

**PENANGANAN SERUM LIPEMIK
MENGUNAKAN SENTRIFUGASI BERKECEPATAN TINGGI PADA
PEMERIKSAAN TRIGLISERIDA : STUDI KASUS**

KARYA TULIS ILMIAH

Disusun untuk Memenuhi Syarat untuk Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma 3 Teknologi Laboratorium Medis di STIKes Karsa Husada Garut

Disusun oleh:
IKHWAN TAUFIK NUGRAHA
KHGE22072



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN KARSA HUSADA GARUT
PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
2025**

LEMBAR PERNYATAAN

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

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

Garut, Mei 2025
Yang membuat pernyataan

A 10,000 Rupiah Indonesian banknote is shown, oriented vertically. Overlaid on the right side of the note is a blue ink signature. The signature is stylized and appears to read 'Ikhwan Taufik Nugraha'. The banknote features the Garuda Pancasila emblem and the serial number 0EAC5AMX442806202.

Ikhwan Taufik Nugraha
NIM. KHGE22072

LEMBAR PERSETUJUAN

**JUDUL : PENANGANAN SERUM LIPEMIK MENGGUNAKAN
SENTRIFUGASI BERKECEPATAN TINGGI PADA
PEMERIKSAAN TRIGLISERIDA : STUDI KASUS**

NAMA : IKHWAN TAUFIK NUGRAHA

NIM : KHGE22072

KARYA TULIS ILMIAH

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

Garut, 19 Mei 2025

Menyetujui,
Pembimbing



Sugiah, S.Si., M.Biotek, AIFO
NIP. 043298.0122.162

Mengetahui,
Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



Muhammad Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc
NIP. 043298.0315.131

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : PENANGANAN SERUM LIPEMIK MENGGUNAKAN
SENTRIFUGASI BERKECEPATAN TINGGI PADA
PEMERIKSAAN TRIGLISERIDA : STUDI KASUS**

NAMA : IKHWAN TAUFIK NUGRAHA

NIM : KHGE22072

KARYA TULIS ILMIAH

Karya Tulis Ilmiah ini telah disidangkan di hadapan tim penguji Program Studi
D3 Teknologi Laboratorium Medis STIKes Karsa Husada Garut

Garut, 21 Mei 2025

Menyetujui,

Penguji 1



Lia Mar'atiningsih, S.Tr.Kes., M.Kes
NIP. 043298.1019.155

Penguji 2



Mamay, S.Pd., M.Si
NIP. 043298. 0917.138

Mengetahui,

Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



Muhammad Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc
NIP. 043298.0315.131

Mengesahkan,

Pembimbing



Sugiah, S.Si., M.Biotek, AIFO
NIP. 043298.0122.162

ABSTRAK

PENANGANAN SERUM LIPEMIK MENGGUNAKAN SENTRIFUGASI BERKECEPATAN TINGGI PADA PEMERIKSAAN TRIGLISERIDA : STUDI KASUS

Serum lipemik merupakan interferensi yang ditandai dengan karakteristik serum berwarna putih susu dan keruh akibat tingginya konsentrasi partikel lipoprotein besar, seperti kilomikron atau VLDL, dan komponen lipid utama yaitu trigliserida. Kondisi ini dapat meningkatkan penyerapan cahaya, yang akan menyebabkan penurunan transmisi yang digunakan dalam proses analisis, sehingga lipemik berpotensi memengaruhi pengujian yang menggunakan metode spektrofotometri. Salah satu pemeriksaan yang terpengaruh adalah pemeriksaan trigliserida. Studi kasus ini berfokus pada penggunaan sentrifugasi berkecepatan tinggi sebagai metode penanganan untuk interferensi serum lipemik. Hasil penelitian menunjukkan serum lipemik sebelum penanganan menunjukkan kadar trigliserida yang sangat tinggi, yaitu sebesar 1.058,7 mg/dL. Sedangkan setelah dilakukan penanganan, terjadi penurunan kadar trigliserida yang cukup signifikan, yaitu dari 1.058,7 mg/dl menjadi 553,9 mg/dl. Pemeriksaan secara langsung pada serum lipemik tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat mengganggu pengujian laboratorium dan menyebabkan timbulnya hasil tinggi palsu. Oleh karena itu, sentrifugasi berkecepatan tinggi merupakan metode yang tepat dan telah terbukti efektif untuk meminimalkan efek negatif tersebut. Berdasarkan temuan dalam studi kasus ini, penanganan serum lipemik dapat menggunakan sentrifugasi berkecepatan tinggi, yaitu 15.000 rpm selama 10 menit. Hasil yang didapat menunjukkan serum yang semula berwarna putih susu dan keruh berubah menjadi berwarna kuning jernih. Kadar trigliserida yang awalnya sangat tinggi juga menjadi turun secara signifikan.

Kata kunci : Lipemik, Sentrifugasi Berkecepatan Tinggi, Serum, Trigliserida

ABSTRACT

HANDLING OF LIPEMIC SERUM USING HIGH-SPEED CENTRIFUGATION IN THE EXAMINATION OF TRIGLYCERIDE EXAMINATION : CASE STUDY

Lipemic serum is an interference characterized by milky white and cloudy serum due to the high concentration of large lipoprotein particles, such as chylomicrons or VLDL, and the main lipid component, triglycerides. This condition can increase light absorption, which will lead to a decrease in the transmission used in the analysis process, so lipemic have the potential to affect assays that use spectrophotometric methods. One of the affected assays is the triglyceride assay. This case study focuses on the use of high-speed centrifugation as a treatment method for lipemic serum interference. The results showed that the lipemic serum before treatment showed a very high triglyceride level of 1.058,7 mg/dL. Meanwhile, after the treatment, there was a significant decrease in triglyceride levels, from 1.058,7 mg/dl to 553,9 mg/dl. Direct examination of lipemic serum without prior processing can interfere with laboratory testing and cause false high results. Therefore, high-speed centrifugation is an appropriate and proven effective method to minimize such negative effects. Based on the findings in this case study, it is possible to treat lipemic serum using high-speed centrifugation of 15,000 rpm for 10 minutes. The results showed that the originally milky white and cloudy serum turned into a clear yellow color. Triglyceride levels, which were initially very high, also dropped significantly.

