

SKRIPSI

**KADAR GLUKOSA PADA SERUM LIPEMIK DENGAN
PENANGANAN MENGGUNAKAN FLOKULAN KITOSAN
DAN *HIGH SPEED* SENTRIFUGASI**



**WANDA APRILIA PUTRI
P07134222061**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM SARJANA TERAPAN
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN YOGYAKARTA
TAHUN 2026**

SKRIPSI

**KADAR GLUKOSA PADA SERUM LIPEMIK DENGAN
PENANGANAN MENGGUNAKAN FLOKULAN KITOSAN
DAN *HIGH SPEED* SENTRIFUGASI**

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



**WANDA APRILIA PUTRI
P07134222061**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM SARJANA TERAPAN
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN YOGYAKARTA
TAHUN 2026**

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

SKRIPSI

“Kadar Glukosa pada Serum Lipemik dengan Penanganan
Menggunakan Flokulan Kitosan dan *High Speed* Sentrifugasi”

*“Glucose Levels in Lipemic Serum Treated with a Chitosan Flocculant
and High Speed Centrifugation”*

Disusun oleh:

WANDA APRILIA PUTRI
NIM. P07134222061

telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal :
20 April 2026

Pembimbing Utama, Menyetujui, Pembimbing Pendamping,

Sistiyono, SKM, MPH
NIP. 196412171986031001

dr. Evi Fitriany, M.Biomed.
NIP. 197909112010012000

Yogyakarta, 20 April 2026
Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta

Muji Rahayu, S.Si., Apt., M.Sc.
NIP. 196606151985112001

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

“KADAR GLUKOSA PADA SERUM LIPEMIK DENGAN PENANGANAN MENGGUNAKAN FLOKULAN KITOSAN DAN *HIGH SPEED* SENTRIFUGASI”

Disusun oleh:

WANDA APRILIA PUTRI
NIM. P07134222061

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal: 5 Mei 2026

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Ketua,
Suyana, S.Si., M.Biotech. (.....)
NIP. 196509301985111001

Anggota,
Sistiyono, SKM, MPH (.....)
NIP. 196412171986031001

Anggota,
dr. Evi Fitriany, M.Biomed. (.....)
NIP. 197909112010012000

Yogyakarta, 25 Mei 2026
Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta

Muji Rahayu, S.Si., Apt., M.Sc.
NIP. 196606151985112001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Wanda Aprilia Putri

NIM : P07134222061

Tanda Tangan :

Tanggal : 20 April 2026

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Wanda Aprilia Putri
NIM : P07134222061
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis
Jurusan : Teknologi Laboratorium Medis

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

Kadar Glukosa pada Serum Lipemik dengan Penanganan Menggunakan Flokulan Kitosan dan *High Speed* Sentrifugasi

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Poltekkes Kemenkes Yogyakarta berhak menyimpan, mengalihmedia/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 : 20 April 2026
Yang menyatakan

(Wanda Aprilia Putri)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Kadar Glukosa pada Serum Lipemik dengan Penanganan Menggunakan Flokulan Kitosan dan *High Speed* Sentrifugasi”. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Kesehatan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Skripsi ini dapat terwujud atas bimbingan, pengarahan, serta bantuan dari berbagai pihak dan pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Iswanto, S.Pd., M.Kes. selaku Direktur Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
2. Muji Rahayu, S.Si., Apt., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
3. Sujono, SKM., M.Sc. selaku Ketua Prodi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
4. Suyana, S.Si., M.Biotech. selaku Ketua Dewan Penguji yang telah memberikan saran, masukan dan pengarahan
5. Sistiyono, SKM, MPH selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan saran, masukan dan pengarahan
6. dr. Evi Fitriany, M.Biomed. selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan saran, masukan dan pengarahan
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis yang senantiasa memberikan bimbingan dan dukungan akademik
8. Pimpinan dan seluruh staf lahan penelitian yang telah memberikan izin, fasilitas dan dukungan selama tahap penelitian
9. Mama dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan material, moral, doa dan motivasi
10. Rekan-rekan mahasiswa dan kelompok penelitian atas kerja sama, semangat dan kebersamaan yang telah terjalin
11. Rahmatullah Firmansyah yang selalu menemani, memberikan semangat,

serta menjadi tempat berbagi cerita dan keluh kesah selama proses penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Yogyakarta, Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
ABSTRAK	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	5
F. Keaslian Penelitian.....	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 9
A. Telaah Pustaka.....	9
B. Kerangka Teori	26
C. Hubungan Antar Variabel	27
D. Hipotesis.....	27
 BAB III METODE PENELITIAN	 28
A. Jenis dan Desain Penelitian	28
B. Alur Penelitian.....	30
C. Subjek dan Objek Penelitian	31
D. Waktu dan Tempat Penelitian.....	32
E. Variabel Penelitian.....	33
F. Definisi Operasional Variabel	33
G. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data.....	34
H. Alat dan Bahan Penelitian	34
I. Uji Validitas Instrumen.....	35
J. Prosedur Penelitian.....	36
K. Manajemen Data	40
L. Etika Penelitian	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
A. Gambaran Umum Serum Lipemik	43
B. Hasil Penelitian	44
C. Pembahasan	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
A. Kesimpulan.....	56
B. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Serum Lipemik.....	10
Gambar 2. Struktur Kitosan	19
Gambar 3. Mekanisme Kitosan sebagai Flokulan.....	21
Gambar 4. Reaksi Kimia GOD-PAP	24
Gambar 5. Kerangka Teori	26
Gambar 6. Hubungan Antar Variabel	27
Gambar 7. Alur Penelitian.....	30
Gambar 8. Perbandingan Kadar Glukosa pada Serum Lipemik sebelum dan setelah Penanganan Menggunakan Flokulan Kitosan serta <i>High Speed</i> Sentrifugasi.....	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Tingkat Lipemik	11
Tabel 2. Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Flokulan	18
Tabel 3. Nilai Rujukan Kadar Glukosa	25
Tabel 4. Desain Penelitian <i>One Group Pretest-Posttest</i>	29
Tabel 5. Prosedur Pemeriksaan Kadar Glukosa oleh <i>Chemistry Analyzer</i> BioSystems A15	37
Tabel 6. Gambaran Umum Serum Lipemik	43
Tabel 7. Kadar Glukosa pada Serum Lipemik sebelum dan setelah Penanganan Menggunakan Flokulan Kitosan serta <i>High Speed</i> Sentrifugasi	44
Tabel 8. Hasil Uji Normalitas Data	46
Tabel 9. Hasil Uji Homogenitas Data	47
Tabel 10. Hasil Uji Beda Lebih dari 2 Sampel	47
Tabel 11. Hasil Uji Besar Pengaruh	48
Tabel 12. Hasil Evaluasi Bias	49

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Layak Etik
- Lampiran 2. Surat Izin Penelitian
- Lampiran 3. Data Pemeriksaan Kadar Glukosa
- Lampiran 4. Hasil Analisis Deskriptif
- Lampiran 5. Hasil Analisis Statistik
- Lampiran 6. Perhitungan Evaluasi Bias
- Lampiran 7. Grafik Levey Jennings
- Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 9. *Certificate of Analysis Chitosan*
- Lampiran 10. *Package Insert* Reagen Glukosa (Genuine Biosystem)

GLUCOSE LEVELS IN LIPEMIC SERUM TREATED WITH A CHITOSAN FLOCCULANT AND HIGH SPEED CENTRIFUGATION

ABSTRACT

Background: Glucose testing is widely used for screening, diagnosis and monitoring of metabolic disorders. Most methods are spectrophotometric and require clear samples. Lipemia, a pre-analytical interference caused by lipoproteins such as chylomicrons and VLDL, makes serum turbid and can falsely elevate results. Lipemic samples can be treated using high-speed centrifugation or alternative methods such as chitosan flocculant.

Objective: To determine the ability of chitosan flocculant to handle lipemic serum in glucose examination compared with high speed centrifugation.

Method: This pre-experimental study used a one-group pretest–posttest design with 20 lipemic serum samples (triglycerides 500–799 mg/dL) from RSUP Dr. Sardjito. Glucose levels were measured before treatment, after chitosan flocculant treatment and after high-speed centrifugation using the GOD-PAP method. Data were analyzed using Repeated Measures ANOVA and bias evaluation.

Result: The Repeated Measures ANOVA test showed a significant difference in glucose levels among the three measurement conditions ($p < 0.05$). Post hoc analysis indicated that glucose levels before treatment were significantly different compared with those after treatment using both chitosan flocculant and high-speed centrifugation ($p < 0.05$), while no significant difference was found between glucose levels after treatment using chitosan flocculant and high-speed centrifugation ($p > 0.05$). The bias value was -2.22% , with limits of agreement ranging from -13.13% to 8.69% , which fall outside the TEa CLIA $\pm 8\%$ criteria.

Conclusion: Chitosan flocculant can reduce the effect of lipemia in glucose examination, but its performance is not yet equivalent to high speed centrifugation based on clinical agreement criteria.

Keywords: *Lipemic serum, Chitosan, High speed centrifugation, Glucose*

KADAR GLUKOSA PADA SERUM LIPEMIK DENGAN PENANGANAN MENGGUNAKAN FLOKULAN KITOSAN DAN *HIGH SPEED* SENTRIFUGASI

ABSTRAK

Latar Belakang: Pemeriksaan kadar glukosa merupakan pemeriksaan kimia klinik yang penting untuk skrining, diagnosis dan pemantauan gangguan metabolik. Metode yang umum digunakan berbasis spektrofotometri sehingga memerlukan sampel yang jernih. Lipemia sebagai gangguan pra-analitik menyebabkan serum tampak keruh akibat partikel lipoprotein seperti kilomikron dan VLDL, sehingga dapat meningkatkan hasil pemeriksaan menjadi tidak akurat. Penanganan serum lipemik dapat dilakukan dengan *high speed* sentrifugasi atau penggunaan flokulan kitosan sebagai alternatif.

Tujuan: Mengetahui kemampuan flokulan kitosan dalam menangani serum lipemik pada pemeriksaan kadar glukosa dibandingkan dengan *high speed* sentrifugasi.

Metode: Penelitian pre-eksperimen dengan desain *one group pretest-posttest* menggunakan 20 sampel serum lipemik (kadar trigliserida 500–799 mg/dL) dari RSUP Dr. Sardjito. Sampel diperiksa kadar glukosanya sebelum dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan serta *high speed* sentrifugasi dengan metode GOD-PAP. Data dianalisis menggunakan Repeated Measures ANOVA dan evaluasi bias.

Hasil: Uji Repeated Measures ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan bermakna kadar glukosa antara ketiga kondisi pengukuran ($p < 0,05$). Uji lanjut menunjukkan bahwa kadar glukosa sebelum penanganan berbeda bermakna dibandingkan dengan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan maupun *high speed* sentrifugasi ($p < 0,05$), sedangkan kadar glukosa setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan tidak berbeda bermakna dengan *high speed* sentrifugasi ($p > 0,05$). Nilai bias sebesar $-2,22\%$ dengan batas kesepakatan $-13,13\%$ hingga $8,69\%$, berada di luar batas TEa CLIA $\pm 8\%$.

Kesimpulan: Flokulan kitosan mampu mengurangi pengaruh lipemia pada pemeriksaan kadar glukosa, namun kemampuannya belum setara dengan *high speed* sentrifugasi berdasarkan kriteria kesesuaian klinis.

Kata Kunci: Serum lipemik, Kitosan, *High speed* sentrifugasi, Glukosa

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Laboratorium klinik merupakan salah satu sarana pelayanan kesehatan yang berperan penting dalam mendukung upaya peningkatan derajat kesehatan, baik bagi individu maupun masyarakat. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia no. 43 tahun 2013, laboratorium klinik diartikan sebagai fasilitas pelayanan kesehatan yang melakukan pemeriksaan terhadap spesimen klinik guna memperoleh informasi mengenai kondisi kesehatan seseorang untuk menunjang kegiatan diagnosis, terapi, serta pemulihan penyakit. Laboratorium memiliki kontribusi besar dalam pelayanan kesehatan, sebab sekitar 70% keputusan medis ditentukan berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium (Raymond, dkk., 2020). Sehingga, peningkatan serta pemantapan mutu hasil pemeriksaan laboratorium perlu dilakukan.

Mutu hasil pemeriksaan laboratorium dipengaruhi oleh tiga tipe kesalahan, yaitu kesalahan pra-analitik, analitik dan pasca-analitik. Proporsi masing-masing kesalahan tersebut adalah 61% pada tahap pra-analitik, 25% pada tahap analitik dan 14% pada tahap pasca-analitik (Permenkes, 2013). Kesalahan yang terjadi pada tahap pra-analitik menjadi penyumbang terbesar terhadap ketidaktepatan hasil, karena tahap ini sangat bergantung pada mutu spesimen yang dianalisis. Gangguan seperti hemolisis, lipemia dan ikterik merupakan contoh masalah pada tahap pra-analitik yang dapat menyebabkan kesalahan dalam pemeriksaan laboratorium (Lieseke dan Zeibig, 2017).

Sampel lipemik ditemukan dengan frekuensi sekitar 0,5–2,5% dari seluruh sampel laboratorium, bergantung pada jenis dan proporsi spesimen yang diperiksa di fasilitas pelayanan kesehatan (Soleimani, dkk., 2020). Serum atau plasma yang mengalami lipemia biasanya tampak keruh dan berwarna putih susu akibat penumpukan partikel besar lipoprotein, terutama kilomikron dan *very low-density* lipoprotein (VLDL), serta meningkatnya kadar trigliserida (Sugiah, dkk., 2023). Kondisi lipemik pada serum umumnya terlihat ketika konsentrasi trigliserida melebihi 300 mg/dL (Prendes, dkk., 2023). Kekeruhan tersebut dapat menimbulkan gangguan hasil analisis pada berbagai parameter pemeriksaan laboratorium karena meningkatkan hamburan cahaya pada metode spektrofotometri (Mainali, dkk., 2017). Dengan demikian, diperlukan metode penanganan khusus untuk mengurangi efek kekeruhan pada sampel lipemik.

Penanganan standar untuk sampel lipemik menurut Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) dilakukan dengan ultrasentrifugasi. Metode sentrifugasi jenis ini efektif memisahkan lipid dari serum, namun membutuhkan volume sampel besar dan biaya mahal sehingga umumnya tidak tersedia di laboratorium kecil atau laboratorium satelit (Soleimani, dkk., 2020). Akibat keterbatasan tersebut, laboratorium mencari berbagai alternatif penanganan, salah satunya *high speed* sentrifugasi yang banyak dimanfaatkan di lapangan karena membutuhkan volume sampel lebih kecil dan biaya lebih rendah, serta efektivitasnya terbukti serupa dengan ultrasentrifugasi (Castro, dkk., 2018). World Health Organization (2002) menyebutkan bahwa *high speed* sentrifugasi untuk menghilangkan kekeruhan pada serum lipemik dapat dilakukan pada

kecepatan kurang dari 20.000 rpm dengan durasi hingga 60 menit. Meskipun tersedia luas di laboratorium skala kecil maupun besar, waktu pemrosesan yang lama tetap menjadi kelemahan yang perlu dipertimbangkan.

Alternatif lain penanganan sampel lipemik dapat dilakukan melalui penambahan flokulan. Flokulan adalah bahan tambahan yang mempercepat pembentukan flok sehingga menghasilkan fase cair yang lebih jernih dan siap dianalisis (Yang, dkk., 2016). Secara umum, flokulan dibagi menjadi dua jenis, yaitu flokulan anorganik dan flokulan organik. Beberapa contoh flokulan yang pernah diteliti untuk penanganan serum lipemik adalah siklodekstrin, Polietilen Glikol (PEG) 6000 dan kitosan.

Kitosan merupakan salah satu contoh flokulan organik alami (bioflokulan) (Yang, dkk., 2016). Dibandingkan dengan flokulan lain, kitosan memiliki biaya yang lebih rendah dan ketersediaannya luas di Indonesia. Kitosan juga bersifat biodegradabel dan memiliki waktu penanganan yang singkat (Badawi, dkk., 2023). Karakteristik tersebut membuat kitosan berpotensi mengatasi keterbatasan biaya dan lamanya proses pada metode sentrifugasi.

Pemeriksaan kadar glukosa merupakan salah satu analisis kimia klinik yang paling sering dilakukan untuk skrining, diagnosis dan pemantauan gangguan metabolik seperti diabetes melitus. Pemeriksaan ini umumnya menggunakan metode enzimatik *glucose oxidase-peroxidase* berbasis spektrofotometri, sehingga memerlukan sampel yang jernih dan bebas dari gangguan optik seperti lipemia (Sacks, dkk., 2023). Adanya kekeruhan pada serum lipemik dapat menyebabkan peningkatan hamburan cahaya, yang berakibat pada hasil

pemeriksaan glukosa menjadi lebih tinggi dari nilai sebenarnya (ArulVijayaVani, dkk., 2022; Soleimani, dkk., 2020). Oleh karena itu, diperlukan alternatif penanganan serum lipemik yang lebih efisien dari segi biaya maupun waktu, yaitu dengan menggunakan flokulan kitosan sebagai agen penjernih. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan flokulan kitosan dalam menangani serum lipemik pada pemeriksaan kadar glukosa dibandingkan dengan *high speed* sentrifugasi.

