si, Apt, M.Sc. NIP. 196606151985112001	
	

Lampiran 5. Surat Permohonan Izin Penelitian

 Kemenkes	Kementerian Kesehatan Poltekkes Yogyakarta Jalan Tata Bumi No. 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, D.I. Yogyakarta 55293 (0274) 617601 https://poltekkesjogja.ac.id
Nomor : LB.02.01/F.XXVII.10/054/2025 Lamp : - Hal : Permohonan Izin Penelitian	Yogyakarta, 13 Januari 2025
Kepada Yth. : Direktur RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta di- Tempat	
Dengan hormat, Sehubungan dengan kegiatan penelitian yang akan dilakukan oleh mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Berkaitan dengan hal tersebut, dengan ini kami mohon izin dan bantuan Bapak/Ibu agar mahasiswa yang bersangkutan dapat melaksanakan kegiatan sesuai dengan perihal di atas. Adapun mahasiswa yang akan melakukan penelitian adalah :	
Nama	: Lidia Rata Fandani
NIM	: P07134221006
Judul	: Penggunaan Serum Pasien Diabetes Melitus Kadar >250 Mg/Dl Yang Disimpan 7 Hari Suhu 2-8°C Pada Tabung SST (Serum Separator Tube) Untuk Konfirmasi Pemeriksaan Kreatinin
Tempat Penelitian	: RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta
Demikian atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.	
 Muti Rahayu, S.Si, Apt, M.Sc. NIP. 196606151985112001	
	

Lampiran 6. *Ethical Clearance*

	RS PKU MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA ALMAUN (Amanah, Lengkap, Mutu, Antusias, Universal, Nyaman)	KOMITE ETIK PENELITIAN Sekertariat Diklat RS PKU Yogyakarta Email kepk.rspku@gmail.com Telp/WA 08895701255
---	---	--

**PERSETUJUAN KOMITE ETIK
ETHICS COMMITTEE APPROVAL**

No. 00055/KT.7.4/III/2025

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
The research protocol proposed by

Peneliti Utama : Lidia Ratu Fandani
The research protocol proposed by

Nama Institusi : Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta
Name of the Institution

Dengan Judul
Title

"PENGUNAAN SERUM PASIEN DIABETES MELITUS KADAR > 250 MG/DL YANG DISIMPAN 7 HARI SUHU 2-8°C PADA TABUNG SST (SERUM SEPARATOR TUBE) UNTUK KONFIRMASI PEMERIKSAAN KREATININ"

"USE OF SERUM OF DIABETES MELLITUS PATIENTS > 250 MG/DL STORED FOR 7 DAYS AT 2-8°C IN SST (SERUM SEPARATOR TUBE) FOR CONFIRMATION OF CREATININE SCREENING"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.

Pernyataan Layak Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 07 March 2025 sampai dengan tanggal 06 March 2026

This declaration of ethics applies during the period 07 March 2025 until 06 March 2026

Professor and Chairperson
Yogyakarta, 07 March 2025



Dr. Endang Yuniarti, S.Si,
M.Kes



Lampiran 7. Surat Izin Penelitian



**RS PKU MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**
ALMAUN (Amanah, Lengkap, Mutu, Antusias, Universal, Nyaman)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

07 Ramadhan 1446 H / 07 Maret 2025 M
Nomor : 0509 / PI.24.2 / III / 2025
Hal : Ijin Penelitian

**Kepada Yth.
Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
di tempat**

Assalamu 'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh
Berdasarkan surat permohonan dari Komite Etik Penelitian RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta Nomor: 00057/SRIP/KEP-PKU/III/2025 tertanggal 7 Maret 2025 tentang penerbitan surat ijin penelitian Saudara :

**Nama Peneliti : Lidia Ratu Fandani
NIM : P07134221006
Judul Penelitian : Penggunaan Serum Pasien Diabetes Melitus Kadar >250 Mg/Dl yang Disimpan 7 Hari Suhu 2-8°C pada Tabung SST (Serum Separator Tube) Untuk Konfirmasi Pemeriksaan Kreatinin**

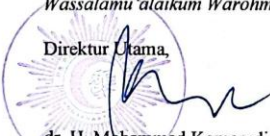
Bersama ini disampaikan bahwa, kami RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta mengabulkan permohonan izin penelitian tersebut, dengan ketentuan :