Keywords : High-Speed Centrifugation, Lipemic, Serum, Triglyceride

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga Karya Tulis Ilmiah yang berjudul “Penanganan Serum Lipemik Menggunakan Sentrifugasi Berkecepatan Tinggi Pada Pemeriksaan Trigliserida” dapat terselesaikan.

Penulis menyadari akan sangat sulit untuk melewati setiap proses dan menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tanpa kehadiran orang-orang luar biasa yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, serta kontribusi yang tidak ternilai selama proses penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan ketulusan, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Hadiyat, M.A., selaku ketua pembina Yayasan Dharma Husada Insani Garut;
2. Bapak H. Suryadi, M.Si., selaku ketua pengurus Yayasan Dharma Husada Insani Garut;
3. Bapak H. Engkus Kusnadi, S.Kep., M.Kes., selaku ketua STIKes Karsa Husada Garut;
4. Bapak Muhammad Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc., selaku ketua Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis;
5. Ibu Sugiah, S.Si., M.Biotek, AIFO., selaku dosen pembimbing yang dengan kesabaran, ketulusan hati dan penuh dedikasi memberikan arahan, masukan, serta semangat dari awal hingga Karya Tulis Ilmiah ini terselesaikan;

6. Ibu Lia Mar'atiningsih, S.Tr.Kes., M.Kes., dan Ibu Mamay, S.Pd., M.Si., selaku dosen penguji atas waktu, perhatian, dan masukan berharga yang menjadi bekal penulis dalam memperbaiki dan menyempurnakan Karya Tulis Ilmiah ini;
7. Seluruh dosen dan staf laboratorium D3 Teknologi Laboratorium Medis, atas ilmu, pengalaman, dan bantuan yang sangat berarti selama masa studi;
8. Kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Deden Sopandi dan Ibu Habibah, atas cinta, doa, pengorbanan, kesabaran serta dukungan yang tidak pernah luntur dalam setiap langkah penulis. Tiada kata yang cukup untuk menggambarkan betapa besar dukungan, cinta, dan pengorbanan yang telah kalian berikan sepanjang perjalanan hidup penulis;
9. Kepada ketiga kakak penulis yang luar biasa, atas dukungan, semangat, dan kehangatan yang selalu kalian hadirkan;
10. Teman-teman Bagendit Prideu, yaitu Ananda, Keisya, Rahmatia, dan Zaskia, yang selalu hadir di saat suka maupun duka, menjadi pendengar yang baik, tempat berbagi keluh kesah, serta saling mendukung dan menguatkan satu sama lain di setiap langkah perjalanan ini. Terima kasih atas candaan hangat, pelukan semangat, dan ruang aman yang kalian ciptakan;
11. Teman-teman PKL Dustira, yaitu Rafly, Ananda, Salsa, dan Astri F, yang telah menjadi rekan seperjuangan luar biasa dalam suka maupun duka. Terima kasih atas kerjasama yang hangat, tawa yang membangkitkan semangat, dan kenangan tak terlupakan selama masa praktik. Kalian bukan hanya teman seperjalanan, tapi juga bagian dari cerita penting dalam proses ini;

12. Seluruh sahabat, rekan seperjuangan kelas B, TLM AKT-10 dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah menemani dengan penuh tawa dan semangat selama proses ini berlangsung;
13. Kepada diri saya sendiri, untuk semua perjuangan yang tidak terlihat, untuk tetap bertahan ketika rasanya sangat ingin menyerah, dan untuk terus mencoba meskipun lelah. Terima kasih telah berani melangkah sejauh ini, walau tidak selalu tahu ke mana arah akan membawa.

Penulis menyadari bahwa Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, dengan sepuh hati penulis membuka diri terhadap segala kritik dan saran yang membangun, demi perbaikan dan pembelajaran yang lebih baik di masa yang akan datang.

Garut, Mei 2025



Ikhwan Taufik Nugraha
NIM. KHGE22072

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1 Serum.....	4
2.1.2 Serum Lipemik	4
2.1.3 Klasifikasi Lipemik	5
2.1.4 Penyebab Lipemik	5
2.1.5 Dampak Serum Lipemik Pada Pemeriksaan Laboratorium.....	6
2.1.6 Pencegahan Serum Lipemik	7
2.1.7 Penanganan Serum Lipemik.....	7
2.1.7.1 Metode Sentrifugasi	7
2.1.8 Trigliserida.....	10
2.1.9 Metabolisme Trigliserida	11
2.1.10 Nilai Normal dan Dampak Peningkatan Kadar Trigliserida.....	12
2.1.11 Faktor Yang Memengaruhi Kadar Trigliserida	13
2.1.12 Pemeriksaan Trigliserida	17