B. Rumusan Masalah

Apakah flokulan kitosan dapat digunakan untuk menangani serum lipemik pada pemeriksaan kadar glukosa?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mengetahui kemampuan flokulan kitosan dalam menangani serum lipemik pada pemeriksaan kadar glukosa dibandingkan dengan *high speed* sentrifugasi.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui perbedaan kadar glukosa pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan.
- b. Mengetahui perbedaan kadar glukosa pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan menggunakan *high speed* sentrifugasi.
- c. Mengetahui perbedaan kadar glukosa pada serum lipemik setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan dan *high speed* sentrifugasi.

D. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini mencakup ruang lingkup bidang Teknologi Laboratorium Medis khususnya bidang Kimia Klinik.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat menambah bukti ilmiah mengenai penggunaan flokulan kitosan sebagai alternatif penanganan serum lipemik pada pemeriksaan kadar glukosa di laboratorium klinik bidang kimia klinik.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi:

- a. Pengelola dan manajemen laboratorium, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pertimbangan dalam menetapkan prosedur atau kebijakan penanganan sampel lipemik agar prosesnya lebih efisien dari segi biaya maupun waktu.
- b. Institusi pendidikan, penelitian ini dapat menambah wawasan dan referensi dalam pembelajaran mengenai penanganan interferensi lipemia pada pemeriksaan kimia klinik.

F. Keaslian Penelitian

1. Penelitian oleh Wiranto, dkk. (2024) yang berjudul "*Penggunaan Polietilena Glikol 6000 sebagai Flokulan Lipoprotein pada Serum Lipemik dalam Analisis Trigliserida*". Penelitian tersebut menguji beberapa konsentrasi PEG (1%, 4%, 6% dan 8%) dan menemukan bahwa konsentrasi optimal untuk menghilangkan kekeruhan berbeda tergantung

kadar trigliserida (4% untuk 300 mg/dL, 6% untuk 400 mg/dL dan 8% untuk 500 mg/dL). Hasil menunjukkan bahwa PEG 6000 mampu mengurangi kekeruhan dan menghasilkan nilai trigliserida yang mendekati kadar serum murni. Persamaan dengan penelitian ini terletak pada fokus penanganan serum lipemik menggunakan flokulan sebagai alternatif ultrasentrifugasi. Perbedaannya, penelitian Wiranto menggunakan flokulan PEG 6000 dengan parameter trigliserida, sedangkan penelitian ini menggunakan flokulan kitosan dengan parameter glukosa.

2. Penelitian oleh Martsiningsih, dkk. (2023) yang berjudul “*Kadar Glukosa pada Serum Lipemik dengan Penggunaan Polyethylene Glycol 6000 8% dan High Speed Sentrifugasi*”. Penelitian tersebut membandingkan efektivitas *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 konsentrasi 8% dengan *high speed* sentrifugasi dalam mengurangi kekeruhan serum lipemik pada pemeriksaan kadar glukosa. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan bermakna ($p = 0,000$) antara kadar glukosa sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan PEG 6000 8% maupun *high speed* sentrifugasi (13.400 rpm selama 45 menit). Penggunaan PEG 6000 8% menurunkan rerata kadar glukosa sebesar 7,65 mg/dL (6,35%), sedangkan *high speed* sentrifugasi menurunkan 2,2 mg/dL (2,03%). Persamaan dengan penelitian ini terletak pada fokus penanganan serum lipemik menggunakan flokulan sebagai alternatif ultrasentrifugasi, serta sama-sama membandingkan hasil kadar glukosa

dengan penanganan menggunakan flokulan dan *high speed* sentrifugasi. Perbedaannya, penelitian Martsiningsih menggunakan flokulan PEG 6000, sedangkan penelitian ini menggunakan flokulan kitosan.

3. Penelitian oleh Fathurrohman, dkk. (2022) yang berjudul “*Perbedaan Kadar Glukosa pada Serum Lipemik dengan dan tanpa Penambahan Kitosan*”. Penelitian tersebut membandingkan hasil pemeriksaan glukosa pada serum lipemik dengan dan tanpa penambahan kitosan sebagai flokulan alami untuk mengurangi kekeruhan serum. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan bermakna ($p = 0,000$) antara kadar glukosa sebelum dan sesudah penambahan kitosan 2,5%. Kadar glukosa terendah pada serum lipemik tanpa penambahan kitosan sebesar 95,36 mg/dL dan setelah penambahan kitosan menjadi 86,69 mg/dL (selisih sebesar 8,67 mg/dL atau 9,09%), sedangkan kadar glukosa tertinggi tanpa penambahan kitosan sebesar 316,40 mg/dL dan setelah penambahan kitosan menjadi 274,28 mg/dL (selisih sebesar 42,12 mg/dL atau 13,31%). Persamaan dengan penelitian ini terletak pada fokus penanganan serum lipemik menggunakan flokulan kitosan pada parameter glukosa. Perbedaannya, penelitian Fathurrohman hanya menggunakan flokulan kitosan, sedangkan penelitian ini juga membandingkannya dengan *high speed* sentrifugasi.
4. Penelitian oleh Castro, dkk. (2018) yang berjudul “*Removing Lipemia in Serum/ Plasma Samples: A Multicenter Study*”. Penelitian tersebut membandingkan efektivitas ultrasentrifugasi dengan *high speed*

sentrifugasi dalam menangani serum lipemik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sentrifugasi berkecepatan tinggi dapat digunakan sebagai alternatif pengganti ultrasentrifugasi karena tidak terdapat perbedaan hasil yang signifikan antara keduanya. Selain itu, penelitian tersebut juga menilai perbandingan antara *high speed* sentrifugasi, *LipoClear* dan *1,1,2-trichlorotrifluoroethane* dalam pengolahan serum lipemik. Pada beberapa parameter, hasil pengukuran setelah perlakuan dengan *LipoClear* maupun *1,1,2-trichlorotrifluoroethane* tidak berbeda secara klinis dibandingkan *high speed* sentrifugasi. Namun, karena pada parameter protein total, albumin, kalsium dan AST perbedaan yang timbul telah melampaui batas signifikansi klinis, penulis menyimpulkan bahwa kedua teknik tersebut tidak cocok digunakan sebagai teknik umum penghilangan lipemia. Persamaan dengan penelitian ini terletak pada penggunaan *high speed* sentrifugasi. Perbedaannya, penelitian Castro menggunakan *LipoClear* dan *1,1,2-trichlorotrifluoroethane* sebagai bahan pembersih sedangkan penelitian ini menggunakan kitosan sebagai agen flokulan alami.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

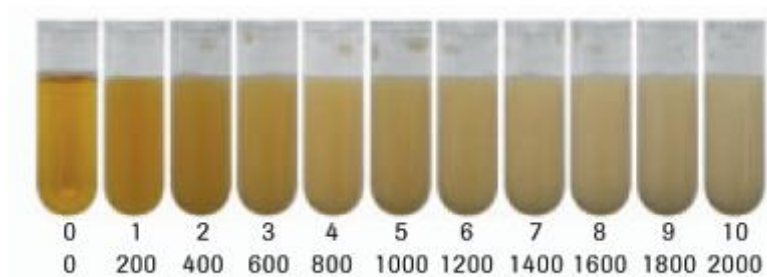
1. Serum Lipemik

a. Pengertian Serum Lipemik

Serum adalah bagian cair darah yang tidak mengandung fibrinogen (Vignoli, dkk., 2022). Serum diperoleh dengan membiarkan darah membeku pada suhu kamar selama 20–30 menit dan sampel kemudian disentrifugasi 5–15 menit pada kecepatan 3.000 rpm. Proses ini membantu memisahkan bagian seluler darah dari bagian cairnya sehingga darah terpisah menjadi tiga lapisan yaitu eritrosit, *buffy coat* dan serum. Untuk keperluan pemeriksaan laboratorium, serum yang ideal adalah yang tidak hemolisis, tidak lipemik dan tidak ikterik (Permenkes, 2013).

Serum lipemik adalah serum yang tampak keruh dengan warna menyerupai putih susu. Kekeruhan ini terutama disebabkan oleh penumpukan partikel lipoprotein berukuran besar seperti kilomikron dan *very low-density* lipoprotein (VLDL) serta berkaitan dengan tingginya kadar trigliserida (Sugiah, dkk., 2023). Lipoprotein lain seperti *low density* lipoprotein (LDL) dan *high density* lipoprotein (HDL) umumnya tidak dapat menimbulkan kekeruhan dan bukan penyebab utama terjadinya lipemia pada serum. Dalam praktik laboratorium, sampel lipemik kerap tidak terhindarkan karena kenaikan lipid serum sering

merupakan manifestasi sekunder dari kondisi klinis lain, seperti diabetes melitus, penyakit ginjal kronis dan pankreatitis (Fernández-Prendes, dkk., 2023). Serum lipemik ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Serum Lipemik
Sumber: Roche, 2019.

b. Penyebab Serum Lipemik

1) Puasa Tidak Adekuat Sebelum Pengambilan Sampel

Pemeriksaan laboratorium yang dilakukan segera setelah mengonsumsi makanan rentan memicu kesalahan pra-analitik. Hal ini sering kali terlihat dari sampel darah yang menjadi keruh atau *turbid*. Fenomena ini disebabkan oleh peningkatan konsentrasi lipoprotein, terutama *chylomicron*, yang signifikan beberapa jam setelah makan, serta akumulasi sisa partikelnya yang berlangsung hingga 12 jam. Gangguan akurasi hasil juga diperburuk oleh masuknya zat makanan seperti lemak, glukosa dan kalsium (Rifai, dkk., 2019).

2) Hipertrigliseridemia

Hipertrigliseridemia adalah keadaan meningkatnya kadar trigliserida dalam sirkulasi darah. Secara etiologis, kondisi ini dibedakan

menjadi dua, yaitu hipertrigliseridemia primer dan hipertrigliseridemia sekunder. Hipertrigliseridemia primer adalah kelainan yang berasal dari faktor genetik sehingga proses metabolisme trigliserida menjadi terganggu. Keadaan ini umumnya dijumpai pada klasifikasi Fredrickson tipe I, tipe IV dan tipe V. Sedangkan hipertrigliseridemia sekunder adalah gangguan metabolisme lemak dan protein yang timbul akibat penyakit atau faktor lain yang mendasari. Penyebab yang paling sering meliputi diabetes melitus tipe 2, obesitas, konsumsi alkohol, sindrom metabolik, serta penggunaan obat tertentu dalam waktu lama seperti diuretik, beta-blocker dan terapi estrogen (Santos-Baez dan Ginsberg, 2020).

Berdasarkan kadar trigliserida, tingkat kelipemikan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Lipemik

Tingkat Lipemik	Kadar Trigliserida (mg/dL)
Lipemik rendah	300 – 499
Lipemik sedang	500 – 799
Lipemik tinggi	800 – 1800

Sumber: Pambudi, dkk., 2017.

c. Mekanisme Gangguan Serum Lipemik

Mekanisme gangguan dari serum lipemik pada pemeriksaan laboratorium dapat dikelompokkan menjadi tiga aspek utama, yaitu:

1) Gangguan optik pada metode spektrofotometri

Kekeruhan pada serum lipemik menyebabkan gangguan signifikan pada pemeriksaan laboratorium yang menggunakan metode

fotometri. Gangguan ini terutama disebabkan oleh keberadaan partikel lipoprotein berukuran besar, seperti kilomikron dan VLDL, yang mampu menyebarkan cahaya dalam lintasan optik alat. Akibatnya, proporsi cahaya yang mencapai detektor pada berbagai panjang gelombang pengukuran menjadi tidak akurat. Dengan demikian, nilai absorbansi yang terbaca dapat menjadi lebih tinggi sehingga tidak mencerminkan konsentrasi analit yang sebenarnya (Soleimani, dkk., 2020).

2) Gangguan akibat ketidakhomogenan sampel

Sampel darah harus disentrifugasi terlebih dahulu untuk menghasilkan serum. Setelah disentrifugasi, partikel lipoprotein akan terdistribusi berdasarkan densitasnya, di mana kilomikron dan VLDL yang memiliki densitas rendah akan mengapung di lapisan atas serum dan membentuk lapisan yang berbeda. Analit hidrofobik akan terdistribusi di fase lipid, sedangkan analit yang larut air, termasuk molekul kecil dan elektrolit, tidak ditemukan di lapisan atas (fase lipid). Oleh karena itu, pengukuran yang mengambil sampel dari lapisan atas dapat menghasilkan nilai elektrolit dan metabolit lain yang larut dalam air menjadi rendah palsu (Nikolac, 2014).

3) Gangguan akibat efek perpindahan volume

Serum lipemik memiliki kandungan lipid yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan serum normal, sehingga proporsi air di dalamnya menurun. Pada kondisi ini, konsentrasi lipid dalam serum

dapat meningkat hingga 25%, sementara serum normal hanya mengandung sekitar 8% lipid dan 92% air (Nikolac, 2014). Efek penurunan volume air (*volume displacement effect*) menyebabkan pengenceran semu pada elektrolit karena analisis laboratorium didasarkan pada total volume serum, bukan hanya pada fase airnya. Oleh karena itu, kadar elektrolit yang terukur pada sampel lipemik seringkali tampak lebih rendah dibandingkan nilai sebenarnya (Prendes, dkk., 2023).

d. Cara Menghindari Serum Lipemik

Serum lipemik dapat dihindari dengan melakukan dua cara berikut:

- 1) Pasien diharuskan berpuasa minimal 12 jam setelah mengonsumsi makanan atau minuman yang mengandung lemak sebelum dilakukan pengambilan sampel darah.
- 2) Pasien yang menerima infus parenteral lipid, diperlukan penghentian pengobatan selama 8 jam sebelum dilakukan pengambilan sampel darah (WHO, 2002). Apabila serum tetap keruh setelah perlakuan di atas, maka penyebab lipemia lain perlu dicurigai (Soleimani, dkk., 2020).

e. Penanganan Serum Lipemik

Untuk mengurangi pengaruh kekeruhan terhadap hasil pemeriksaan, serum lipemik dapat ditangani menggunakan beberapa metode, antara lain:

1) Sentrifugasi

Pedoman CLSI menyatakan bahwa ultrasentrifugasi merupakan standar emas untuk menghilangkan lipemia karena paling efektif memisahkan fraksi lipid penyebab kekeruhan (Soleimani, dkk., 2020). Dalam praktik, percepatan sentrifugal (RCF) yang lazim dirujuk adalah $\geq 40.000 \times g$ selama setidaknya 30 menit (Lippi dan Franchini, 2013), sedangkan “*true ultracentrifugation*” umumnya berada pada kisaran $\geq 100.000 \times g$ tergantung jenis rotor dan instrumen (Prendes, dkk., 2023). Mekanismenya ialah pemisahan kilomikron dan VLDL melalui sedimentasi berkecepatan sangat tinggi sehingga supernatan menjadi jernih dan siap diuji. Kelemahannya meliputi kebutuhan alat khusus yang mahal, keterbatasan ketersediaan, serta waktu proses yang lama.

High speed sentrifugasi merupakan salah satu alternatif penanganan serum lipemik yang telah didukung oleh berbagai studi. Menurut World Health Organization (2002), kecepatan yang dapat digunakan untuk menghilangkan kekeruhan pada serum lipemik adalah kurang dari 20.000 rpm dengan durasi hingga 60 menit. Perlakuan langsung dalam satu putaran yang panjang hingga sekitar 60 menit berisiko menimbulkan hemolisis dan artefak analit sehingga kondisi ekstrem ini tidak dianjurkan (Cadamuro, dkk., 2017). Studi oleh Castro, dkk. tahun 2018 dan Solé-Enrech, dkk.

tahun 2023 menyimpulkan bahwa pengaturan $10.000 \times g$ selama 15 menit dapat menggantikan ultrasentrifugasi untuk banyak parameter kimia klinik tanpa perbedaan yang melampaui batas interferensi klinis. Akan tetapi, pada tingkat lipemik sedang hingga berat tetap diperlukan pengulangan sentrifugasi hingga sampel menjadi jernih (Prendes, dkk., 2023).

2) Presipitasi

Presipitasi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi kekeruhan pada serum lipemik melalui pembentukan endapan menggunakan bahan tambahan tertentu seperti presipitan atau flokulan. Proses ini terjadi ketika suatu zat ditambahkan ke dalam sampel sehingga partikel-partikel lemak terpisah dari fase cair dan membentuk endapan yang dapat dipisahkan dengan mudah. Presipitasi menjadi alternatif penanganan ketika metode fisik seperti sentrifugasi tidak sepenuhnya menghilangkan partikel lipid besar. Teknik ini membantu memperoleh serum yang lebih jernih sehingga hasil pemeriksaan laboratorium menjadi lebih akurat (Nikolac, 2014).