1. Bersedia mentaati peraturan yang berlaku di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta;
2. Bersedia mengganti barang yang dirusakkan selama menjalankan penelitian;
3. Bersedia menyerahkan pas foto 2 x 3 sebanyak 1 lembar untuk tanda pengenal;
4. Bersedia memberikan biaya administrasi sebesar Rp. 750.000,- (tujuh ratus lima puluh ribu rupiah) berlaku untuk kurun waktu 6 (enam) bulan dan diselesaikan sebelum pelaksanaan;
5. Setelah selesai pengambilan data penelitian di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta, peneliti wajib melapor ke Diklat dengan membawa hasil penelitian yang belum diujikan untuk dikoreksi dan dibuatkan surat keterangan selesai penelitian;
6. Peneliti wajib menyerahkan hasil penelitian yang telah diujikan dan disahkan kepada RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta melalui Diklat dalam bentuk *soft* dan *hard file*;
7. Selama melakukan penelitian, berkonsultasi dengan fasilitator dari rumah sakit, yaitu :
Srianita Yuniati, A.Md.AK

Jika ketentuan-ketentuan diatas tidak dapat dipenuhi maka dengan terpaksa kami akan meninjau ulang kerjasama dengan institusi bersangkutan untuk waktu-waktu selanjutnya.

Demikian pemberitahuan ijin penelitian ini disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terimakasih.
Wassalamu 'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Direktur Utama,



dr. H. Mohammad Komarudin, Sp.A
NBM. 1.066.955

Tembusan :

1. Direktur SDI & AIK	3. Spv. Diklat	5. Peneliti yang bersangkutan
2. Spv. Keuangan	4. Fasilitator yang bersangkutan	6. Arsip

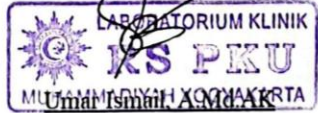
Jalan KH. Ahmad Dahlan Nomor 20 Yogyakarta 55122
Telepon: (0274) 512653 Email : pkujogja@gmail.com
Faximile: (0274) 566129 Website : www.rspkujogja.com

Lampiran 8. Data Penelitian

HASIL PENELITIAN
PENGUNAAN SERUM PASIEN DIABETES MELITUS KADAR >250 mg/dL YANG
DISIMPAN 7 HARI SUHU 2-8°C PADA TABUNG SST (SERUM SEPARATOR TUBE)
UNTUK KONFIRMASI PEMERIKSAAN KREATININ

*No.	Kadar Gula Darah (mg/dL)	Diperiksa Segera (mg/dL)	Setelah Disimpan 7 Hari (mg/dL)
1.	269	2.86	2.90
2.	286	0.62	0.65
3.	340	0.80	0.75
4.	284	3.79	3.84
5.	337	2.10	2.15
6.	321	5.50	5.57
7.	293	2.39	2.45
8.	328	1.30	1.28
9.	326	2.60	2.61
10.	342	0.60	0.60
11.	258	1.90	1.87
12.	268	5.40	5.41
13.	349	3.19	3.21
14.	343	2.01	2.03
15.	396	1.15	1.18
16.	333	0.96	1.06
17.	335	5.20	5.25
18.	336	5.25	5.26
19.	314	0.70	0.74
20.	301	0.53	0.58
21.	272	0.60	0.56
22.	263	3.10	3.08
23.	374	0.60	0.61
24.	530	0.48	0.47
25.	301	0.70	0.61
26.	269	5.30	5.35
27.	326	2.60	2.66
28.	270	1.00	0.91
29.	296	1.12	1.20
30.	329	6.12	6.06

Supervisor Laboratorium
RS PKU Muhammadiyah Yoyakarta



Umar Ismail, Amd. Ak.
NIP. 1455

Lampiran 9. Hasil Uji Statistik

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar kreatinin diperiksa segera	.183	30	.012	.851	30	.001
Kadar kreatinin disimpan 7 hari	.189	30	.008	.851	30	.001

a. Lilliefors Significance Correction

Test Statistics^a

	Kadar kreatinin disimpan 7 hari - Kadar kreatinin diperiksa segera
Z	-1.690 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.091