2.2 Kerangka Penelitian.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Rancangan Studi Kasus	22
3.2 Objek Studi Kasus.....	22
3.3 Fokus Studi Kasus	22
3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus	23
3.4.1 Pra Analitik	23
3.4.2 Analitik	23
3.4.3 Pasca Analitik	24
3.5 Etik Studi Kasus	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Hasil Penelitian	25
4.2 Pembahasan	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	31
DAFTAR LAMPIRAN	38
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi lipemik.....	5
Tabel 2.2 Nilai normal trigliserida.....	12
Tabel 4.1 Perbandingan hasil pemeriksaan trigliserida sebelum dan sesudah penanganan menggunakan sentrifugasi berkecepatan tinggi	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Serum lipemik.....	5
Gambar 2.2 <i>Centrifuge low-speed</i>	8
Gambar 2.3 <i>Centrifuge High-Speed</i>	9
Gambar 2.4 <i>Centrifuge Ultra</i>	9
Gambar 2.5 Reaksi kimia trigliserida	18
Gambar 2.6 <i>Automated chemistry analyzer</i>	20
Gambar 2.7 Kerangka penelitian	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Penelitian	38
Lampiran 2 Instrumen Pemeriksaan	39
Lampiran 3 Lembar Bimbingan	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam bidang layanan kesehatan, laboratorium klinik merupakan entitas penting yang memegang peranan dalam bidang diagnostik. Sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 43 Tahun 2013, laboratorium klinis dianggap sebagai komponen penting dari sistem layanan kesehatan. Fungsinya meliputi mendiagnosis penyakit, menentukan faktor penyebab, mendukung sistem peringatan dini, mengawasi program pengobatan, meningkatkan pemeliharaan kesehatan, dan mencegah timbulnya penyakit. Untuk upaya meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat, sangat penting bahwa laboratorium klinik harus terstruktur dan terorganisasi dengan baik (Siregar *et al.*, 2018).

Pengujian laboratorium harus mematuhi protokol yang ditetapkan untuk memastikan hasil yang tepat, cepat, dan akurat. Pengujian di laboratorium melibatkan tiga tahapan utama, yaitu pra analitik, analitik dan pasca analitik. Kesalahan laboratorium dapat terjadi kapan saja dalam ketiga tahap tersebut dan tergantung pada asal dan persentasi dari setiap tahapannya (Cahyani & Parwati, 2022).

Tahap pra analitik dikenal sebagai titik kritis di mana sejumlah besar kesalahan dalam pengujian laboratorium rentan terjadi (Khotimah & Sun, 2022). Penelitian telah menunjukkan bahwa tahap pra analitik menyumbang sekitar 61,9%

kesalahan, hal tersebut mencakup spesimen yang tidak memadai baik dari segi kuantitas maupun kualitas (Wijayati & Ayuningtyas, 2021). Salah satu masalah yang ditemukan selama tahap pra analitik adalah terjadinya interferensi dalam sampel, yang berpotensi memengaruhi ketepatan hasil uji laboratorium. Interferensi merupakan kondisi ketika sampel pasien mengandung komponen yang berpotensi menimbulkan ketidakakuratan dalam pengukuran analit oleh instrumen analitis. Salah satu penyebab utama terjadinya interferensi adalah sampel lipemik (Munawirah *et al.*, 2019).

Serum lipemik merupakan interferensi yang ditandai dengan karakteristik serum berwarna putih susu dan keruh karena tingginya konsentrasi partikel lipoprotein besar, seperti kilomikron atau VLDL, dan komponen lipid utama yaitu trigliserida (Sujono *et al.*, 2016). Keberadaan serum lipemik dapat meningkatkan penyerapan cahaya, yang akan menyebabkan penurunan transmisi yang digunakan dalam proses analisis, sehingga lipemik berpotensi memengaruhi pengujian yang menggunakan metode spektrofotometri (Wirawan *et al.*, 2023). Pemeriksaan yang terpengaruh oleh interferensi lipemik ini salah satunya adalah pemeriksaan kadar trigliserida. Hal ini karena serum dengan interferensi lipemik cenderung memiliki kadar trigliserida yang tinggi.

Lipemik merupakan interferensi pada sampel yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan laboratorium (Soleimani *et al.*, 2020). Oleh karena itu, untuk memperoleh hasil yang akurat, diperlukan penanganan yang tepat terhadap serum lipemik agar tidak mengganggu pemeriksaan. Berbagai metode dapat digunakan untuk meminimalkan gangguan yang dipicu oleh serum lipemik menurut *World*

Health Organization (WHO), meliputi sentrifugasi, pengenceran, ekstraksi, dan presipitasi (Martsiningsih *et al.*, 2023). Menurut *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) dalam pedoman uji interferensi, disebutkan bahwa ultrasentrifugasi telah dijadikan sebagai standar baku untuk penanganan serum lipemik (Susilawati & Riyani, 2023).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, sehingga perlu dilakukan kajian teoritis dengan judul “Penanganan Serum Lipemik Menggunakan Sentrifugasi Berkecepatan Tinggi Pada Pemeriksaan Trigliserida”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah pada studi kasus ini adalah bagaimana penanganan serum lipemik menggunakan sentrifugasi berkecepatan tinggi pada pemeriksaan trigliserida?

1.3 Tujuan Penelitian

Studi kasus ini bertujuan untuk mengetahui penanganan serum lipemik menggunakan sentrifugasi berkecepatan tinggi pada pemeriksaan trigliserida.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari studi kasus ini yaitu membantu memudahkan Ahli Teknologi Laboratorium Medik (ATLM) dalam memilih metode yang efektif untuk menangani serum lipemik agar meningkatkan keakuratan hasil pemeriksaan laboratorium.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

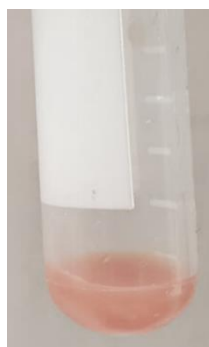
2.1.1 Serum

Serum adalah bagian dari cairan darah yang didapat setelah dilakukannya sentrifugasi dengan masa inkubasi selama 15 menit tanpa adanya antikoagulan, untuk memastikan keberadaan komponen-komponen esensial seperti glukosa, protein, hormon, metabolit, dan elektrolit tetap ada, serta tidak memiliki faktor-faktor pembekuan (Munabari & Syahputra, 2022). Karakteristik hasil pemisahan darah yang berkualitas adalah tidak menunjukkan warna merah (hemolisis) maupun kekeruhan (lipemik). Komponen cair darah normal biasanya menunjukkan warna kekuningan dan memiliki sifat antigenik (Nugrahena *et al.*, 2021). Spesimen laboratorium klinis yang dikirim ke laboratorium sering menyebabkan penolakan karena berbagai alasan. Hemolisis, Ikterik, dan Lipemik (HIL) adalah masalah umum pra analitik yang memengaruhi hasil pemeriksaan klinis rutin, dan mengganggu pengukuran berbagai analit, serta dapat menyebabkan interpretasi yang tidak tepat (Tian *et al.*, 2022).