2. Flokulan

a. Pengertian Flokulan

Flokulan adalah bahan yang ditambahkan untuk memicu proses flokulasi, yaitu menyatukan partikel-partikel halus menjadi partikel yang lebih besar (Sumarno, dkk., 2006). Fungsi flokulan ialah

menggabungkan mikroflok hasil koagulasi menjadi makroflok sehingga lebih mudah mengendap (Puspitasari dan Hadi, 2014). Selain itu, flokulan bekerja dengan menetralkan muatan atau menjembatani partikel untuk membentuk ikatan antarmuka yang kuat dan menghasilkan flok yang stabil. Dengan demikian, istilah “flokulan” merujuk pada aditif proses yang mempercepat pembentukan flok untuk menghasilkan fase cair yang lebih jernih dan siap dianalisis (Yang, dkk., 2016).

b. Jenis-Jenis Flokulan

1) Flokulan anorganik

Flokulan anorganik mencakup garam-garam logam multivalen dan bentuk terpolimerisasinya yang menetralkan muatan partikel koloid sehingga partikel saling menempel dan membentuk flok. Senyawa yang sering digunakan antara lain aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), poli-aluminium klorida (PAC), feri klorida (FeCl_3), fero sulfat, feri sulfat dan poli-fero sulfat (PFS). Mekanisme utamanya adalah destabilisasi muatan permukaan sehingga kontak antarpadatan meningkat, diikuti pembesaran flok yang kemudian dapat dipisahkan (Yang, dkk., 2016; Rohana dan Irwanto, 2023).

2) Flokulan organik

Flokulan organik bekerja melalui penetralan muatan, mekanisme *bridging*, atau kombinasi keduanya, sehingga

partikel teragregasi menjadi flok yang dapat dipisahkan (Yang, dkk., 2016). Secara garis besar, flokulan organik diklasifikasikan menjadi dua jenis sebagai berikut.

a) Flokulan organik sintetis

Flokulan organik sintetis terdiri atas polimer rantai panjang yang dirancang untuk merangkaikan partikel yang telah terdestabilisasi sehingga partikel saling menempel kuat dan membentuk flok berukuran lebih besar. Contoh yang paling umum adalah poliakrilamida (PAM) dalam bentuk kationik, anionik, atau nonionik, termasuk berbagai turunannya yang disesuaikan dengan sifat medium seperti pH, kekuatan ionik, viskositas dan tingkat lipemia (Yang, dkk., 2016).

b) Flokulan organik alami (bioflokulan)

Bioflokulan berasal dari biopolimer yang tersedia luas dan umumnya bersifat biodegradabel serta tidak toksik. Mekanisme kerjanya serupa dengan flokulan organik sintetis, yaitu meningkatkan peluang kontak dan pembentukan ikatan antartpartikel sehingga terbentuk flok yang stabil dan tidak mudah terdispersi kembali. Contoh yang sering digunakan antara lain kitosan (turunan kitin), pati (*starch*) dan selulosa. Dalam beberapa kajian, bioflokulan juga mencakup polisakarida yang dihasilkan oleh mikroorganisme seperti bakteri dan alga. Bioflokulan

sering dipilih ketika dibutuhkan bahan bantu yang lebih ramah lingkungan tanpa mengurangi efektivitas pembentukan flok (Yang, dkk., 2016).

c. Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Flokulan

Perbandingan kelebihan dan kekurangan flokulan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Flokulan

Flokulan kitosan	Kelebihan: Ramah lingkungan, biaya lebih murah dan tersedia luas di Indonesia
Flokulan organik lain	Kekurangan: Biaya lebih mahal dan tidak tersedia luas di Indonesia
Flokulan anorganik	Kekurangan: Tidak ramah lingkungan

Sumber: Yang, dkk., 2016.

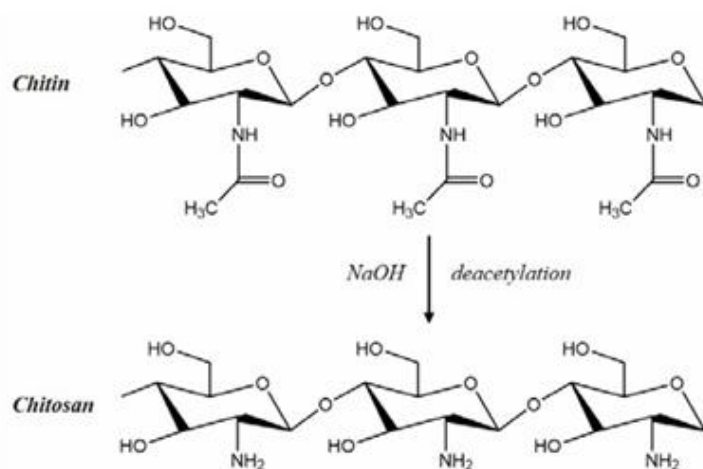
d. Kitosan

1) Pengertian Kitosan

Kitosan dihasilkan dari deasetilasi kitin oleh Charles Rouget pada tahun 1859 dan istilah “*chitosan*” diperkenalkan oleh Felix Hoppe-Seyler pada tahun 1894 (Rinaudo dan Pérez, 2019). Bahan ini banyak dimanfaatkan sebagai flokulan, bahan balut luka, penguat kertas, penghantar obat dan gen, serta matriks imobilisasi biomolekul. Kitosan bersifat biokompatibel dan dapat meningkatkan permeabilitas membran. Karakteristik pentingnya meliputi kemampuan membentuk membran, nontoksik dan mudah diterima jaringan, adhesi yang baik

(mucoadhesif), berbiaya rendah, kekuatan mekanik yang memadai, serta stabilitas yang baik (Nakorn, 2008).

Kitosan ($C_6H_{11}NO_4$)_n merupakan polisakarida linear yang memiliki gugus amino ($-NH_2$) dan hidroksil ($-OH$) reaktif sehingga mampu berikatan atau mengompleks berbagai ion logam transisi. Bahan ini umumnya diperoleh dari kitin, yaitu biopolimer alami yang tersusun atas unit N-asetil-2-amino-2-deoksi-D-glukosa dengan ikatan $\beta(1\rightarrow4)$, kemudian mengalami deasetilasi secara enzimatik atau kimia (lihat Gambar 2) (Imtihani, dkk., 2020). Kitosan berbentuk serpihan atau serbuk padat berwarna putih, tidak berbau dan tidak berasa. Kitosan larut dalam asam encer seperti asam format dan asam asetat tetapi tidak larut dalam air, sedangkan sejumlah turunannya yang telah disubstitusi, seperti karboksimetil kitosan, dirancang agar mudah larut dalam air (Li, dkk., 2020).



Gambar 2. Struktur Kitosan
Sumber: Imtihani, dkk., 2020.

2) Mekanisme Kitosan sebagai Flokulan

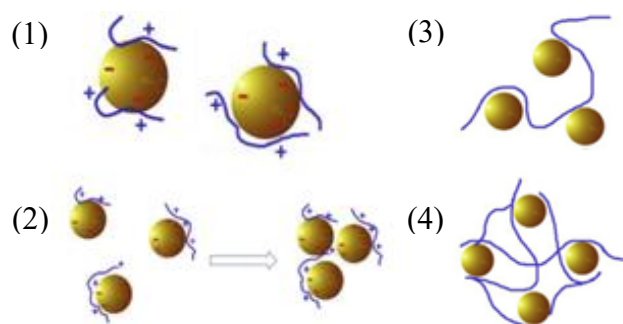
Kitosan dapat bekerja melalui beberapa mekanisme flokulasi utama yang saling melengkapi, antara lain:

- a) *Simple charge neutralization* yaitu penetralan muatan permukaan disertai penipisan lapisan ganda listrik sehingga gaya tolak-menolak melemah. Pada tahap *simple charge neutralization*, muatan negatif partikel koloid ($-\text{PO}_3^{2-}$ atau $-\text{COO}^-$) dinetralkan oleh gugus amina kitosan yang bermuatan positif ($-\text{NH}_3^+$) sehingga gaya tolak-menolak antarpartikel hilang dan partikel lebih mudah bergabung membentuk flok.
- b) *Charge patching* yaitu kondisi muatan permukaan yang tidak merata sehingga sebagian area belum ternetralisasi dan muncul “patch” bermuatan berlawanan. Area yang bermuatan berlawanan di dua partikel bisa saling tarik-menarik lewat *patch* tersebut, sehingga mudah menggumpal. Mekanisme *charge patching* terjadi ketika kitosan menempel tidak merata di permukaan partikel dan membentuk area bermuatan berbeda yang saling tarik-menarik, menghasilkan flok yang lebih padat.
- c) *Bridging* yaitu penggumpalan melalui rantai polimer berukuran panjang yang teradsorpsi pada beberapa partikel sekaligus sehingga menghubungkan (menjembatani) flok

primer menjadi flok besar. Proses *bridging* melibatkan rantai panjang kitosan yang mengait beberapa partikel sekaligus melalui interaksi fisik dan elektrostatik, membentuk jembatan antartikel yang stabil.

- d) *Sweeping* yaitu penyapuan atau penjebakan fisik partikel-partikel kecil oleh massa flok/endapan yang terbentuk di dalam cairan, sehingga partikel ikut terjatuh lalu mengendap bersama. *Sweeping* berlangsung ketika kitosan membentuk endapan yang menangkap partikel koloid tersuspensi di sekitarnya hingga ikut mengendap bersama fase padat.

Kombinasi dari keempat mekanisme ini membuat kitosan mampu menurunkan kestabilan partikel dan mempercepat pembentukan flok yang mudah dipisahkan dari larutan (Yang, dkk., 2016). Mekanisme kitosan sebagai flokulan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme Kitosan sebagai Flokulan
 (1) *Simple charge neutralization*. (2) *Charge patching*.
 (3) *Bridging*. (4) *Sweeping*.
 Sumber: Yang, dkk., 2016.

Selain mekanisme di atas, menurut Muxika, dkk. (2017) kitosan juga memiliki segmen nonpolar yang mendukung terjadinya interaksi hidrofobik dengan lemak, sehingga penggabungan partikel makin efektif.

3. Glukosa

a. Pengertian Glukosa

Glukosa adalah hasil akhir metabolisme karbohidrat dan menjadi sumber energi utama bagi makhluk hidup. Glukosa darah merupakan gula yang bersirkulasi dalam aliran darah, sedangkan kelebihanannya disimpan sebagai glikogen di hati serta otot rangka. Kadar glukosa dijaga oleh hormon pankreas, terutama insulin dan glukagon, agar tetap seimbang. Insulin meningkatkan permeabilitas membran sel sehingga glukosa lebih mudah masuk ke dalam sel, sedangkan glukagon menstimulasi glikogenolisis, yakni pemecahan glikogen di hati kembali menjadi glukosa (Kee, 2014).

Kadar glukosa darah dibedakan menjadi dua keadaan utama, yaitu hiperglikemia dan hipoglikemia. Hiperglikemia dapat terjadi karena kelebihan asupan karbohidrat atau gangguan pemanfaatan glukosa. Beberapa tanda dan gejalanya meliputi poliuria, polidipsia, penglihatan kabur, rasa lemah dan penurunan berat badan. Sedangkan hipoglikemia terjadi ketika ketersediaan glukosa tidak mencukupi. Tanda dan gejalanya antara lain berkeringat, tremor, palpitasi atau takikardia, gelisah, pucat, rasa dingin, gugup, rasa

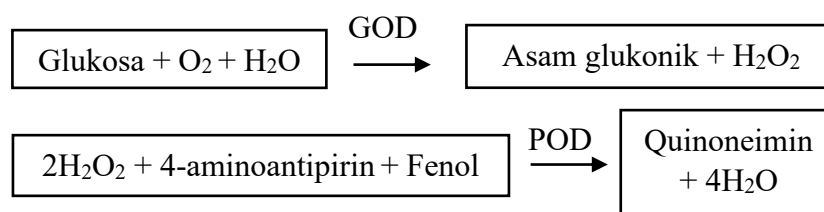
lapar, gangguan penglihatan, gangguan daya ingat, hingga penurunan kesadaran (PERKENI, 2021).

Menurut pedoman Perhimpunan Endokrinologi Indonesia tahun 2021, diagnosis diabetes melitus ditegakkan bila salah satu kriteria berikut terpenuhi: glukosa darah puasa ≥ 126 mg/dL, glukosa 2 jam setelah Tes Toleransi Glukosa Oral ≥ 200 mg/dL, glukosa darah sewaktu ≥ 200 mg/dL dengan gejala klasik maupun krisis hiperglikemia, atau HbA1c $\geq 6,5$ persen dengan metode tersertifikasi. Sepanjang hari kadar glukosa dapat berubah dan umumnya meningkat setelah makan lalu kembali ke rentang normal sekitar dua jam kemudian. Setelah puasa semalaman, nilai glukosa pagi hari yang dianggap normal berada pada kisaran 70–99 mg/dL. Dua jam setelah mengonsumsi makanan atau minuman yang mengandung gula atau karbohidrat, kadar glukosa normal berada di bawah 140 mg/dL.

b. Metode Pemeriksaan Glukosa

Standar pengukuran kadar glukosa menurut World Health Organization (WHO) dan International Federation of Clinical Chemistry (IFCC) adalah metode enzimatik kolorimetrik GOD-PAP (Glucose Oxidase–Peroxidase Aminoantipyrine Phenol). Pada metode ini, glukosa dioksidasi oleh enzim glukosa oksidase menjadi asam glukonat dan hidrogen peroksida. Hidrogen peroksida kemudian bereaksi dengan fenol dan 4-aminoantipirin dalam

katalisis peroksidase, menghasilkan kromogen quinoneimine berwarna ungu hingga merah muda. Intensitas warna diukur secara fotometri dan berbanding lurus dengan konsentrasi glukosa dalam sampel (Kepmenkes, 2010). Reaksi kimia GOD-PAP ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Reaksi Kimia GOD-PAP

Sumber: Kepmenkes, 2010.

c. Hubungan Serum Lipemik dengan Pemeriksaan Glukosa

Serum lipemik terbukti mengganggu pengukuran glukosa berbasis spektrofotometri (metode enzimatik GOD-PAP) melalui hamburan cahaya sehingga menghasilkan bias pada hasil uji (ArulVijayaVani, dkk., 2022; Soleimani, dkk., 2020). Penelitian tersebut menegaskan bahwa metode spektrofotometri mudah terpengaruh oleh kekeruhan. Dalam praktik, pabrikan seperti Genuine Biosystem menetapkan batas interferensi untuk berbagai parameter pengukuran. Pada uji glukosa metode GOD/POD, kadar trigliserida hingga 500 mg/dL dinyatakan tidak menimbulkan gangguan bermakna, sehingga ketika kadarnya melampaui ambang tersebut, terutama pada lipemia sedang hingga berat, hasil glukosa berisiko menyimpang dari nilai sebenarnya. Dengan demikian, pedoman CLSI EP07 tahun 2018

merekomendasikan penilaian serta penanganan lipemia pada sampel supaya hasil glukosa tetap akurat.

d. Nilai Rujukan Kadar Glukosa

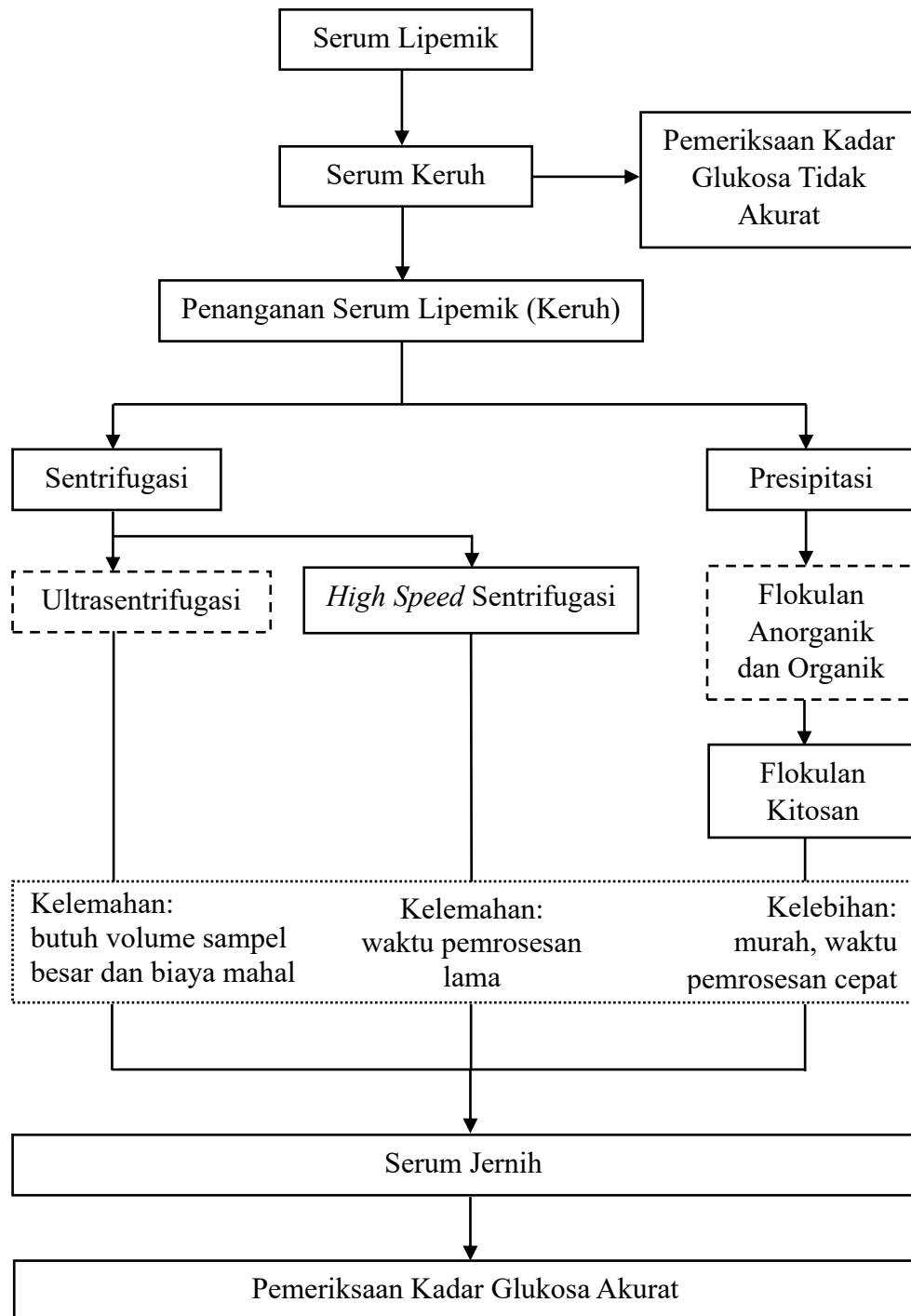
Nilai rujukan kadar glukosa ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rujukan Kadar Glukosa

Gula Darah Puasa (GDP)	74-106 mg/dL
Gula Darah 2 Jam Setelah Makan (G2JPP)	<120 mg/dL

Sumber: Kepmenkes, 2010.