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

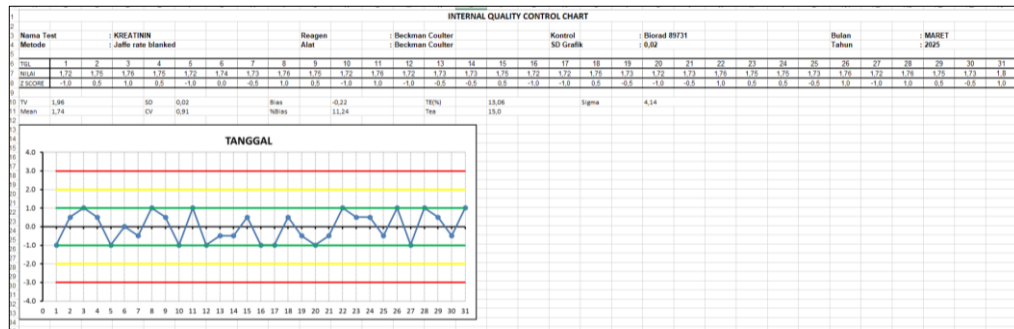
b. Based on negative ranks.

Paired Samples Test

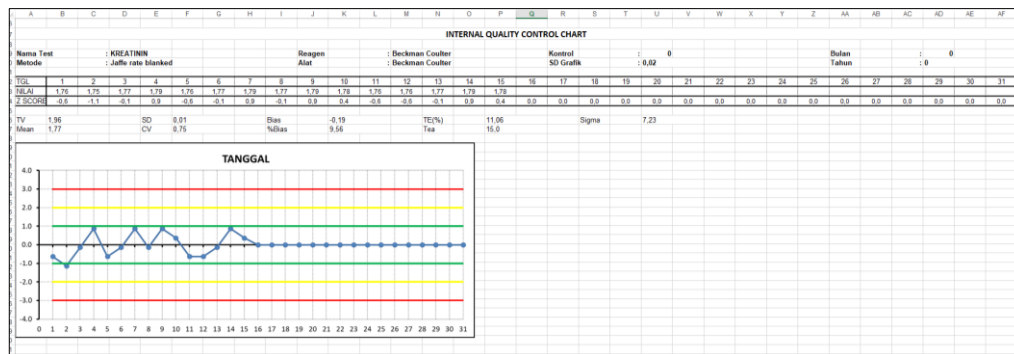
Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
			Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Paired Sample 1:	Kadar kreatinin diperiksa segera - Kadar kreatinin disimpan 7 hari	-.01433	.04797	.00876	-.03225	.00358	-1.637	29	.113

Lampiran 11. Internal Quality Control Kadar Kreatinin (Beckman Coulter AU480)

Bulan Maret



Bulan April





INDONESIAN EXTERNAL QUALITY ASSURANCE SERVICE (INAEQAS)
PERHIMPUNAN DOKTER SPESIALIS PATOLOGI KLINIK DAN
KEDOKTERAN LABORATORIUM INDONESIA (PDS-PatKLIIn)

Sertifikat

Diberikan Kepada :

PKU MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

telah mengikuti Program Pemantapan Mutu External INAEQAS - PDS PatKLIIn:

Bidang : Kimia Klinik
Siklus : 1 - 2024



Dr. Yusra, Sp.PK, Subsp. G.E.H(K), Ph.D
Ketua INAEQAS

Prof. DR. Dr. Aryati, MS, Sp.PK, Subsp.P.I(K), Subsp.I.K(K)
Ketua PP PDS PatKLIIn

*Sudah Terakreditasi bidang : Kimia Klinik, Hematologi, Hemostasis

Lampiran 13. Sertifikat Kalibrasi Alat *Centrifuge*

 Laboratorium Kalibrasi & Uji PT. ADI MULTI KALIBRASI	PT. ADI MULTI KALIBRASI LABORATORIUM KALIBRASI DAN UJI Jl. Cendana No. 9A, Semaki, Yogyakarta 55166 Telp. : (0274) 563515 ext. 1615 Website : www.lku.uad.ac.id ; E-mail : lku@uad.ac.id SK. DIRJEN YANKES NO. : HK.02.02/I/2464/2021
---	--