2.1.2 Serum Lipemik

Lipemia, juga dikenal sebagai lipemik, adalah kondisi yang ditandai dengan adanya kekeruhan dalam serum atau plasma yang disebabkan oleh peningkatan kadar lipoprotein dan dapat dideteksi secara visual saat sampel ditempatkan dalam

wadah transparan. Kekeruhan dalam serum muncul akibat penumpukan partikel lipoprotein dan perlu diketahui bahwa tidak semua jenis lipoprotein menyebabkan kekeruhan. Partikel besar seperti kilomikron merupakan salah satu partikel yang menyebabkan kekeruhan serum (C. C. Dewi *et al.*, 2022).



Gambar 2.1 Serum lipemik
(Sumber: Krasowski, 2019)

2.1.3 Klasifikasi Lipemik

Berdasarkan kandungan trigliserida di dalamnya, warna dan kekeruhan, serum lipemik dibagi menjadi 3 tingkatan berikut.

Tabel 2.1 Klasifikasi lipemik

Warna	Kekeruhan	Kadar Trigliserida (mg/dL)	Tingkat Lipemik
Putih susu	-	300-499	Ringan
Putih susu	Keruh	500-799	Sedang
Putih susu	sangat keruh	800-1800	Berat

(Sumber: Pambudi *et al.*, 2017)

2.1.4 Penyebab Lipemik

Serum lipemik dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Kesalahan dalam persiapan pasien dan penanganan sampel merupakan beberapa masalah yang dapat muncul. Kondisi ini juga dapat disebabkan oleh hipertrigliseridemia primer dan

sekunder. Gangguan genetik primer yang memengaruhi metabolisme lipid, seperti hiperlipidemia, Fredrickson tipe I, IV, atau V, bertanggung jawab atas hipertrigliseridemia primer. Di sisi lain, hipertrigliseridemia sekunder dapat dipicu oleh kondisi seperti diabetes melitus, penyakit ginjal kronis, konsumsi alkohol berlebihan, penyakit hati berlemak non-alkohol, infeksi HIV, dan penggunaan obat-obatan tertentu. Selain itu, infus intravena yang mengandung emulsi lipid merupakan salah satu faktor lainnya yang menjadi penyebab terjadinya lipemia (Nuraini *et al.*, 2024).

2.1.5 Dampak Serum Lipemik Pada Pemeriksaan Laboratorium

Lipemik dapat mengganggu analisis dengan beberapa mekanisme. Salah satunya dapat menyebabkan peningkatan penyerapan cahaya dan memengaruhi pemeriksaan yang menggunakan metode spektrofotometri. Selain itu, dapat menyebabkan gangguan perpindahan volume, terutama yang berdampak pada analisis elektrolit. Kemungkinan masalah lain dengan spesimen lipemik termasuk non-homogenitas sampel (mengganggu kepekaan alat penganalisis dan pemipetan spesimen) dan perubahan pola elektroforesis protein serum (Mainali *et al.*, 2017).

Kondisi ini dapat mengabsorpsi sejumlah cahaya yang secara proporsional berkebalikan dengan panjang gelombang yang diteruskan. Absorpsi cahaya pada sampel lipemik relatif rendah pada panjang gelombang 700 nm, namun meningkat secara linear hingga pada panjang gelombang 500 nm. Peningkatan absorpsi ini meningkat dengan cepat di antara panjang gelombang 500 nm hingga 320 nm. Oleh karena itu, metode spektrofotometri mengalami interferensi terutama pada

pemeriksaan yang menggunakan panjang gelombang yang lebih kecil (Munawirah *et al.*, 2019)

2.1.6 Pencegahan Serum Lipemik

Manajemen laboratorium klinis terhadap spesimen lipemik belum terstandarisasi dengan baik seperti halnya pada spesimen yang mengalami hemolisis. Rekomendasi paling sederhana adalah menganjurkan pengambilan sampel dalam kondisi puasa. Jika lipemik disebabkan oleh infus *intravena lipid emulsion* yang baru saja diberikan, maka pengambilan sampel berikutnya dapat dikoordinasikan agar dilakukan sejauh mungkin dari waktu infus terakhir. Namun, hal ini menjadi sulit jika pasien menerima infus berkepanjangan, seperti nutrisi parenteral atau infus propofol yang berlangsung lama. Jika lipemik disebabkan oleh penyakit medis yang mendasarinya, waktu pengambilan darah mungkin tidak berdampak signifikan terhadap hasil (Krasowski, 2019).

2.1.7 Penanganan Serum Lipemik

Tidak seperti gangguan lainnya, lipemia dapat dihilangkan, dan pengukuran dapat dilakukan dengan sampel yang jelas. Berbagai metode dapat digunakan untuk mengatasi serum lipemik, diantaranya sentrifugasi, ekstraksi, pengenceran dan presipitasi (Sugiarti & Sulistianingsih, 2021).

2.1.7.1 Metode Sentrifugasi

Sentrifugasi serum/plasma adalah metode pilihan untuk menghilangkan lipemik (Fernández-Prendes *et al.*, 2023). Alat sentrifugasi memiliki berbagai

macam jenis, berdasarkan kecepatannya dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

a. *Centrifuge low-speed (Centrifuge standar)*

Centrifuge ini merupakan *centrifuge* dengan model *tabletop* dan dimaksudkan untuk pemisahan sampel seperti serum, urine, maupun cairan lainnya dari bahan padat yang tidak larut. Dikarenakan dengan kecepatan yang relatif rendah pun sampel-sampel tersebut sudah dapat dipisahkan. Kecepatan yang digunakan pada *centrifuge* ini tidak terlalu besar, yaitu antara 0-6000 rpm, sehingga pada *centrifuge* ini jarang dilengkapi pendingin (Saputra, 2017).