B. Kerangka Teori



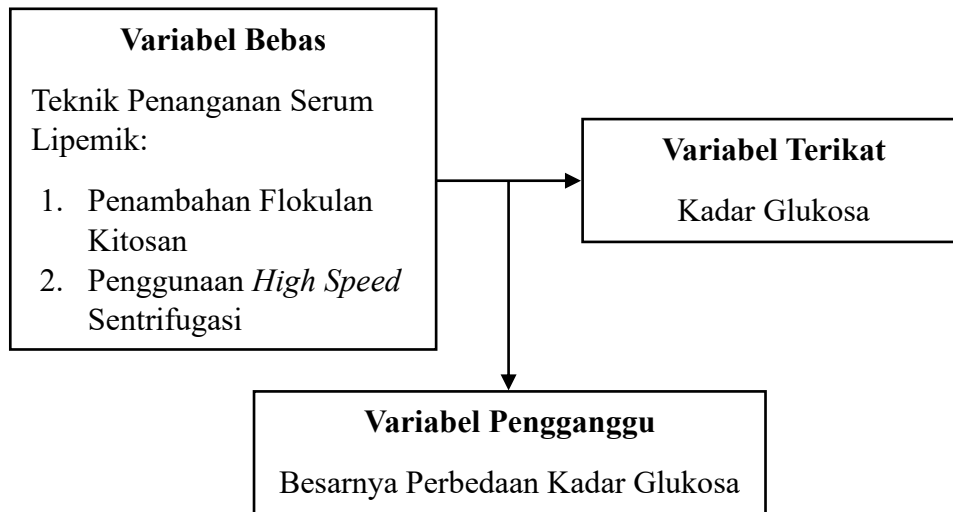
Gambar 5. Kerangka Teori

Keterangan:

: Diteliti

: Tidak Diteliti

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 6. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis

Flokulan kitosan dapat digunakan untuk menangani serum lipemik pada pemeriksaan kadar glukosa.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Desain Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan pre-eksperimental di laboratorium. Penelitian ini termasuk pre-eksperimental karena pemilihan sampel dilakukan tanpa randomisasi dan efek perlakuan dinilai dengan membandingkan dua kondisi perlakuan pada sampel yang sama. Peneliti berupaya mengendalikan variabel luar yang berpotensi memengaruhi proses penelitian, seperti hemolisis dan ikterik pada sampel (Sugiyono, 2019).

Perlakuan eksperimen berupa serum lipemik dengan penambahan flokulan kitosan murni sebanyak 0,0125 g (2,5%) (Suarsana, dkk., 2012; Fathurrohman, dkk., 2022). Perlakuan kontrol menggunakan *high speed* sentrifugasi dengan percepatan $10.000 \times g$ (≈ 10.200 rpm) selama 15 menit pada suhu 25°C (Castro, dkk., 2018). Setelah perlakuan, sampel diperiksa untuk menilai hasilnya. Parameter penilaian adalah kadar glukosa yang diukur dengan metode GOD-PAP secara spektrofotometri.

2. Desain Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan rancangan *One Group Pretest-Posttest*, yakni membandingkan kondisi sampel sebelum dan setelah perlakuan (Sugiyono, 2019). Satu kelompok sampel serum lipemik diukur kadar glukosanya sebelum perlakuan untuk mengetahui kondisi dasar, kemudian

dialikuot menjadi dua bagian yang masing-masing diberi perlakuan berbeda, yaitu penambahan flokulan kitosan dan penggunaan *high speed* sentrifugasi sebagai kontrol. Skema rancangan penelitian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Desain Penelitian *One Group Pretest-Posttest*

<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
O ₀	X ₁	O ₁
O ₀	X ₂	O ₂

Sumber: Sugiyono, 2013.

Keterangan:

O₀ : Pengukuran kadar glukosa sebelum perlakuan

X₁ : Perlakuan menggunakan flokulan kitosan

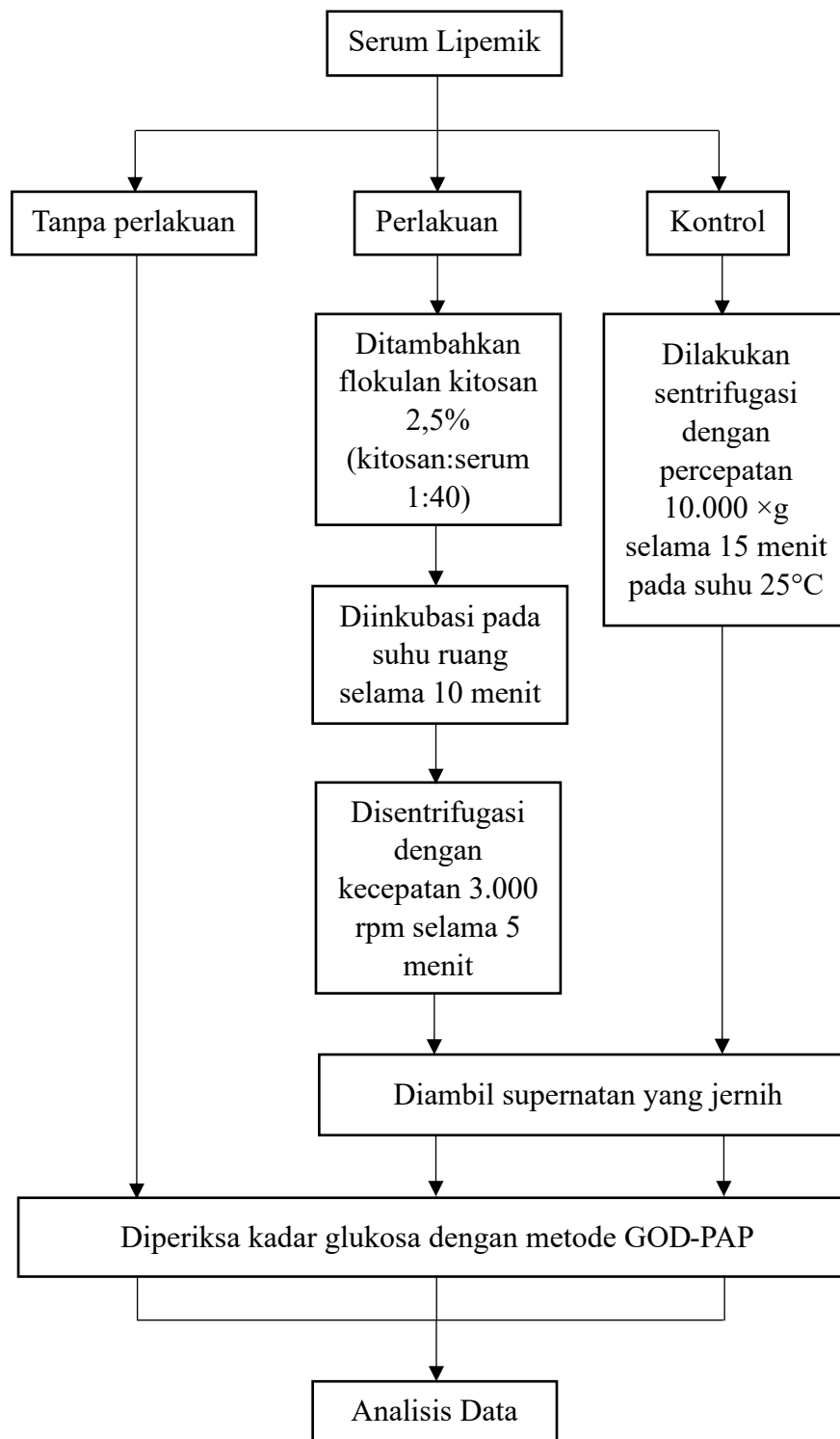
X₂ : Perlakuan menggunakan *high speed* sentrifugasi (sebagai kontrol)

O₁ : Pengukuran kadar glukosa setelah perlakuan menggunakan flokulan kitosan

O₂ : Pengukuran kadar glukosa setelah perlakuan menggunakan *high speed* sentrifugasi

B. Alur Penelitian

Alur penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Alur Penelitian

C. Subjek dan Objek Penelitian

1. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah sisa serum lipemik dari RSUP Dr. Sardjito. Perhitungan besar sampel dilakukan dengan mempertimbangkan perbedaan rerata kadar glukosa antara penanganan menggunakan flokulan kitosan dan *high speed* sentrifugasi sebagai perbedaan utama yang ingin dideteksi. Menurut Dahlan (2013), besar sampel untuk analisis numerik berpasangan dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$n = \left[\frac{(Z\alpha + Z\beta)S}{X1 - X2} \right]^2$$

$$n = \left[\frac{(1,96 + 1,282)14,812}{10,89} \right]^2$$

$$n = [4,409]^2$$

$$n = 19,43$$

$$n = 20$$

Keterangan:

n = jumlah sampel

$Z\alpha$ = kesalahan tipe I (5%)

$Z\beta$ = kesalahan tipe II (10%)

S = simpang baku dari selisih antar kelompok

$X1-X2$ = selisih minimal rerata yang dianggap bermakna

Dalam penelitian kesehatan, besar sampel tidak cukup ditentukan dengan aturan praktis, tetapi harus dihitung berdasarkan desain penelitian, jenis *outcome*, tingkat kesalahan dan *power* yang diinginkan. World Health

Organization menekankan bahwa penentuan besar sampel dalam studi kesehatan perlu disesuaikan dengan tujuan, jenis data dan metode analisis yang akan digunakan (Chow, dkk., 2018; Lwanga dan Lemeshow, 1991). Sejalan dengan itu, Dahlan (2013) menyusun rumus besar sampel khusus untuk berbagai jenis penelitian kedokteran dan kesehatan dengan mengklasifikasikan desain menjadi deskriptif dan analitik, numerik dan kategorik, berpasangan dan tidak berpasangan. Oleh karena itu, pada penelitian ini besar sampel dihitung menggunakan rumus komparatif numerik berpasangan menurut Dahlan (2013).

Teknik pengumpulan subjek penelitian ini dilakukan secara *purposive sampling* dengan kriteria sebagai berikut:

a. Kriteria Inklusi

- 1) Serum yang secara visual tampak keruh.
- 2) Serum dengan kadar trigliserida ≥ 500 sampai ≤ 799 mg/dL.

b. Kriteria Eksklusi

- 1) Serum hemolitik.
- 2) Serum ikterik.

2. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah kadar glukosa sebelum dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan serta *high speed* sentrifugasi.

D. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 29 Desember 2025.

2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Patologi Klinik BB Labkesmas Yogyakarta.

E. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penanganan sampel serum lipemik menggunakan flokulan kitosan dan *high speed* sentrifugasi.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil pemeriksaan kadar glukosa.

F. Definisi Operasional Variabel

1. Penanganan sampel serum lipemik adalah proses pengolahan serum lipemik dari keruh menjadi jernih menggunakan:
 - a. Teknik flokulasi kitosan yaitu perlakuan kelompok eksperimen dengan menambahkan serbuk kitosan 0,0125 g pada 0,5 mL serum lipemik (rasio kitosan:serum 1:40).
 - b. Teknik *high speed* sentrifugasi yaitu perlakuan kelompok kontrol dengan percepatan $10.000 \times g$ (≈ 10.200 rpm) selama 15 menit pada suhu 25°C .
2. Hasil pemeriksaan kadar glukosa adalah hasil pengukuran kadar glukosa dalam serum menggunakan metode GOD-PAP pada tiga kondisi, yaitu sebelum penanganan, setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan dan setelah penanganan menggunakan *high speed* sentrifugasi yang ditetapkan dalam bentuk angka dengan satuan mg/dL dan skala data rasio.

G. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

1. Jenis Pengumpulan Data

Jenis pengumpulan data yang digunakan adalah data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari sumbernya melalui pelaksanaan penelitian di laboratorium sehingga bersifat mutakhir.

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui pemeriksaan dan pengukuran kadar glukosa pada serum lipemik.

H. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat dan Instrumen

- a. *Chemistry Analyzer* BioSystems A15
- b. *Cup specimen*
- c. Mikropipet 500 μ L dan 200 μ L
- d. Tip kuning
- e. Mikrotube
- f. Neraca analitik
- g. Botol timbang
- h. *Centrifuge*
- i. *High speed centrifuge*
- j. *Stopwatch*
- k. *Cool box*

2. Bahan

- a. Reagen KIT glukosa merk BioSystems
- b. *System liquid*
- c. *Washing solution*
- d. Control serum level 1 dan 2
- e. Aquabides
- f. Spesimen serum lipemik sebanyak 20 sampel
- g. Hand sanitizer
- h. Sepatu
- i. Jas laboratorium
- j. Masker
- k. Sarung tangan sekali pakai

I. Uji Validitas Instrumen

Uji validitas instrumen dilakukan pada alat *Chemistry Analyzer* BioSystems A15 menggunakan bahan kontrol sebagai *Quality Control* (QC) sebelum pemeriksaan sampel. Metode yang diterapkan adalah *within day*, yaitu QC diukur berulang sebanyak 20 kali dalam satu hari. Hasil pengukuran QC kemudian dipetakan pada grafik Levey-Jennings. Grafik harus menunjukkan tidak ada penyimpangan menurut aturan Westgard (*in control*). Jika terjadi penyimpangan hasil (*out of control*), dilakukan evaluasi terhadap instrumen dan reagen hingga hasil kembali *in control*.

J. Prosedur Penelitian

1. Tahap persiapan

- a. Pengurusan perizinan penelitian di Laboratorium Patologi Klinik BB Labkesmas Yogyakarta.
- b. Pengajuan etika penelitian kepada Komisi Etik Penelitian Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- c. Perizinan dan permintaan sisa serum lipemik di Laboratorium RSUP Dr. Sardjito.
- d. Pengadaan serbuk kitosan murni.

2. Tahap pelaksanaan

- a. Pengumpulan serum lipemik

Serum lipemik sebanyak 20 sampel dikumpulkan dari RSUP Dr. Sardjito dengan kriteria tampak keruh, kadar trigliserida 500–799 mg/dL, tidak mengalami hemolisis dan tidak ikterik. Jika pemeriksaan kadar glukosa tidak dapat dilakukan segera, serum disimpan dengan ketentuan berikut:

- 1) Pada suhu 20–25°C, stabil hingga 6 jam.
- 2) Pada suhu 2–8°C, stabil hingga 3 hari.
- 3) Pada suhu –20°C, stabil hingga 3 bulan.

Sampel yang berasal dari RSUP Dr. Sardjito disimpan pada suhu –20°C dan stabil hingga 3 bulan. Pengiriman ke Laboratorium Patologi Klinik BB Labkesmas Yogyakarta dilakukan menggunakan *cool box* sehingga kondisi tetap dingin dan stabil sepanjang pengiriman.

b. Persiapan pemeriksaan

- 1) Alat dan bahan disiapkan.
- 2) Tangan dibersihkan menggunakan sabun atau hand sanitizer dengan enam langkah.
- 3) Alat pelindung diri (sepatu, jas laboratorium, masker dan sarung tangan sekali pakai) digunakan.
- 4) Wadah limbah dipastikan kosong dan wadah reagen dipastikan telah terisi serta terpasang dengan baik.
- 5) Alat dinyalakan dengan menekan tombol “ON” pada bagian belakang, kemudian komputer dihidupkan.
- 6) Menu A15 User diakses setelah bunyi “BIP” terdengar.
- 7) Username dan password “lab” dimasukkan untuk *login* ke sistem.
- 8) Proses pemanasan (*warming up*) dilakukan selama ± 20 menit.
- 9) Perintah N-rotor diklik apabila rotor baru dipasang dan proses diselesaikan dalam waktu ± 5 menit.
- 10) Alat siap digunakan untuk pemeriksaan *Blank*, *Quality Control* dan *Running Spesimen*.