SERTIFIKAT KALIBRASI <i>Calibration Certificate</i>	
---	--

NOMOR ORDER : 183.U1.III.24 <i>Order Number</i>	
---	--

Nomor Sertifikat / <i>Certificate Number</i>	: 2096/AMK/VIII/2024
Bulan Terima Order	: Maret 2024
<i>Month of Order Received</i>	
Identitas Alat / <i>Instrument Identification</i>	
Nama Alat / <i>Instrument Name</i>	: Centrifuge
Merek / <i>Manufacturer</i>	: Hettich
Tipe / <i>Type</i>	: EBA 20
Nomor Seri / <i>Serial Number</i>	: 127880
Kapasitas / <i>Capacity</i>	: 6000 RPM
Daya Baca / <i>Readability</i>	: 1 RPM
Pemilik / <i>Owner</i>	
Nama / <i>Name</i>	: RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta
Alamat / <i>Address</i>	: Jl. KH. Ahmad Dahlan No. 20 Gondokusuman, Yogyakarta, D.I. Yogyakarta
Lokasi Kalibrasi / <i>Location of Calibration</i>	: Laboratorium
Tanggal Kalibrasi / <i>Calibration Date</i>	: 12 Agustus 2024
Metode / <i>Method</i>	: MK-009
Acuan / <i>References</i>	: MK No. 016, Keputusan Direktur Jenderal Pelayanan Kesehatan, Nomor: HK.02.02/I/0412/2020
Hasil Kalibrasi	: LAIK PAKAI disarankan untuk dikalibrasi ulang pada
<i>Result of Calibration</i>	12 Agustus 2025

Yogyakarta, 29 Agustus 2024
Direktur
 PT. ADI MULTI KALIBRASI
Apik Rusdiarna Indra Praja, S.Si., M.T.

FR-033-009 Rev 01

Halaman 1 dari 2

Dilarang menggandakan sebagian dari isi Sertifikat Kalibrasi ini tanpa izin tertulis dari PT. ADI MULTI KALIBRASI

Sertifikat Kalibrasi ini hanya berlaku untuk alat yang bersangkutan

Lampiran 14. Sertifikat Kalibrasi alat kimia *Beckman Coulter AU480*

S E R T I F I K A T K A L I B R A S I No : BC_Cert_DB_0016_03					
Kami selaku agen tunggal produk  Beckman Coulter di Indonesia menerangkan bahwa :					
Beckman Coulter™ AU480 Chemistry Analyzer S/N 2022090016					
Telah dilakukan maintenance, kalibrasi dan dinyatakan telah memenuhi syarat berdasarkan standar QC pabrik dan alat berfungsi dengan baik. Kalibrasi yang dilakukan meliputi coolant temperature, bath temperature, tegangan, test equipment dan safety test.					
Diterbitkan Tanggal : 8 Maret 2025					
					
					
PT. Diastika Biotekindo					
 Arsi Sujana Vice GM Commercial					
					
					
Berlaku Hingga : 8 Maret 2026					

Lampiran 15. Dokumentasi Penelitian



Centrifuge



Kulkas Penyimpanan



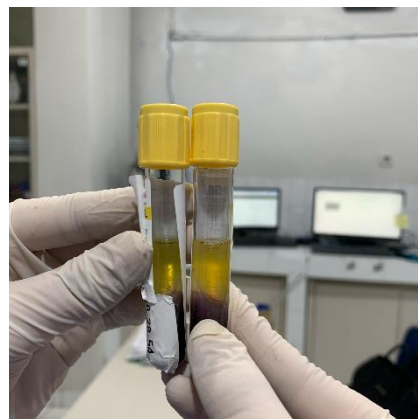
Beckman Coulter AU480



30 Sampel Penelitian



Kondisi Sampel Diperiksa Segera

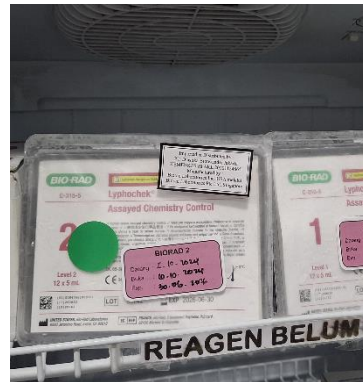


Kondisi Sampel Disimpan 7 Hari

REAGEN



Reagen Kreatinin



Reagen Control Beckman Coulter

PERLAKUAN PENELITIAN



Pencarian hasil kadar gula $>250\text{mg/dl}$ melalui SIL (LICA)



Pemilihan sampel



Pencatatan dan pelabelan sampel



Pemipetan sampel



Meletakkan Sampel Kedalam
Dudukan



Input dan Running
Sampel Yang Akan Diperiksa