Gambar 2.2 *Centrifuge low-speed*
(Sumber: Dohan Ehrenfest *et al.*, 2018)

b. *Centrifuge high-speed (centrifuge berkecepatan tinggi)*

Centrifuge ini memiliki kecepatan berputar yang lebih tinggi dibandingkan *centrifuge* standar, karena *centrifuge high-speed* memiliki kecepatan pemutaran antara 6.100-20.000 rpm, sehingga menyebabkan peningkatan suhu dalam cairan karena efek gesekan yang terjadi selama pemutaran. Oleh karena itu, *centrifuge high-speed* biasanya dilengkapi dengan sistem pendingin yang dirancang untuk menjaga stabilitas sampel atau larutan yang diputar, terutama ketika stabilitas cairan terbatas pada suhu yang lebih rendah (Panjaitan *et al.*, 2021).



Gambar 2.3 *Centrifuge High-Speed*
(Sumber: Teixeira-Marques *et al.*, 2024)

c. *Centrifuge ultra*

Centrifuge ultra merupakan *centrifuge* yang memiliki kecepatan paling tinggi, yaitu antara 20.000-80.000 rpm, bahkan jika mencapai kecepatan maksimum bisa mencapai 150.000 rpm (Munroe *et al.*, 2015). Karena kecepatannya yang sangat tinggi, ultrasentrifugasi telah ditetapkan sebagai standar emas yang didukung oleh *World Health Organization* (WHO) untuk menghilangkan interferensi serum lipemik. Namun, di sisi lain metode ini dianggap mahal, sehingga menyebabkan ketersediannya terbatas, karena tidak setiap laboratorium memilikinya (Surya, 2022).



Gambar 2.4 *Centrifuge Ultra*
(Sumber: Teixeira-Marques *et al.*, 2024)

2.1.8 Trigliserida

Lemak darah yang dikenal sebagai trigliserida diproduksi melalui esterifikasi gliserol dengan tiga asam lemak yang dibawa oleh lipoprotein serum. Ketika trigliserida dari asam lemak makanan dicerna dan dibawa ke aliran darah sebagai kilomikron, serum akan tampak seperti susu atau krim setelah mengonsumsi makanan berlemak tinggi (Firdani *et al.*, 2021). Trigliserida berperan penting sebagai sumber energi, karena tubuh menyimpan lemak dalam bentuk trigliserida. Ketika sel membutuhkan energi, enzim lipase dalam sel lemak akan menguraikan trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak esensial dan melepaskannya ke dalam pembuluh darah. Komponen-komponen tersebut digunakan oleh sel, yang kemudian dibakar untuk menghasilkan energi, karbondioksida, dan air (Kalma *et al.*, 2021).

Di dalam darah, trigliserida terkandung dalam bentuk partikel. Ada 4 jenis partikel lipoprotein yang berfungsi sebagai pengangkut lemak dalam darah, yaitu:

a. Kilomikron

Sebagai lipoprotein terbesar, kilomikron berperan penting dalam membawa trigliserida dan kolesterol dari usus halus ke hati (F. U. Dewi & Sugiyanto, 2020).

b. VLDL (*Very Low-Density Lipoprotein*)

Jenis ini dianggap sebagai lipoprotein dengan ukuran terbesar kedua, mengandung sedikit protein dengan konsentrasi lemak yang tinggi dan diubah menjadi IDL (*Intermediate-Density Lipoprotein*) melalui pelepasan trigliserida. Peran lipoprotein ini adalah membawa trigliserida (Saputri, 2020).

c. LDL (*Low-Density Lipoprotein*)

Diproduksi melalui jalur endogen, memiliki kepadatan rendah, dapat dioksidasi serta diserap oleh *scavenger* (reseptor penyapu) pada makrofag, sehingga berdampak menyebabkan aterosklerosis. Peran dari lipoprotein ini bertanggung jawab untuk mengangkut kolesterol dari hati ke sel (Shidqi & Triadhe, 2024).

d. HDL (*High-Density Lipoprotein*)

Jenis lipoprotein ini terdiri dari gabungan antara lipid dan protein yang memiliki fungsi utama mengikat kolesterol serta trigliserida dalam aliran darah. Memiliki fungsi dalam mobilisasi lipid dan memberikan dampak menguntungkan bagi tubuh. Selain itu, berperan sebagai agen penting dalam pembersihan plak arteri, membantu pemindahannya ke hati untuk dipecah dan digunakan kembali oleh tubuh (Atmaja *et al.*, 2024; Ramadani *et al.*, 2024).

2.1.9 Metabolisme Trigliserida

Salim *et al.*, (2021) menyatakan bahwa alur metabolisme trigliserida dibagi menjadi 2, yaitu sebagai berikut.

a. Jalur Eksogen

Trigliserida berasal dari sumber makanan di saluran usus yang dibungkus sebagai kilomikron. Kilomikron akan dibawa dalam aliran darah melalui melalui duktus torasikus. Trigliserida dan kilomikron akan mengalami hidrolisis dalam jaringan adiposa oleh lipoprotein lipase yang terdapat pada permukaan sel endotel. Melalui proses hidrolisis, maka akan dihasilkan asam lemak dan

kilomikron sisa (*remnant*). Proses asam lemak bebas yang menembus endotelium memungkinkan asam lemak bebas masuk ke jaringan lemak atau sel otot, yang kemudian diubah kembali menjadi trigliserida atau dioksidasi.

b. Jalur Endogen

Trigliserida yang disintesis di dalam hati diangkut secara endogen sebagai *Very Low-Density Lipoprotein* (VLDL) yang kaya trigliserida dan mengalami hidrolisis dalam sistem peredaran darah oleh lipoprotein lipase, yang juga memecah kilomikron menjadi partikel lipoprotein yang lebih kecil, seperti *Intermediate-Density Lipoprotein* (IDL) dan *Low-Density Lipoprotein* (LDL), yang merupakan lipoprotein dengan konsentrasi kolesterol tertinggi.