Tabel 5. Prosedur Pemeriksaan Kadar Glukosa oleh *Chemistry Analyzer BioSystems A15*

Reagen	Blank (B)	Standard (S)	Test (T)
R1 Reagen Glukosa	1000 μL	1000 μL	1000 μL
Aquabides	10 μL		
R2 Standard Glukosa		10 μL	
Sampel/ Kontrol			10 μL
Dihomogenkan, lalu diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C atau 15 menit pada suhu 20-25°C.			
Dibaca pada panjang gelombang 500 nm.			

Sumber: Genuine Biosystem, 2025.

c. Pemeriksaan *Blank*

- 1) Alat dan bahan disiapkan.
- 2) Ikon bergambar “tabung reaksi” diklik.
- 3) Menu “Sampel Data” dipilih, kemudian opsi “Class” dan “Blank” dipilih.
- 4) Parameter yang akan diperiksa, yaitu glukosa, didaftarkan.
- 5) Cup spesimen yang berisi cairan aquabides diposisikan pada rak reagen, kemudian tombol “Accept” ditekan.
- 6) Proses analisis pada alat dijalankan dan ditunggu hingga selesai.

d. Pemeriksaan *Quality Control*

- 1) Alat dan bahan disiapkan.
- 2) Ikon bergambar “tabung reaksi” diklik.
- 3) Menu “Sampel Data” dipilih, kemudian opsi “Class” dan “Control” dipilih.
- 4) Parameter yang akan diperiksa, yaitu glukosa, didaftarkan.
- 5) Kontrol yang berisi bahan kontrol serum level 1 dan level 2 BioSystems diposisikan pada rak reagen, kemudian tombol “Accept” ditekan.
- 6) Proses analisis pada alat dijalankan dan ditunggu hingga selesai.

e. Persiapan perlakuan

Setiap satu sampel serum lipemik dibagi menjadi tiga aliquot:

- 1) Aliquot pertama sebanyak 200 μL serum lipemik dipipetkan ke dalam cup spesimen untuk pemeriksaan kadar glukosa tanpa perlakuan.
- 2) Aliquot kedua sebanyak 500 μL serum lipemik dipipetkan ke dalam mikrotube untuk perlakuan menggunakan flokulan kitosan sebagai kelompok eksperimen.
- 3) Aliquot ketiga sebanyak 500 μL serum lipemik dipipetkan ke dalam mikrotube untuk perlakuan menggunakan *high speed* sentrifugasi sebagai kelompok kontrol.

f. Perlakuan menggunakan flokulan kitosan

- 1) Alat neraca analitik dinyalakan.
- 2) Serbuk kitosan murni ditimbang menggunakan neraca analitik sebanyak 0,0125 g.
- 3) Serbuk kitosan yang sudah ditimbang ditambahkan ke mikrotube berisi 500 μL serum lipemik.
- 4) Campuran serum–kitosan dihomogenkan dan diinkubasi selama 10 menit pada suhu ruang (20–25°C).
- 5) Campuran disentrifugasi selama 5 menit pada kecepatan 3.000 rpm.
- 6) Supernatan sebanyak 200 μL dipipetkan ke dalam cup spesimen untuk pemeriksaan kadar glukosa.

g. Perlakuan menggunakan *high speed* sentrifugasi

- 1) Alat *high speed* sentrifugasi dinyalakan.
- 2) Serum lipemik yang sudah dialikuot ke dalam mikrotube disentrifugasi dengan percepatan $10.000 \times g$ (≈ 10.200 rpm) selama 15 menit pada suhu 25°C .
- 3) Supernatan sebanyak $200 \mu\text{L}$ dipipetkan ke dalam cup spesimen untuk pemeriksaan kadar glukosa.

h. Pemeriksaan kadar glukosa

- 1) Alat dan bahan disiapkan.
- 2) Ikon bergambar “tabung reaksi” diklik.
- 3) Menu “Sampel Data” dipilih, kemudian opsi “Class” dan “Sampel” dipilih.
- 4) Parameter yang akan diperiksa, yaitu glukosa, didaftarkan.
- 5) Cup spesimen diposisikan pada rak sampel, kemudian tombol “Accept” ditekan.
- 6) Proses analisis pada alat dijalankan dan ditunggu hingga selesai.

K. Manajemen Data

1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk menggambarkan kadar glukosa pada serum lipemik dalam tiga kondisi, yaitu sebelum penanganan, setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan dan setelah penanganan menggunakan *high speed* sentrifugasi. Data tiap kondisi disajikan dalam satu tabel kemudian dilengkapi dengan nilai rerata dan jumlah sampel (n).

Untuk menilai perubahan, dihitung selisih kadar glukosa (Δ) dan persentase selisih ($\%\Delta$) pada masing-masing penanganan terhadap nilai sebelum penanganan. Selain itu, dihitung pula selisih dan persentase selisih antara hasil pascapenanganan kitosan dan pascapenanganan *high speed* sentrifugasi. Sebagai pelengkap, data juga divisualisasikan dalam bentuk diagram batang.

2. Analisis Komparatif

Analisis komparatif pertama dilakukan untuk menguji perbedaan kadar glukosa pada tiga kondisi, yaitu sebelum penanganan, setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan dan setelah penanganan menggunakan *high speed* sentrifugasi. Data yang diperoleh merupakan data primer dan berskala rasio. Data primer tersebut dilakukan uji distribusi menggunakan Shapiro–Wilk. Jika data berdistribusi normal, digunakan uji parametrik Repeated Measures ANOVA dan dilanjutkan uji Post Hoc. Jika data tidak berdistribusi normal, digunakan uji nonparametrik Friedman. Analisis dikerjakan menggunakan perangkat lunak SPSS dengan tingkat signifikansi 5 persen dan hipotesis nol dinyatakan diterima apabila nilai Sig. lebih besar dari 0,05 (Sugiyono, 2019).

Analisis komparatif selanjutnya yaitu evaluasi bias dengan menetapkan *high speed* sentrifugasi sebagai metode pembandingan (kontrol). Analisis dilakukan untuk menilai kesamaan klinis hasil pemeriksaan kadar glukosa antara penanganan menggunakan flokulan kitosan dan *high speed* sentrifugasi berdasarkan batas bawah dan batas atas Bland–Altman serta

pemenuhannya terhadap TEa CLIA, dengan TEa untuk parameter glukosa ditetapkan sebesar $\pm 8\%$. Hasil dinyatakan diterima apabila kedua batas Bland–Altman berada dalam rentang TEa CLIA. Jika salah satu batas berada di luar rentang, hasil tidak diterima (Bland dan Altman, 1986; CLSI EP09, 2018).

L. Etika Penelitian

Penelitian ini telah diajukan ke komisi etik penelitian kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Berdasarkan persetujuan Komisi Etik No. DP.04.03/e-KEPK.1/1314/2025, Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Poltekkes Kemenkes Yogyakarta menyatakan bahwa penelitian ini dinyatakan memiliki kelaikan etik pada tanggal 22 Desember 2025.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Serum Lipemik

Penelitian berjudul “Kadar Glukosa pada Serum Lipemik dengan Penanganan Menggunakan Flokulan Kitosan dan *High Speed* Sentrifugasi” telah dilaksanakan di Laboratorium Patologi Klinik BB Labkesmas Yogyakarta pada 29 Desember 2025. Penelitian ini menggunakan sampel sisa serum lipemik yang berasal dari RSUP Dr. Sardjito. Total serum lipemik yang digunakan adalah 20 sampel dengan kriteria secara visual tampak keruh, kadar trigliserida 500-799 mg/dL, tidak hemolisis, tidak ikterik dan memiliki volume >1 mL. Gambaran umum kadar trigliserida pada serum lipemik dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Gambaran Umum Serum Lipemik

Keterangan	Kadar Trigliserida (mg/dL)
Rerata	570,05
Nilai terendah	511,84
Nilai tertinggi	707,55

Sumber: Data Primer, 2025.

Tabel 6 menunjukkan hasil pemeriksaan kadar trigliserida dari total 20 sampel penelitian. Rerata kadar trigliserida yang diperoleh yaitu 570,05 mg/dL dengan nilai terendah 511,84 mg/dL dan nilai tertinggi 707,55 mg/dL. Seluruh sampel pada penelitian ini termasuk dalam kategori serum lipemik sedang berdasarkan kadar trigliserida yang diperoleh. Sampel tersebut kemudian digunakan untuk pemeriksaan kadar glukosa sebelum dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan serta *high speed* sentrifugasi.

B. Hasil Penelitian

1. Analisis Deskriptif

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah kadar glukosa yang dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel serta divisualisasikan dalam bentuk diagram batang. Kadar glukosa pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan serta *high speed* sentrifugasi dapat dilihat pada Tabel 7.

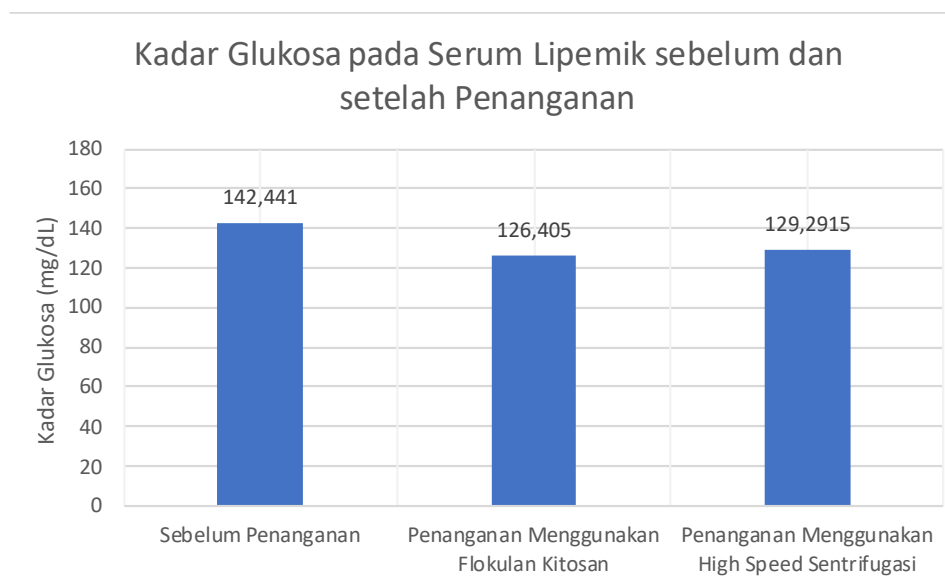
Tabel 7. Kadar Glukosa pada Serum Lipemik sebelum dan setelah Penanganan Menggunakan Flokulan Kitosan serta *High Speed* Sentrifugasi

Keterangan	Kadar Glukosa (mg/dL)		
	Sebelum Penanganan	Penanganan Menggunakan Flokulan Kitosan	Penanganan Menggunakan <i>High Speed</i> Sentrifugasi
	(A)	(B)	(C)
Jumlah Sampel	20	20	20
Rerata	142,44	126,4	129,29
Selisih rerata (B-A)		-16,04	
Selisih rerata (C-A)		-13,15	
Selisih rerata (B-C)		-2,89	

Sumber: Data Primer, 2025.

Tabel 7 menunjukkan hasil kadar glukosa pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan. Rerata kadar glukosa sebelum penanganan yaitu sebesar 142,44 mg/dL kemudian setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan menjadi 126,4 mg/dL dan setelah penanganan menggunakan *high speed* sentrifugasi menjadi 129,29 mg/dL. Penurunan rerata kadar glukosa setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan dibandingkan sebelum penanganan yaitu sebesar 16,04 mg/dL, sedangkan setelah penanganan menggunakan *high speed* sentrifugasi sebesar 13,15 mg/dL. Selisih rerata kadar glukosa antara penanganan

menggunakan flokulan kitosan dan *high speed* sentrifugasi yaitu sebesar 2,89 mg/dL. Perbandingan rerata kadar glukosa pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan disajikan dalam bentuk diagram batang pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Kadar Glukosa pada Serum Lipemik sebelum dan setelah Penanganan Menggunakan Flokulan Kitosan serta *High Speed* Sentrifugasi

Sumber: Data Primer, 2025.

Gambar 8 menunjukkan perbandingan rerata kadar glukosa sebelum dan setelah penanganan. Rerata kadar glukosa sebelum penanganan sebesar 142,44 mg/dL menjadi 126,4 mg/dL setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan, sehingga terjadi penurunan sebesar 11,26%. Sementara itu, rerata kadar glukosa sebelum penanganan sebesar 142,44 mg/dL menjadi 129,29 mg/dL setelah penanganan menggunakan *high speed* sentrifugasi, sehingga terjadi penurunan sebesar 9,23%. Rerata kadar glukosa setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan juga lebih rendah dibandingkan

setelah penanganan menggunakan *high speed* sentrifugasi, yaitu dari 129,29 mg/dL menjadi 126,4 mg/dL, sehingga terdapat selisih sebesar 2,24%.

2. Analisis Komparatif

a. Analisis Statistik

Data hasil pengukuran kadar glukosa pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan serta *high speed* sentrifugasi dilanjutkan dengan analisis statistik. Tahap awal analisis dilakukan uji normalitas data sebagaimana disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Normalitas Data

Uji Statistik	P	Signifikansi	Kesimpulan
Tests of Normality Shapiro-Wilk			
Kadar glukosa pada serum lipemik sebelum penanganan	> 0,05	0,167	Data berdistribusi normal
Kadar glukosa pada serum lipemik setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan	> 0,05	0,258	Data berdistribusi normal
Kadar glukosa pada serum lipemik setelah penanganan menggunakan <i>high speed</i> sentrifugasi	> 0,05	0,216	Data berdistribusi normal

Tabel 8 menunjukkan hasil uji normalitas data menggunakan metode Shapiro-Wilk karena jumlah data ≤ 50 . Data kadar glukosa pada serum lipemik sebelum penanganan memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,167. Data kadar glukosa setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,258, sedangkan setelah penanganan menggunakan *high speed* sentrifugasi memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,216. Seluruh nilai signifikansi menunjukkan hasil lebih dari 0,05 sehingga data pada masing-masing kelompok dinyatakan berdistribusi normal. Oleh karena itu, analisis statistik

selanjutnya dapat dilakukan menggunakan uji parametrik sebagaimana disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Homogenitas Data

Uji Statistik	P	Signifikansi	Kesimpulan
Mauchly's Test of Sphericity			
Kadar glukosa pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan serta <i>high speed</i> sentrifugasi	< 0,05	0,003	Data tidak homogen (varian tidak sama)

Tabel 9 menunjukkan hasil uji homogenitas data menggunakan Mauchly's Test of Sphericity. Data kadar glukosa pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan serta *high speed* sentrifugasi memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,003. Nilai signifikansi tersebut menunjukkan hasil kurang dari 0,05 sehingga data dinyatakan tidak homogen atau memiliki varian yang tidak sama. Oleh karena itu, analisis Repeated Measures ANOVA menggunakan nilai *corrected estimates* pada uji multivariate dan pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan nilai signifikansi pada Greenhouse-Geisser sebagaimana disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Beda Lebih dari 2 Sampel

Uji Statistik	P	Signifikansi	Kesimpulan
Tests of Within-Subjects Effects			
Kadar glukosa pada serum lipemik sebelum penanganan dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan serta <i>high speed</i> sentrifugasi	< 0,05	0,000	Ada perbedaan

Tabel 10 menunjukkan hasil uji beda lebih dari dua sampel menggunakan Tests of Within-Subjects Effects pada uji Repeated

Measures ANOVA. Data kadar glukosa pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan serta *high speed* sentrifugasi memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000. Nilai signifikansi tersebut menunjukkan hasil kurang dari 0,05 yang berarti terdapat perbedaan secara bermakna. Oleh karena itu, analisis statistik dilanjutkan dengan uji Post Hoc Bonferroni untuk mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan sebagaimana disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji Besar Pengaruh

Uji Statistik	P	Signifikansi	Kesimpulan
Pairwise Comparisons			
Kadar glukosa pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan	< 0,05	0,000	Ada perbedaan
Kadar glukosa pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan menggunakan <i>high speed</i> sentrifugasi	< 0,05	0,001	Ada perbedaan
Kadar glukosa pada serum lipemik setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan dan <i>high speed</i> sentrifugasi	> 0,05	0,406	Tidak ada perbedaan

Tabel 11 menunjukkan hasil uji besar pengaruh menggunakan uji lanjut Post Hoc Bonferroni yaitu Pairwise Comparisons. Perbandingan kadar glukosa pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000, sedangkan perbandingan sebelum dan setelah penanganan menggunakan *high speed* sentrifugasi memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,001. Nilai signifikansi pada kedua perbandingan tersebut

menunjukkan hasil kurang dari 0,05 yang artinya terdapat perbedaan kadar glukosa secara bermakna. Sementara itu, perbandingan kadar glukosa setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan dan *high speed* sentrifugasi memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,406 yang berarti tidak terdapat perbedaan kadar glukosa secara bermakna antara kedua penanganan tersebut.

b. Evaluasi Bias

Data hasil pengukuran kadar glukosa pada serum lipemik setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan dievaluasi bias-nya dengan menetapkan *high speed* sentrifugasi sebagai metode pembanding (kontrol). Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Evaluasi Bias

Perbandingan Kitosan vs <i>High Speed</i> Sentrifugasi			
Keterangan	Hasil (%)	Kriteria penerimaan (LoA harus di dalam TEa)	Kesimpulan
Bias	-2,22	Tidak memenuhi	Tidak diterima
SD	5,57	karena <i>lower</i>	
<i>Lower</i> LoA	-13,13	LoA < -8 dan	
<i>Upper</i> LoA	8,69	<i>upper</i> LoA > +8	
Batas TEa CLIA	±8		

Sumber: Data Primer, 2025.

Tabel 12 menunjukkan hasil evaluasi bias menggunakan analisis Bland-Altman antara penanganan menggunakan flokulan kitosan dan *high speed* sentrifugasi. Analisis tersebut menghasilkan nilai bias sebesar -2,22% dengan simpangan baku perbedaan sebesar 5,57%. Nilai *lower* LoA sebesar -13,13% dan *upper* LoA sebesar 8,69%, sedangkan batas TEa yang ditetapkan oleh CLIA untuk parameter

glukosa yaitu $\pm 8\%$. Nilai *lower* LoA yang berada di bawah -8% dan *upper* LoA yang berada di atas $+8\%$ menunjukkan bahwa penanganan menggunakan flokulan kitosan tidak memenuhi kriteria penerimaan untuk dapat digunakan sebagai alternatif pengganti *high speed* sentrifugasi.

C. Pembahasan

Serum lipemik merupakan serum yang secara visual tampak keruh dan berwarna seperti putih susu yang diakibatkan oleh penumpukan partikel lipoprotein seperti kilomikron dan VLDL serta berkaitan dengan tingginya kadar trigliserida. Kondisi lipemia dapat mengganggu pemeriksaan laboratorium berbasis spektrofotometri karena kekeruhan sampel dapat menyebarkan cahaya yang melewati larutan pemeriksaan. Pemeriksaan kadar glukosa pada penelitian ini menggunakan metode GOD-PAP yang termasuk metode berbasis spektrofotometri, sehingga keberadaan lipemia dapat memengaruhi hasil pemeriksaan dan menyebabkan peningkatan hasil menjadi tidak akurat. Oleh karena itu, dilakukan penanganan menggunakan flokulan kitosan dan *high speed* sentrifugasi untuk mengurangi derajat kekeruhan pada sampel lipemik.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan kadar glukosa setelah penanganan serum lipemik baik menggunakan flokulan kitosan maupun *high speed* sentrifugasi. Berdasarkan Tabel 7, rerata kadar glukosa sebelum penanganan adalah sebesar 142,44 mg/dL. Setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan, rerata kadar glukosa menurun sebesar 16,04 mg/dL (11,26%) menjadi 126,40 mg/dL, sedangkan setelah penanganan menggunakan *high speed*

sentrifugasi menurun sebesar 13,15 mg/dL (9,23%) menjadi 129,29 mg/dL. Penurunan tersebut juga didukung secara statistik melalui hasil uji Repeated Measures ANOVA dan uji lanjut, yang menunjukkan terdapat perbedaan bermakna antara kadar glukosa sebelum penanganan dibandingkan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan maupun *high speed* sentrifugasi ($p < 0,05$).

Temuan ini mengindikasikan bahwa pada kondisi lipemik, hasil pemeriksaan glukosa cenderung lebih tinggi dibandingkan setelah dilakukan penanganan sampel. Kondisi tersebut dapat dijelaskan karena lipemia menyebabkan kekeruhan yang berpotensi menimbulkan interferensi optik pada pemeriksaan kimia klinik berbasis fotometri (Mainali, dkk., 2017). Setelah partikel lipoprotein dikurangi melalui sentrifugasi atau flokulasi, derajat kekeruhan menurun sehingga interferensi berkurang dan hasil glukosa lebih mendekati nilai yang sebenarnya (Castro, dkk., 2018; Solé-Enrech, dkk., 2023; Yang, dkk., 2016).

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Fathurrohman, dkk. tahun 2022 yang menunjukkan adanya penurunan kadar glukosa secara bermakna setelah penambahan kitosan 2,5% pada serum lipemik. Temuan ini juga didukung oleh penelitian Martsiningsih, dkk. tahun 2023 yang melaporkan adanya penurunan kadar glukosa setelah penanganan menggunakan PEG 6000 maupun *high speed* sentrifugasi. Kesamaan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan flokulan maupun sentrifugasi mampu mengurangi interferensi lipemia pada pemeriksaan glukosa.

Perbandingan hasil kadar glukosa setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan dan *high speed* sentrifugasi menunjukkan rerata masing-masing sebesar 126,40 mg/dL dan 129,29 mg/dL, dengan selisih rerata 2,89 mg/dL atau 2,24%. Meskipun terdapat selisih rerata hasil pemeriksaan, hasil uji Pairwise Comparisons menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna antara kedua metode penanganan ($p > 0,05$; $p = 0,406$). Temuan ini menunjukkan bahwa secara statistik penanganan serum lipemik menggunakan flokulan kitosan memberikan hasil yang setara dengan *high speed* sentrifugasi pada pemeriksaan glukosa.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Martsiningsih, dkk. tahun 2023 yang membandingkan flokulan PEG 6000 dengan *high speed* sentrifugasi dan menunjukkan hasil yang tidak berbeda secara signifikan. Tidak adanya perbedaan bermakna secara statistik mengindikasikan bahwa, berdasarkan rerata, kedua metode memiliki efektivitas kejernihan serum yang setara, meskipun melalui mekanisme yang berbeda. Pada flokulan, kejernihan diperoleh melalui pembentukan flok yang mengagregasi partikel lipoprotein, sedangkan pada *high speed* sentrifugasi melalui pemisahan fraksi lipid berdasarkan perbedaan densitas (Prendes, dkk., 2023; Yang, dkk., 2016).

Meskipun hasil uji statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna, evaluasi lanjutan secara klinis tetap diperlukan untuk menilai apakah penanganan menggunakan flokulan kitosan dapat digunakan sebagai alternatif pengganti *high speed* sentrifugasi. Penilaian ini penting karena tidak adanya perbedaan bermakna secara statistik belum tentu menunjukkan adanya kesepakatan hasil antar metode penanganan pada tingkat individual.

Kesepakatan pada tingkat individual mengacu pada kesesuaian hasil pada setiap pasangan sampel yang sama, yang penting karena dalam praktik klinis interpretasi dilakukan pada tingkat individu, bukan berdasarkan rerata kelompok. Uji statistik, seperti Pairwise Comparisons, hanya menilai perbedaan rerata antar kelompok, sehingga tidak menggambarkan variasi perbedaan pada setiap pasangan hasil pengukuran. Oleh karena itu, dilakukan evaluasi bias menggunakan analisis Bland–Altman dengan membandingkan *limits of agreement* (LoA) terhadap batas *total error allowable* (TEa) CLIA sebagai kriteria penerimaan metode (Mansournia, dkk., 2021).

Dalam analisis Bland–Altman, LoA digunakan untuk menunjukkan batas kesepakatan, yaitu batas perbedaan yang terjadi antar metode, sedangkan TEa CLIA digunakan sebagai batas perbedaan yang masih dapat diterima secara klinis. Berdasarkan Tabel 12, hasil evaluasi bias menunjukkan rerata bias antara flokulan kitosan dan *high speed* sentrifugasi sebesar -2,22% dengan simpangan baku perbedaan sebesar 5,57%, sehingga diperoleh *lower* LoA sebesar -13,13% dan *upper* LoA sebesar 8,69%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa batas kesepakatan yang diperoleh melampaui batas TEa CLIA $\pm 8\%$, karena *lower* LoA berada di bawah -8% dan *upper* LoA berada di atas +8%. Dengan demikian, hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa penanganan menggunakan flokulan kitosan tidak memenuhi kriteria penerimaan untuk dapat digunakan sebagai alternatif pengganti *high speed* sentrifugasi.

Lebarnya LoA yang melampaui batas TEa CLIA menunjukkan adanya variasi perbedaan hasil antar sampel yang relatif besar antara penanganan

menggunakan flokulan kitosan dan *high speed* sentrifugasi. Besarnya variasi perbedaan tersebut tercermin dalam simpangan baku perbedaan, di mana semakin besar nilainya, maka LoA yang dihasilkan juga akan semakin lebar. Pada penelitian ini, variasi tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh faktor teknis selama proses penanganan. Pada proses *high speed* sentrifugasi, sebagian partikel lipoprotein pada lapisan atas dapat ikut terambil saat pemipetan supernatan, sehingga menyebabkan hasil pada beberapa sampel masih menunjukkan nilai yang relatif tinggi akibat interferensi yang belum sepenuhnya terpisahkan.

Selain faktor teknis, variasi hasil pada penelitian ini juga dapat dijelaskan secara teoritis berdasarkan mekanisme flokulasi kitosan yang dipengaruhi oleh komposisi lipoprotein penyebab lipemia. Pada sampel dengan dominasi lipoprotein berukuran besar, seperti kilomikron, proses flokulasi cenderung membentuk agregat besar yang meningkatkan kemungkinan ko-presipitasi (*entrapment*), sehingga sebagian glukosa dapat ikut terperangkap dan menyebabkan hasil menjadi lebih rendah. Sebaliknya, pada sampel dengan dominasi lipoprotein berukuran lebih kecil, seperti VLDL, proses flokulasi dapat berlangsung kurang optimal karena partikel lebih sulit untuk diagregasi, sehingga tidak seluruh lipoprotein berhasil dipisahkan dan hasil masih menunjukkan nilai yang relatif tinggi. Perbedaan respons flokulasi tersebut menunjukkan bahwa efektivitas kitosan pada penelitian ini belum konsisten antar sampel, sehingga berkontribusi terhadap tidak terpenuhinya kriteria penerimaan metode pada evaluasi bias ini (Nikolac, 2014; Yang, dkk., 2016).

Keterbatasan penelitian ini yaitu jumlah sampel yang digunakan masih sedikit. Pada analisis Bland–Altman, jumlah sampel yang sedikit dapat memengaruhi presisi estimasi LoA, sehingga rentang kesepakatan yang diperoleh masih berpotensi dipengaruhi oleh variasi sampel penelitian. Selain itu, *confidence interval limits of agreement* (CI LoA) belum dihitung, sehingga ketidakpastian estimasi batas kesepakatan belum dievaluasi lebih lanjut. Keterbatasan tersebut perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan hasil evaluasi bias, terutama terkait penerimaan metode berdasarkan batas kesepakatan yang diperoleh (Gerke, 2020).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Ada perbedaan kadar glukosa secara bermakna pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan.
2. Ada perbedaan kadar glukosa secara bermakna pada serum lipemik sebelum dan setelah penanganan menggunakan *high speed* sentrifugasi.
3. Tidak ada perbedaan kadar glukosa secara bermakna setelah penanganan menggunakan flokulan kitosan dan *high speed* sentrifugasi.
4. Kemampuan flokulan kitosan dalam menangani serum lipemik pada pemeriksaan kadar glukosa tidak setara dengan *high speed* sentrifugasi berdasarkan kriteria TEa CLIA ($\pm 8\%$), karena nilai *lower* LoA berada di bawah -8% yaitu $-13,13\%$ dan *upper* LoA berada di atas $+8\%$ yaitu $8,69\%$.

B. Saran

1. Untuk pengelola dan manajemen laboratorium, berdasarkan hasil penelitian ini flokulan kitosan belum dapat digunakan dalam pelayanan rutin laboratorium klinik untuk penanganan serum lipemik pada pemeriksaan kadar glukosa.
2. Untuk peneliti selanjutnya, disarankan melakukan studi perbandingan yang lebih lengkap (misalnya sesuai CLSI EP09) dengan jumlah sampel minimal 40, serta mencakup seluruh tingkat lipemik (ringan, sedang dan berat). Selain itu, penelitian dapat diperluas dengan mengevaluasi parameter lain selain glukosa untuk melihat efektivitas flokulan kitosan secara lebih

komprehensif. Analisis juga disarankan menggunakan CI LoA untuk memperoleh estimasi LoA yang lebih presisi, sehingga kesetaraan klinis dapat dinilai lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- ArulVijayaVani, S., P.S. Mohanraj dan R. Reeta. 2022. Evaluating Interference of Lipemia on Routine Clinical Biochemical Tests. *Journal of Laboratory Physicians*, 5(15), 269–275. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1758664>
- Badawi, A.K., R.S. Salama dan M.M. Mostafa. 2023. Natural-based Coagulants/Flocculants as Sustainable Market-valued Products for Industrial Wastewater Treatment: a Review of Recent Developments. *RSC Advances*, 13(28), 19335–19355. <https://doi.org/10.1039/d3ra01999c>
- Bland, J.M. dan D.G. Altman. 1986. Statistical Methods for Assessing Agreement between Two Methods of Clinical Measurement. *The Lancet*, 1(8476), 307–310. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(86\)90837-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(86)90837-8)
- Cadamuro, J., C. Mrazek, A.B. Leichtle, U. Kipman, T.K. Felder, H. Wiedemann, H. Oberkofler, G.M. Fiedler dan E. Haschke-Becher. 2017. Influence of Centrifugation Conditions on The Results of 77 Routine Clinical Chemistry Analytes Using Standard Vacuum Blood Collection Tubes and The New BD-Barricor Tubes. *Biochemia Medica*, 28(1). <https://doi.org/10.11613/BM.2018.010704>
- Castro, M.J., B. Candás-Estébanez, M. Esteban-Salán, P. Calmarza, T. Arrobas-Velilla, C. Romero-Román, M. Pocoví-Mieras dan J.Á. Aguilar-Doreste. 2018. Removing Lipemia in Serum/ Plasma Samples: A Multicenter Study. *Annals of Laboratory Medicine*, 38(6), 518–523. <https://doi.org/10.3343/alm.2018.38.6.518>
- Chow, S.C., J. Shao, H. Wang dan Y. Lokhnygina. 2018. *Sample Size Calculations in Clinical Research* (3rd ed.). Boca Raton: CRC.
- CLSI C-56. 2011. *Hemolysis, Icterus, and Lipemia/Turbidity Indices as Indicators of Interference in Clinical Laboratory Analysis*. Wayne, PA.
- CLSI EP09. 2018. *Measurement Procedure Comparison and Bias Estimation Using Patient Samples*. Wayne, PA.
- Dahlan, M.S. 2013. *Besar Sampel dan Cara Pengambilan Sampel dalam Penelitian Kedokteran dan Kesehatan* (3rd ed.). Jakarta: Salemba Medika.
- Fathurrohmah, E.D., S.Z. Wasilah dan B. Martono. 2022. Perbedaan Kadar Glukosa pada Serum Lipemik dengan dan Tanpa Penambahan Kitosan, 349–358.
- Fernández-Prendes, C., M.J. Castro-Castro, L. Jiménez-Añón, C. Morales-Indiano dan M. Martínez-Bujidos. 2023. Discrepancies in Lipemia Interference Between Endogenous Lipemic Samples and Smoflipid®-Supplemented

- Samples. *The Journal of the International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 34(1), 27–41.
- Gerke, O. 2020. Reporting Standards for a Bland–Altman Agreement Analysis: A Review of Methodological Reviews. *Diagnostics*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/diagnostics10050334>
- Imtihani, H.N., R.A. Wahyuono dan S.N. Permatasari. 2020. *Biopolimer Kitosan dan Penggunaannya dalam Formulasi Obat*. Gresik: Graniti.
- Kee, J.L. 2014. *Laboratory and Diagnostic Tests with Nursing Implications* (9 ed.). Massachusetts: Pearson.
- Kepmenkes. 2010. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1792/MENKES/SK/XII/2019 tentang Pedoman Pemeriksaan Kimia Klinik*. Jakarta.
- Li, B., J. Elango dan W. Wu. 2020. Recent Advancement of Molecular Structure and Biomaterial Function of Chitosan from Marine Organisms for Pharmaceutical and Nutraceutical Application. *Applied Sciences*, 10(14). <https://doi.org/10.3390/app10144719>
- Lieseke, C.L. dan E.A. Zeibig. 2017. *Buku Ajar Laboratorium Klinis*. Jakarta: EGC.
- Lippi, G. dan M. Franchini. 2013. Lipaemic Donations: Truth and Consequences. *Transfusion and Apheresis Science*, 49(2), 181–184. <https://doi.org/10.1016/j.transci.2012.10.001>
- Lwanga, S.K. dan S. Lemeshow. 1991. *Sample Size Determination in Health Studies: A Practical Manual*. Geneva: World Health Organization.
- Mainali, S., S.R. Davis dan M.D. Krasowski. 2017. Frequency and Causes of Lipemia Interference of Clinical Chemistry Laboratory Tests. *Practical Laboratory Medicine*, 3(8), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.plabm.2017.02.001>
- Mansournia, M.A., R. Waters, M. Nazemipour, M. Bland dan D.G. Altman. 2021. Bland-Altman Methods for Comparing Methods of Measurement and Response to Criticisms. *Global Epidemiology*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.gloepi.2020.100045>
- Martsiningsih, M.A., Sujono, B. Supriyanta, M. Kasiyati, C. Surya, B. Martono dan B. Setiawan. 2023. Kadar Glukosa pada Serum Lipemik dengan Penggunaan Polyethylene Glycol 6000 8% dan High Speed Sentrifugasi. *Meditory*, 11(1), 90–96.
- Muxika, A., A. Extabide, J. Uranga, P. Guerrero dan K. Caba. 2017. Chitosan as a Bioactive Polymer: Processing, Properties and Application. *International*