2.1.10 Nilai Normal dan Dampak Peningkatan Kadar Trigliserida

Dalam kondisi normal, trigliserida tersedia dalam kadar yang cukup untuk memenuhi kebutuhan energi tubuh selama rentang waktu dua bulan. Nilai normal trigliserida dapat dikategorikan berdasarkan usia, yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.2 Nilai normal trigliserida

Usia (Tahun)	mg/dL	mmol/L
Bayi	5-40	0,06-0,45
5-11	10-135	0,11-1,53
12-29	10-140	0,11-1,58
30-39	20-150	0,23-1,70
40-49	30-160	0,34-1,81
>50	40-190	0,45-2,15

(Sumber: Nugraha & Badrawi, 2023)

Seseorang dengan kadar trigliserida yang mencapai 400-500 mg/dL diperkirakan akan mengalami peningkatan cepat hingga melampaui 1.000 mg/dL.

Kadar trigliserida yang tinggi hingga melampaui 1.000 mg/dL dapat meningkatkan kerentanan terhadap pankreatitis akut, suatu gangguan peradangan pada pankreas yang tidak hanya menimbulkan rasa sakit yang hebat tetapi juga dapat mengancam jiwa. Meningkatnya konsentrasi trigliserida yang melebihi kisaran normal yang ditetapkan secara klinis disebut sebagai hipertrigliseridemia (Fahmi & Laili, 2019).

Selain itu, meningkatnya konsentrasi trigliserida dalam darah dapat meningkatkan risiko timbulnya penyakit kardiovaskular dan pembuluh darah. Peningkatan kadar trigliserida dapat mengakibatkan penumpukan lemak dalam dinding arteri, yang berpotensi menyebabkan aterosklerosis, suatu kondisi yang ditandai dengan pengerasan dan penyempitan arteri, yang merupakan faktor penyebab penyakit kardiovaskular (Rais *et al.*, 2024).

2.1.11 Faktor Yang Memengaruhi Kadar Trigliserida

Faktor-faktor yang memengaruhi pembentukan lipid dapat dikategorikan menjadi dua kelompok, yaitu genetika, usia, dan jenis kelamin sebagai faktor utama. Sedangkan faktor pendukungnya meliputi pola makan, konsumsi alkohol, rokok, dan kurang olahraga (Hartini & Febiola, 2017).

a. Faktor Genetik

Faktor monogenik dan poligenik berkontribusi pada hipertrigliseridemia ringan hingga sedang dan berat. Monogenik adalah kelainan yang disebabkan oleh mutasi pada satu gen tertentu, sedangkan poligenik adalah kondisi yang dipengaruhi oleh kombinasi banyak variasi genetik kecil. Beban relatif dari faktor-faktor ini bersama dengan faktor non-genetik sekunder dapat menentukan tingkat keparahan fenotipe. Peningkatan trigliserida dapat

disebabkan oleh pengurangan katabolisme atau produksi lipoprotein kaya trigliserida yang berlebihan, yang masing-masing muncul pada gilirannya tergantung pada variasi genetik yang mendasarinya. Kombinasi spesifik lipoprotein kaya trigliserida abnormal secara kualitatif dan kuantitatif membedakan hipertrigliseridemia ringan hingga sedang dari berat (Dron & Hegele, 2017).

Mekanisme genetik yang cenderung hipertrigliserida memengaruhi sintesis, metabolisme, atau pembersihan trigliserida, yang menyebabkan peningkatan kadar trigliserida dalam darah. Hipertrigliseridemia parah yang muncul pada usia muda sering disebabkan oleh penyebab monogenik. Namun, sebagian besar hipertrigliserida pada populasi dewasa memiliki dasar poligenik yang kompleks di mana efek kumulatif dari beberapa varian independen, bersama dengan faktor non-genetik, meningkatkan kadar trigliserida (Carrasquilla *et al.*, 2021).

b. Jenis Kelamin dan Usia

Berdasarkan hasil analisis multivariat yang dilakukan oleh M. H. Siregar *et al* (2020) menunjukkan bahwa jenis kelamin menjadi faktor dengan nilai OR (*Odds Ratio*) tertinggi pada penelitiannya. Pada penelitian lain juga menunjukkan bahwa pria antara usia 18-45 tahun menunjukkan peningkatan konsentrasi trigliserida dibandingkan dengan wanita dalam rentang usia yang sama. Karena aktivitas lipoprotein lipase yang meningkat, wanita diketahui memiliki kadar trigliserida *postprandial* dengan kapasitas *clearance* yang lebih besar daripada pria. Selain itu, wanita menunjukkan rasio pembersihan

metabolik asam lemak yang lebih tinggi daripada pria dan faktor metabolik ini menyebabkan meningkatnya risiko kadar trigliserida yang lebih tinggi pada pria dibandingkan wanita.

c. Konsumsi (Makanan dan Minuman)

Konsumsi karbohidrat yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan kadar trigliserida. Meningkatnya kadar trigliserida yang disebabkan oleh diet tinggi karbohidrat dapat mengganggu peran jaringan adiposa dalam menyimpan lemak dan menjaga keseimbangan metabolisme. Gangguan tersebut memicu masuknya makrofag ke dalam jaringan adiposa. Secara serempak, jaringan adiposa dan makrofag mengeluarkan sitokin proinflamasi dan sejumlah zat yang dapat memicu penumpukan lemak dalam jaringan adiposa dan kolesterol dalam makrofag, sehingga menyebabkan terjadinya resistensi insulin, yang mengakibatkan menurunnya aktivitas lipoprotein lipase, sehingga pada akhirnya meningkatkan konsentrasi lipoprotein kaya trigliserida plasma (Utami *et al.*, 2017). Konsumsi lemak berlebih juga dapat meningkatkan kadar trigliserida dalam aliran darah dan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar trigliserida yang tinggi adalah dengan menjaga pola makan sehat, seperti mengonsumsi sayuran, buah-buahan yang kaya serat serta vitamin (Khasanah *et al.*, 2017).

d. Konsumsi Alkohol

Alkohol merupakan zat psikoaktif yang bersifat adiktif dan menyebabkan kecanduan atau ketergantungan. Paparan alkohol di dalam tubuh secara terus menerus akan memicu pembentukan MEOS (*Microsomal Ethanol Oxidizing*

System, yaitu jalur metabolisme alkohol pada hati yang terjadi di retikulum endoplasma), sehingga memfasilitasi oksidasi alkohol dan meningkatkan metabolisme lipid, yang selanjutnya berdampak pada kadar HDL, LDL, dan trigliserida. Perilaku alkoholisme sering dikaitkan dengan peningkatan konsentrasi trigliserida plasma dan berhubungan dengan kerentanan masalah kardiovaskular dan pankreatitis (Fitria & Oktavia, 2023).

e. Rokok

Di dalam rokok terkandung berbagai zat yang berbahaya, seperti nikotin, tar, karbon monoksida, serta senyawa kimia berbahaya seperti kadmium, amoniak, asam sianida, metil klorida dan metanol. Sifat adiktif dari nikotin dapat memengaruhi lipid darah, yang menyebabkan peningkatan kadar trigliserida. Zat tersebut menstimulasi sistem simpatis adrenal yang akan menstimulasi sekresi hormon katekolamin yang dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan konsentrasi asam lemak bebas, laktat dan gliserol (Athala *et al.*, 2024).

f. Aktivitas Fisik atau Olahraga

Terlibat dalam aktivitas fisik memiliki dampak dalam menurunkan LDL, trigliserida dan meningkatkan HDL yang kemungkinan terkait dengan peningkatan sensitivitas insulin dan ekspresi lipoprotein lipase yang lebih besar dalam jaringan adiposa dan otot rangka pada orang yang aktif secara fisik. Konsentrasinya dalam serum darah ditentukan oleh faktor keturunan, tetapi peran penting dalam menurunkan kadarnya dikaitkan dengan gaya hidup (faktor lingkungan), seperti diet yang tepat dan aktivitas fisik yang sistematis.

Memperbaiki kadar lipid darah dengan olahraga merupakan salah satu faktor kunci dalam mencegah dan mengatasi penyakit kardiovaskular, seperti penyakit jantung koroner (Mutmainnah *et al.*, 2023).

g. Obesitas atau Kegemukan

Konsumsi makanan berlemak tinggi dan lemak jenuh dapat menyebabkan meningkatnya kadar trigliserida. Peningkatan kadar trigliserida terkait obesitas juga dapat dipengaruhi oleh resistensi insulin, yang menghambat lipogenesis dengan mengurangi penyerapan glukosa dalam jaringan adiposa melalui transporter glukosa ke membran plasma. Selain itu, adanya resistensi insulin mengakibatkan terstimulasinya *hormone sensitive lipase* pada jaringan adiposa, sehingga menyebabkan peningkatan lipolisis trigliserida dalam jaringan adiposa. Di dalam hati, asam lemak bebas diubah menjadi trigliserida kembali dan menjadi bagian dari VLDL. Dengan demikian, VLDL yang diproduksi ketika resistensi insulin sangat kaya akan trigliserida, sehingga mengakibatkan meningkatnya kadar trigliserida dalam darah (Farizal *et al.*, 2019).

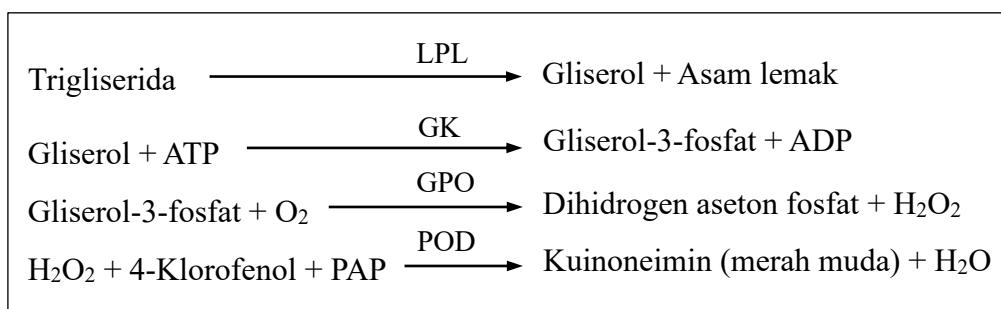
2.1.12 Pemeriksaan Trigliserida

Deteksi trigliserida dapat dilakukan dengan pemeriksaan darah yang merupakan bagian dari parameter analisis profil lipid. Sangat penting untuk melakukan pemantauan kadar lemak dalam tubuh, salah satu hal yang dapat dilakukan yaitu dengan rutin melakukan pemeriksaan profil lipid ke laboratorium. Pemeriksaan ini dilakukan dengan mengambil darah dari pembuluh darah vena

setelah pasien berpuasa selama 9 hingga 12 jam untuk memastikan keakuratan hasilnya (Biromo *et al.*, 2024).

a. Metode Pemeriksaan

Metode yang dipakai adalah enzimatis kolorimetri yaitu GPO-PAP (*Gliseril Phosfo Oxydase Para Amino Phenazone*), yang diukur pada panjang gelombang sekitar 500 nm. Prinsip dasarnya adalah gliserol yang terbentuk direaksikan dengan ATP dan bantuan enzim gliserol kinase membentuk gliserol-3-fosfat dan ADP. Gliserol-3-fosfat kemudian dioksidasi dengan bantuan enzim gliserol fosfat oksidasi menjadi dihidroksi aseton fosfat dan H_2O_2 (*hydrogen peroxide*). *Hydrogen peroxide* (H_2O_2) yang terbentuk kemudian akan mengoksidasi klorofenol dan *4-amino phenazone* dengan bantuan enzim peroksidase dan membentuk kuinoneimin yang berwarna merah muda (Pramesti, 2019).