- Journal of Biological Macromolecules*, 105(1).
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.07.087>
- Nakorn, N.P. 2008. Chitin Nanowhisker and Chitosan Nanoparticles in Protein Immobilization for Biosensor Applications. *Journal of Metals, Materials and Minerals*, 18(2), 73–77.
- Nikolac, N. 2014. Lipemia: Causes, Interference Mechanisms, Detection and Management. *Biochemia Medica*, 24(1), 57–67.
<https://doi.org/10.11613/BM.2014.008>
- Pambudi, A.F., S.T. Widada dan B. Setiawan. 2017. Serum Lipemik dengan Flokulan Gamma-Siklodekstrin pada Pemeriksaan Glukosa. *Medical Laboratory Technology Journal*, 3(2), 68–72.
<https://doi.org/10.31964/mltj.v3i2.165>
- PERKENI. 2021. *Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia*. Jakarta: PB. PERKENI.
- Permenkes. 2013. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 43 Tahun 2013 tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang Baik*. Jakarta.
- Prendes, C.F., M.J.C. Castro, L.S. Navarro, L.R. Mas, C.M. Indiano dan T.A. Velilla. 2023. Handling of Lipemic Samples in the Clinical Laboratory. *Advance in Laboratory Medicine*, 4(1), 5–15. <https://doi.org/10.1515/almed-2023-0003>
- Puspitasari, M. dan W. Hadi. 2014. Efektifitas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan FeCl_3 dalam Pengolahan Air Menggunakan Gravel Bed Flocculator ditinjau dari Parameter Kekeruhan dan Total Coli. *Jurnal Teknik POMITS*, 3(2), 162–166.
- Raymond, L., E. Mailet, M.C. Trudel, J. Marsan, A.O. Guinea dan G. Paré. 2020. Advancing Laboratory Medicine in Hospitals through Health Information Exchange: a Survey of Specialist Physicians in Canada. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 20(44). <https://doi.org/10.1186/s12911-020-1061-z>
- Rifai, N., A.R. Horvath dan C.T. Wittwer. 2019. *Tietz Fundamentals of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics* (8 ed.). Missouri: Elsevier.
- Rinaudo, M. dan S. Pérez. 2019. From Chitin to Chitosan. *GlycoPedia*.
- Roche. 2019. *Serum Indices: Reduction of Clinical Errors in Laboratory Medicine*. Germany: Roche Diagnostics GmbH.
- Rohana, H. dan A.A.R. Irwanto. 2023. Pemanfaatan Ekstrak Daun Abelmoschus manihot L. sebagai Flokulan Pengolahan Air Tanah pada Kegiatan Praktikum

- Kimia Analisis Lingkungan. *Indonesian Journal of Laboratory*, 6(3), 196–204.
- Sacks, D.B., M. Arnold, G.L. Bakris, D.E. Bruns, A.R. Horvath, A. Lernmark, B.E. Metzger, D.M. Nathan dan M.S. Kirkman. 2023. Guidelines and Recommendations for Laboratory Analysis in the Diagnosis and Management of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, 46, 151–199.
- Santos-Baez, L.S. dan H.N. Ginsberg. 2020. Hypertriglyceridemia—Causes, Significance, and Approaches to Therapy. *Frontiers in Endocrinology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00616>
- Solé-Enrech, G., R. Cano-Corres, M.I. Aparicio-Calvente dan N. Spataro. 2023. Elimination of Lipaemic Interference by High-Speed Centrifugation. *Biochemia Medica*, 33(1). <https://doi.org/10.11613/BM.2023.010703>
- Soleimani, N., S. Mohammadzadeh dan A. Fateme. 2020. Lipemia Interferences in Biochemical Tests, Investigating the Efficacy of Different Removal Methods in Comparison with Ultracentrifugation as the Gold Standard. *Analytical Methods in Chemistry*. <https://doi.org/10.1155/2020/9857636>
- Suarsana, I.N., S. Widyastuti dan B.P. Priosoeryanto. 2012. Ketersediaan Hayati Isoflavon dalam Plasma dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Biokimia Darah pada Tikus Hiperglikemia. *Jurnal Veteriner (Indonesian Veterinary Journal)*, 13(1), 86–91.
- Sugiah, K.D. Budiarti, A. Nurisani, G.N. Mutmaina dan Alya. 2023. Overview of Triglyceride Levels in Lipemic Serum using Polyethylene Glycol (PEG) 6000. *Journal of Midwifery and Nursing*, 5(3), 119–125. <https://doi.org/10.35335/jmn.v5i3.4187>
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D* (II). Bandung: Alfabeta.
- Sumarno, E. Kusumawati, R. Indriati dan E. Triastutik. 2006. Pembuatan Flokulan Non-Ionik dari Starch dan Acrylamide dengan Metode Grafting To. *Jurnal Purifikasi*, 7(1), 43–48.
- Vignoli, A., L. Tenori, C. Morsiani, P. Turano, M. Capri dan C. Luchinat. 2022. Serum or Plasma (and Which Plasma), That Is the Question. *Journal of Proteome Research*, 21, 1061–1072. <https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.1c00935>
- WHO. 2002. *Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants: Fifty Seventh Report of the Joint FAO/ WHO Expert Committee on Food Additives*. Geneva.

- Wiranto, R.R.P., L.I. Momuat dan E. Suryanto. 2024. Penggunaan Polietilena Glikol 6000 sebagai Flokulan Lipoprotein pada Serum Lipemik dalam Analisis Trigliserida. *Chemistry Progress*, 17(1), 97–103. <https://doi.org/10.35799/cp.17.1.2024.54823>
- Yang, R., H. Li, M. Huang, H. Yang dan A. Li. 2016. A Review on Chitosan-Based Flocculants and Their Applications in Water Treatment. *Water Research*, 95, 59–89. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.02.068>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Layak Etik



Terakreditasi KEPPKN No. 005/KEPPKN/AKT/IV/2024

Kementerian Kesehatan

Poltekkes Yogyakarta

Komite Etik Penelitian Kesehatan

Jalan Tata Bumi No. 3, Banyuraden, Gamping,
Sleman, D.I. Yogyakarta 55293

(0274) 617601

<https://poltekkesjogja.ac.id>

KETERANGAN LAYAK ETIK DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION "ETHICAL EXEMPTION"

No.DP.04.03/e-KEPK.1/1314/2025

Protokol penelitian versi 1 yang diusulkan oleh :

The research protocol proposed by

Peneliti utama : Wanda Aprilia Putri
Principal In Investigator

Nama Institusi : Politeknik Kesehatan Kementerian
Kesehatan Yogyakarta

Name of the Institution

Dengan judul:
Title

"Kadar Glukosa pada Serum Lipemik dengan Penanganan Menggunakan Flokulan Kitosan dan High Speed Sentrifugasi"

"Glucose Levels in Lipemic Serum Treated with a Chitosan Flocculant and High Speed Centrifugation"

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 Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 22 Desember 2025 sampai dengan tanggal 22 Desember 2026.

This declaration of ethics applies during the period December 22, 2025 until December 22, 2026.



December 22, 2025

Chairperson,

Dr. drg. Wiworo Haryani, M.Kes.

Lampiran 2. Surat Izin Penelitian



Kementerian Kesehatan
Direktorat Jenderal
Sumber Daya Manusia Kesehatan
Politeknik Kesehatan 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.10/1225/2025 Yogyakarta, 04 Desember 2025
Lamp : -
Hal : Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth. :

Kepala Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Yogyakarta
di-
Yogyakarta

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 : Wanda Aprilia Putri
NIM : P07134222061
Judul : Kadar Glukosa pada Serum Lipemik dengan Penanganan Menggunakan Flokulan Kitosan dan High Speed Sentrifugasi

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan

Muji Rahayu, S.Si, Apt, M.Sc.
NIP. 196606151985112001



Lampiran 3. Data Pemeriksaan Kadar Glukosa



FR/BBLabkesmasYk/7.8.m/Rev.1

LAPORAN HASIL UJI
RS.02.04/B.X.2/951/2026

Pengujian Instalasi Laboratorium Patologi Klinik & Imunologi

Jenis Sampel : Darah Vena (Serum Lipemik)
Parameter : Gula Darah Sewaktu
Metode Uji : *Glucose Oxidase/ Peroxidase*
Kegiatan : Penelitian
Asal Sampel : Wanda Aprilia Putri, Jalan Ngadinegaran MJ 3 No.62, Mantrijeron, Mantrijeron, Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta,
Pengambil Sampel : Wanda Aprilia Putri
Tanggal dan Waktu : 19-12-2025 08:00:00
Pengambilan
Tanggal Penerimaan : 19-12-2025
Tanggal Pemeriksaan : 29-12-2025
Tanggal dan Waktu : 14-01-2026 11:17:53
Hasil Dilaporkan
Kondisi Sampel :

No	Nomor Sampel	Hasil Uji	Satuan
1	Sebelum-1	178,77	mg/dL
2	Sebelum-2	187,25	mg/dL
3	Sebelum-3	130,73	mg/dL
4	Sebelum-4	133,93	mg/dL
5	Sebelum-5	138,22	mg/dL
6	Sebelum-6	136,91	mg/dL
7	Sebelum-7	103,35	mg/dL
8	Sebelum-8	121,4	mg/dL
9	Sebelum-9	168,88	mg/dL
10	Sebelum-10	187,12	mg/dL
11	Sebelum-11	199,68	mg/dL
12	Sebelum-12	105,53	mg/dL
13	Sebelum-13	150,54	mg/dL

14	Sebelum-14	121,37	mg/dL
15	Sebelum-15	139,52	mg/dL
16	Sebelum-16	132,6	mg/dL
17	Sebelum-17	134,68	mg/dL
18	Sebelum-18	159,31	mg/dL
19	Sebelum-19	106,42	mg/dL
20	Sebelum-20	112,61	mg/dL
21	K-1	152,72	mg/dL
22	K-2	155,06	mg/dL
23	K-3	107,4	mg/dL
24	K-4	111,84	mg/dL
25	K-5	113,66	mg/dL
26	K-6	131,71	mg/dL
27	K-7	85,43	mg/dL
28	K-8	106,65	mg/dL
29	K-9	148,13	mg/dL
30	K-10	176,69	mg/dL
31	K-11	195,46	mg/dL
32	K-12	98,6	mg/dL
33	K-13	139,37	mg/dL
34	K-14	105,2	mg/dL
35	K-15	119,13	mg/dL
36	K-16	121,05	mg/dL
37	K-17	125,3	mg/dL
38	K-18	138,19	mg/dL
39	K-19	101,91	mg/dL
40	K-20	94,59	mg/dL

41	H-1	168,79	mg/dL
42	H-2	172,69	mg/dL
43	H-3	116,95	mg/dL
44	H-4	119,18	mg/dL
45	H-5	117,01	mg/dL
46	H-6	124,43	mg/dL
47	H-7	88,45	mg/dL
48	H-8	109,22	mg/dL
49	H-9	151,27	mg/dL
50	H-10	153,73	mg/dL
51	H-11	197,37	mg/dL
52	H-12	101,38	mg/dL
53	H-13	140,71	mg/dL
54	H-14	111,54	mg/dL
55	H-15	124,34	mg/dL
56	H-16	122,27	mg/dL
57	H-17	125,06	mg/dL
58	H-18	143,69	mg/dL
59	H-19	99,04	mg/dL
60	H-20	98,71	mg/dL

Keterangan:

* : Parameter Terakreditasi

Bantul, 14-01-2026

Penanggungjawab Laboratorium Patologi Klinik dan Imunologi



(dr. Siti Maryam, Sp.PK)
NIP 3402126312740003

Lampiran 4. Hasil Analisis Deskriptif

No. Sampel	Kadar Glukosa (mg/dL)			B-A	C-A	B-C
	Sebelum Penanganan	Penanganan Menggunakan Flokulan Kitosan	Penanganan Menggunakan <i>High Speed</i> Sentrifugasi			
	(A)	(B)	(C)			
1	178,77	152,72	168,79	-26,05	-9,98	-16,07
2	187,25	155,06	172,69	-32,19	-14,56	-17,63
3	130,73	107,4	116,95	-23,33	-13,78	-9,55
4	133,93	111,84	119,18	-22,09	-14,75	-7,34
5	138,22	113,66	117,01	-24,56	-21,21	-3,35
6	136,91	131,71	124,43	-5,2	-12,48	7,28
7	103,35	85,43	88,45	-17,92	-14,9	-3,02
8	121,4	106,65	109,22	-14,75	-12,18	-2,57
9	168,88	148,13	151,27	-20,75	-17,61	-3,14
10	187,12	176,69	153,73	-10,43	-33,39	22,9
11	199,68	195,46	197,37	-4,22	-2,31	-1,91
12	105,53	98,6	101,38	-6,93	-4,15	-2,78
13	150,54	139,37	140,71	-11,17	-9,83	-1,34
14	121,37	105,2	111,54	-16,17	-9,83	-6,34
15	139,52	119,13	124,34	-20,39	-15,18	-5,21
16	132,6	121,05	122,27	-11,55	-10,33	-1,22
17	134,68	125,3	125,06	-9,38	-9,62	0,24
18	159,31	138,19	143,69	-21,12	-15,62	-5,5
19	106,42	101,91	99,04	-4,51	-7,38	2,87
20	112,61	94,59	98,71	-18,02	-13,9	-4,12
Rerata	142,44	126,4	129,29	-16,04	-13,15	-2,89

Lampiran 5. Hasil Analisis Statistik

Hasil Uji Statistik Kadar Glukosa pada Serum Lipemik sebelum dan setelah Penanganan Menggunakan Flokulan Kitosan serta *High Speed* Sentrifugasi

A. Uji Normalitas/ Distribusi Data

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for Sebelum	.194	20	.048	.932	20	.167
Standardized Residual for Kitosan	.125	20	.200*	.942	20	.258
Standardized Residual for High_Speed	.210	20	.021	.938	20	.216

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

B. Uji Homogenitas Data

Mauchly's Test of Sphericity^a

Measure: Glukosa

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^b Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
Penanganan	.523	11.678	2	.003	.677	.711	.500

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. Design: Intercept

Within Subjects Design: Penanganan

b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

C. Uji Beda *Tests of Within-Subjects Effects*

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: Glukosa

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Penanganan	Sphericity Assumed	4692.676	2	2346.338	21.303	.000
	Greenhouse-Geisser	4692.676	1.354	3466.304	21.303	.000
	Huynh-Feldt	4692.676	1.421	3302.282	21.303	.000
	Lower-bound	4692.676	1.000	4692.676	21.303	.000
Error(Penanganan)	Sphericity Assumed	4185.412	38	110.142		
	Greenhouse-Geisser	4185.412	25.722	162.716		
	Huynh-Feldt	4185.412	27.000	155.017		
	Lower-bound	4185.412	19.000	220.285		

D. Uji Besar Pengaruh *Pairwise Comparisons*

Pairwise Comparisons

Measure: Glukosa

(I) Penanganan	(J) Penanganan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	20.036*	3.912	.000	9.767	30.306
	3	17.149*	3.783	.001	7.218	27.081
2	1	-20.036*	3.912	.000	-30.306	-9.767
	3	-2.887	1.851	.406	-7.746	1.972
3	1	-17.149*	3.783	.001	-27.081	-7.218
	2	2.887	1.851	.406	-1.972	7.746

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Lampiran 6. Perhitungan Evaluasi Bias

Data:

Ki = Kitosan, Hi = *High Speed* (kontrol)

n = 20

- 1) Percent difference tiap sampel (dibanding kontrol):

$$di(\%) = ((Ki - Hi) / Hi) * 100$$

- 2) Hasil hitung di(%) untuk 20 sampel (dibulatkan 2 desimal):

$$d1 = -9,52$$

$$d2 = -10,21$$

$$d3 = -8,17$$

$$d4 = -6,16$$

$$d5 = -2,86$$

$$d6 = 5,85$$

$$d7 = -3,41$$

$$d8 = -2,35$$

$$d9 = -2,08$$

$$d10 = 14,94$$

$$d11 = -0,97$$

$$d12 = -2,74$$

$$d13 = -0,95$$

$$d14 = -5,68$$

$$d15 = -4,19$$

$$d16 = -1,00$$

$$d17 = 0,19$$

$$d18 = -3,83$$

$$d19 = 2,90$$

$$d20 = -4,17$$

- 3) Bias persen (rata-rata percent difference):

$$Bias(\%) = (d1 + d2 + \dots + d20) / 20$$

$$Jumlah \Sigma di(\%) = -44,4205718868$$

$$Bias(\%) = -44,4205718868 / 20$$

$$Bias(\%) = -2,2210285943 \approx -2,22\%$$

- 4) SD persen (SD sampel): → **STDEV.S di excel**

$$SD(\%) = \sqrt{(\Sigma(di - Bias)^2) / (n - 1)}$$

$$\Sigma(di - Bias)^2 = 588,5445122528$$

$$SD(\%) = \sqrt{588,5445122528 / 19}$$

$$SD(\%) = 5,565611104 \approx 5,57\%$$

5) Limits of Agreement (LoA) 95%:

$$\text{Lower LoA}(\%) = \text{Bias}(\%) - 1,96 * \text{SD}(\%)$$

$$\text{Upper LoA}(\%) = \text{Bias}(\%) + 1,96 * \text{SD}(\%)$$

$$1,96 * \text{SD}(\%) = 1,96 * 5,565611104 = 10,908597764$$

$$\text{Lower LoA}(\%) = -2,2210285943 - 10,908597764$$

$$\text{Lower LoA}(\%) = -13,129626358 \approx -13,13\%$$

$$\text{Upper LoA}(\%) = -2,2210285943 + 10,908597764$$

$$\text{Upper LoA}(\%) = 8,6875691697 \approx +8,69\%$$

6) Bandingkan dengan TEa CLIA glukosa $\pm 8\%$:

Syarat memenuhi TEa:

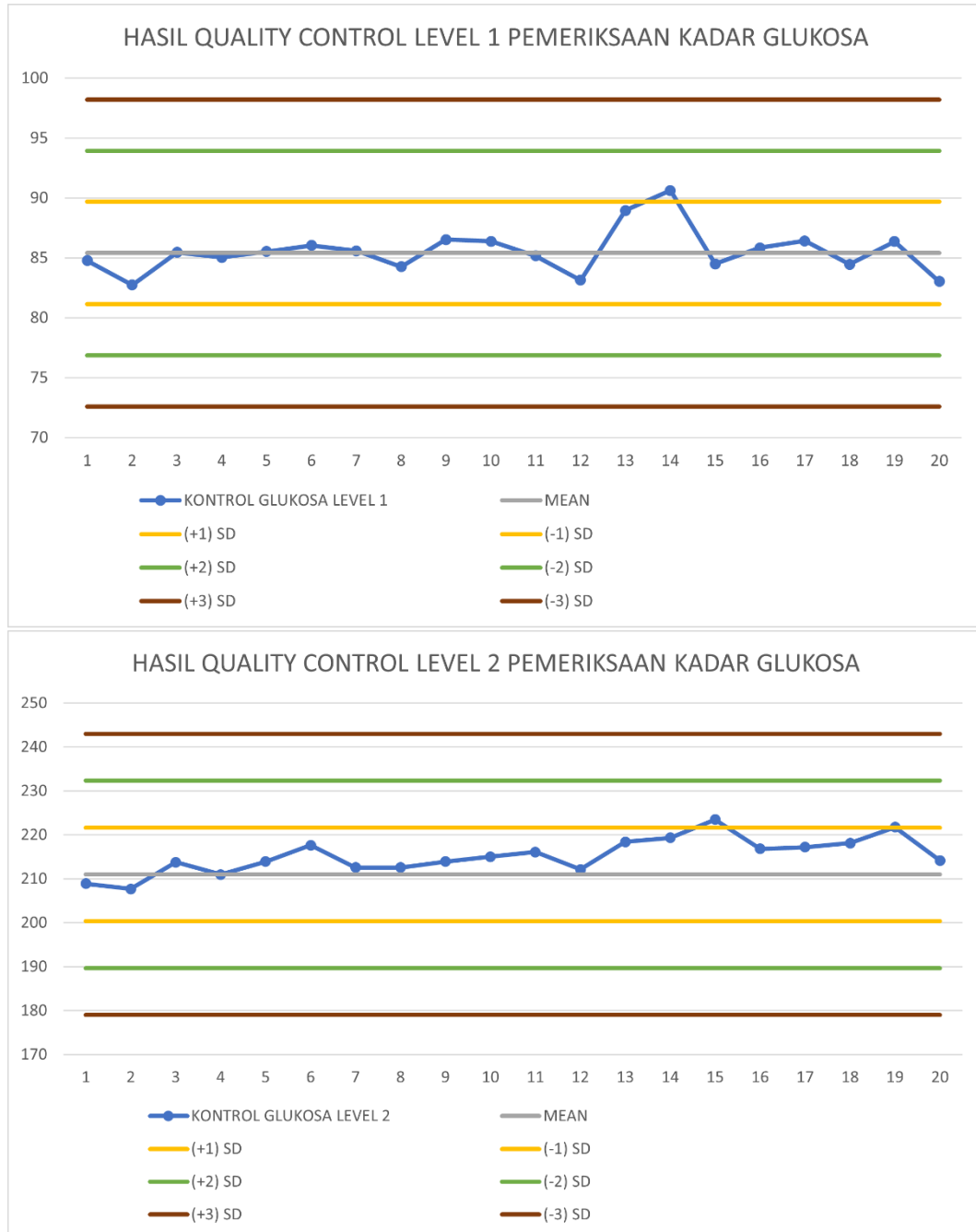
$$\text{Lower LoA}(\%) \geq -8 \text{ dan } \text{Upper LoA}(\%) \leq +8$$

Hasil:

$$\text{Lower LoA}(\%) = -13,13 \text{ (lebih kecil dari } -8) \rightarrow \text{tidak memenuhi}$$

$$\text{Upper LoA}(\%) = +8,69 \text{ (lebih besar dari } +8) \rightarrow \text{tidak memenuhi}$$

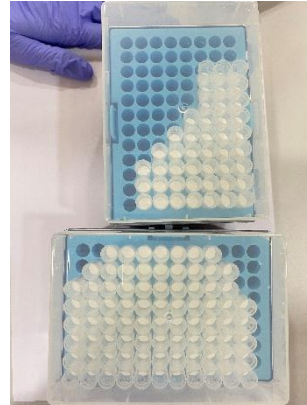
Lampiran 7. Grafik Levey Jennings



Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian



a. Yellow Tip



b. White Tip



c. Mikropipet



d. Mikropipet



e. *Centrifuge*



f. *High Speed Centrifuge*



g. Mikrotube



h. Alat Chemistry Analyzer Biosystem A15



i. Sampel Serum Lipemik



j. Flokulan Kitosan



k. Neraca Analitik



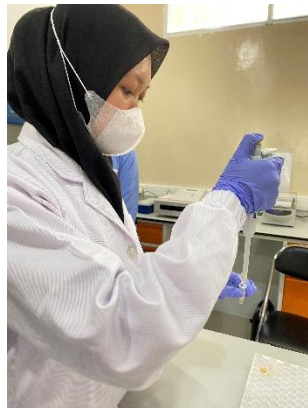
l. Reagen Glukosa



m. Kegiatan Penimbangan
Flokulan Kitosan



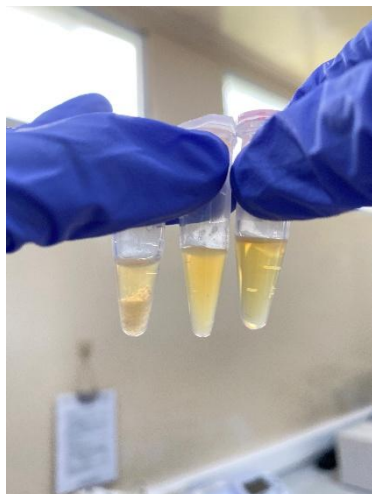
n. Kegiatan Sentrifugasi



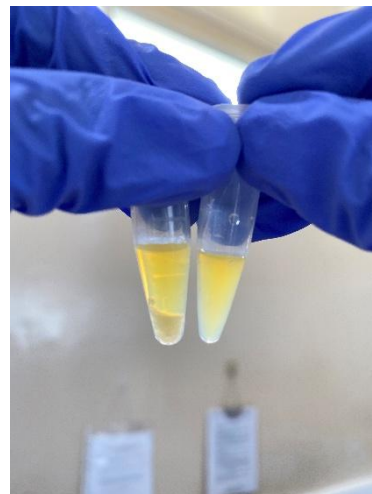
o. Kegiatan Pemipetan Sampel



p. Kegiatan *Running* Spesimen



q. Perbandingan Sampel
Flokulan Kitosan – Sampel Lipemik –
High Speed Sentrifugasi



r. Perbandingan Sampel
Flokulan Kitosan – Sampel Lipemik

Lampiran 9. Certificate of Analysis Chitosan

Sigma-Aldrich.

3050 Spruce Street, Saint Louis, MO 63103, USA

Website: www.sigmaaldrich.com

Email USA: techserv@sial.com

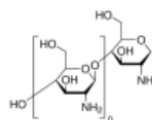
Outside USA: eurtechserv@sial.com

Certificate of Analysis

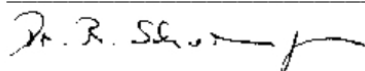
Product Name:

Chitosan - medium molecular weight

Product Number: 448877
Batch Number: BCCM5232
Brand: ALDRICH
CAS Number: 9012-76-4
Formula: C₁₂H₂₄N₂O₉
Quality Release Date: 19 NOV 2024



Test	Specification	Result
Appearance (Color)	Off White to Beige and Faint Brown to Light Brown	Faint Beige
Appearance (Form)	Conforms to Requirements	Powder
Assay	≥ 75 %	91 %
Deacetylation		
Viscosity	200 - 800 cps	381 cps
(C = 1%, 1% Acetic Acid)		



Dr. Reinhold Schwenninger
Quality Assurance
Buchs, Switzerland CH

Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.



Lampiran 10. Package Insert Reagen Glukosa (Genuine Biosystem)

N BIO - GLUCOSE (GOD / POD method)

KIT NAME	KIT SIZE	CAT. NO
N BIO - Glucose	5 x 100 ml	MGLU05100M
N BIO - Glucose	1000 ml	MGLU01000M

INTRODUCTION

Glucose is a simple six-carbon sugar. Oxidative metabolism of glucose provides the energy for most cellular processes. Glucose level in the blood is tightly controlled by several hormones. Elevated glucose level is the classic sign of diabetes mellitus. Glucose level abnormalities (hyper- or hypoglycemia) might be caused also by pancreas tumors and diseases of liver, thyroid gland or adrenal Glands.

METHOD PRINCIPLE

Colorimetric, enzymatic method with glucose oxidase.

glucose + H₂O + O₂ $\xrightarrow{\text{GOD}}$ gluconic acid + H₂O₂

2 H₂O₂ + phenol + 4-aminoantipyrine $\xrightarrow{\text{POD}}$

4-(p-benzochinonononimino)-phenazone + 4 H₂O
(red colour)

The colour intensity is proportional to the glucose concentration.

KIT CONTENTS

Reagent Name	MGLU05100M	MGLU01000M
R1 - Glucose Reagent	5 x 100 ml	1000 ml
R2 - Glucose Standard	1 vial	1 vial

Refer standard value mentioned in the vial.

WORKING REAGENT PREPARATION AND STABILITY

The reagent is ready to use.

The reagent when stored at 2-8°C is stable up to expiry date printed on the package. The reagents are stable for 8 weeks on board the analyser at 2-10°C. Protect from contamination.

CONCENTRATIONS IN THE TEST

glucose oxidase (GOD)	≥20000 U/L
peroxidase (POD)	≥2000 U/L
4 - Hydroxybenzoic acid	10 mmol/L
Phosphate buffer	50 mmol/L
Mutarotase	≥1500 U/L

WARNINGS AND NOTES

Product for in vitro diagnostic use only.

The reagents are usable when the absorbance of the working reagent is less than 0.300 (read against distilled water, wavelength λ=500 nm, cuvette l=1 cm, at temp. 25°C).

ADDITIONAL EQUIPMENT

- Automatic analyzer or photometer able to read at 500 nm (Hg 546 nm)
- Thermostat at 37°C
- General laboratory equipment

SPECIMEN

Use fresh unhaemolysed serum. The stability of glucose in specimen is reduced by bacterial contamination and by glycolysis. Serum or plasma should be separated from the cells, as soon as possible, to prevent glycolysis.



PROCEDURE

These reagents may be used both for manual assay and in several automatic analysers. Applications for them are available on request.

MANUAL PROCEDURE - END POINT METHOD

Wavelength	500 nm
Temperature	20-25°C / 37°C
Cuvette	1 cm

Pipette into the cuvettes:

Reagent	Blank (B)	Standard (S)	Test (T)
R1 Glucose Reagent	1000 µl	1000 µl	1000 µl
Bring up the temperature of determination. Then add,			
Distilled Water	10 µl		
R2 - Glucose Standard		10 µl	
Sample			10 µl

Mix well, incubate for 10 min. at 37°C or 15 min at 20-25°C. Read the absorbance of the test A(T) and standard A(S) against reagent blank (RB).

CALCULATION

Glucose concentration = A(T) / A(S) x standard concentration

MANUAL PROCEDURE - FIXED TIME KINETIC METHOD

Wavelength	500 nm
Temperature	20-25°C / 37°C
Cuvette	1 cm

Pipette into the cuvettes:

Reagent	Standard (S)	Test (T)
R1 Glucose Reagent	1000 µl	1000 µl
Bring up the temperature of determination. Then add,		
R2 - Glucose Standard	10 µl	
Sample		10 µl

Mix well and after exactly 60 sec read absorbance A1 of the test (T) and standard (S) against Reagent blank. After next 60 sec repeat absorbance reading (A2) and calculate ΔA (A2 - A1) for the test and standard.

Calculation

Glucose concentration = ΔA(T)/ΔA(S) x standard concentration

REFERENCE VALUES

Serum/Plasma	65 to 110 mg/dl
CSF	40 to 70 mg/dl

It is recommended for each laboratory to establish its own reference ranges for local population.

QUALITY CONTROL

To Ensure adequate quality control, each run should include assayed normal and abnormal controls. If commercial controls are not available it is recommended that known value samples be aliquoted, frozen and used as controls.

For Fully Automated analyzers by using multi calibrator or glucose standard the calibration curve can plot and the same should be prepared every 8 weeks or with change of reagent lot number.

PERFORMANCE CHARACTERISTICS

- **Sensitivity / Limit of Quantitation:** 0.5 mg/dl (0.03 mmol/l)
- **Linearity:** up to 500 mg/dl (27.5 mmol/l) using automatic analysers; up to 400 mg/dl (22 mmol/l) for manual procedure. If glucose concentration exceeds the range of linearity, dilute sample with 0.9% NaCl and repeat the assay. Multiply the result by the dilution factor.
- **Specificity / Interferences**
Haemoglobin up to 2.5 g/dl, ascorbate up to 62 mg/l, bilirubin Up to 20 mg/dl and triglycerides up to 500 mg/dl do not interfere with the test.

WASTE MANAGEMENT

Please refer to local legal requirements.

LITERATURE

1. Barham P., Trinder P.: Analyst 97, 142-145 (1972).
2. Kaplan L.A., Pesce A.J.: Clinical Chemistry. Theory, analysis and correlation, The C. V. Mosby Company, St. Louis (1989).
3. Kaplan L.A., Pesce A.J., ed. Chemistry Theory, Analysis, and Correlation, 3rd ed. St Louis, MO: Mosby, 635 (1996).
4. Tietz N.W., ed. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed. Philadelphia, PA: WB Saunders, 268-272 (1995).
5. Burtis C.A., Ashwood E.R., ed. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 2nd ed. Philadelphia, PA: WB Saunders, 959, 968 (1994).
6. Dembinska-Kiec A., Naskalski J.W.: Diagnostyka laboratoryjna zelementami biochemii klinicznej, Volumed, 24-25, (1998).
7. Burtis C.A., Ashwood E.R., ed. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed. Philadelphia, PA: WB Saunders, 776-777, 1815, (1999).

SYSTEM PARAMETERS

Method	End Point
Wavelength	505 nm
Zero Setting	Reagent Blank
Temperature Setting	37° C
Incubation Temperature	37° C
Incubation Time	10 mins
Delay Time	-----
Read Time	-----
No. of Reading	-----
Interval Time	-----
Sample Volume	0.01 ml (10 ul)
Reagent Volume	1.0 ml (1000 ul)
Standard Concentration	Refer Standard vial
Units	mg/dl
Factor	-----
Reaction Slope	Increasing
Linearity	500 mg/dl



Genuine Biosystem Private Limited

Plot No.97 & 98, kattabomman street,
Parvathy Nagar Extension,
Old Perungalathur, Chennai - 600063, India.
Ph: +91-44-48681845
Email: genuinebiosystem@gmail.com
website: www.genuinebiosystem.com