Gambar 2.5 Reaksi kimia trigliserida
(Nugraha & Badrawi, 2023)

b. Spesimen

Serum atau plasma dengan antikoagulan heparin atau EDTA dan durasi puasa >12 jam. Untuk hasil yang optimal, pemisahan serum atau plasma dari sel harus dilakukan segera dan tidak boleh dibiarkan lebih dari 2 jam. Hindari

penggunaan oksalat, fluorida atau sitrat. Trigliserida tetap konstan dalam spesimen selama:

- 5 - 7 hari pada suhu 2-8°C,
- 3 bulan pada suhu -20° C,
- selama bertahun-tahun pada suhu -70°C, dan
- jangan menggunakan spesimen yang sudah dibekukan atau dicairkan secara berulang-ulang (Nugraha & Badrawi, 2023).

c. Instrumen Pemeriksaan (*Automated Chemistry Analyzer*)

Automated chemistry analyzer adalah perangkat laboratorium medis yang diciptakan untuk menganalisis secara cepat dan otomatis berbagai macam senyawa kimia tubuh dari sejumlah spesimen biologis, sehingga mengurangi peran utama operator. Pada pemeriksaan trigliserida, *automated chemistry analyzer* memanfaatkan prinsip pengukuran spektrofotometri, yaitu melibatkan transmisi cahaya dengan panjang gelombang tertentu pada kuvet yang berisi larutan dengan warna tertentu akibat dari reaksi antara sampel dengan reagen. Sebagian dari cahaya tersebut kemudian akan diserap dan sisanya akan dilewatkan, sehingga nilai absorbansi dari cahaya yang dilewatkan akan sebanding dengan konsentrasi larutan yang ada dalam kuvet. Meskipun sangat membantu dalam efisiensi pemeriksaan laboratorium, *automated chemistry analyzer* memiliki beberapa kelemahan seperti investasi awal yang tinggi, ketergantungan pada listrik dan teknologi, serta kebutuhan akan pelatihan khusus dan pemeliharaan rutin, terutama bagi laboratorium dengan sumber daya terbatas (Wahid *et al.*, 2016).

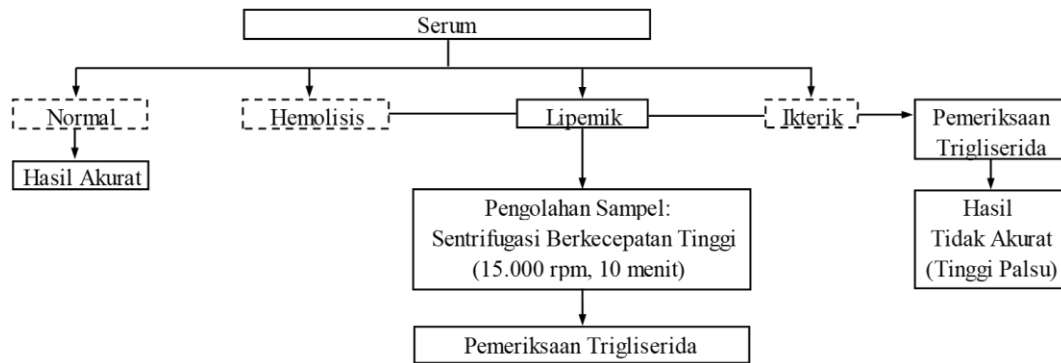


Gambar 2.6 *Automated chemistry analyzer*
(Sumber: Siregar *et al.*, 2018)

d. Sumber Kesalahan Pemeriksaan

Tahap pra analitik terkenal sebagai penyumbang sumber utama kesalahan dalam pengujian kimia klinis. Sumber kesalahan tersebut diantaranya timbul dari persiapan pasien yang salah, teknik pengambilan spesimen yang kurang tepat, dan jumlah yang tidak mencukupi. Kesalahan dalam pengolahan spesimen juga ikut berkontribusi seperti spesimen hemolisis, lipemik, dan ikterik (Lieseke & Zeibig, 2022).

2.2 Kerangka Penelitian



Gambar 2.7 Kerangka penelitian

Keterangan:

: Diteliti

: Tidak diteliti

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Studi Kasus

Studi kasus ini mendeskripsikan kasus di bidang kimia klinik mengenai penanganan serum lipemik menggunakan metode sentrifugasi berkecepatan tinggi pada pemeriksaan trigliserida dengan alat *automated chemistry analyzer* (Mindray BS-430).

3.2 Objek Studi Kasus

Objek studi kasus yang digunakan adalah serum.

3.3 Fokus Studi Kasus

Fokus studi kasus pada penelitian ini adalah penanganan serum lipemik dengan dilakukan pengulangan sentrifugasi, yang awalnya menggunakan *centrifuge* standar menjadi *centrifuge* berkecepatan tinggi. Pada pemutaran pertama menggunakan *centrifuge* standar didapatkan kondisi serum yang lipemik dan kadar trigliserida yang sangat tinggi. Mengacu pada Standar Operasional Prosedur (SOP) laboratorium Rumah Sakit X, harus dilakukan penanganan lebih lanjut dengan memutar ulang sampel menggunakan sentrifugasi berkecepatan tinggi. Serum lipemik setelah dilakukan penanganan, yang awalnya terlihat keruh dan berwarna putih susu menunjukkan adanya perubahan menjadi berwarna kuning jernih serta kadar trigliserida menunjukkan adanya penurunan yang signifikan.

3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus

Data pada studi kasus ini menunjukkan adanya perbedaan nilai hasil pemeriksaan trigliserida yang disebabkan oleh kondisi sampel yang lipemik. Adapun data pada studi kasus ini diperoleh melalui beberapa tahapan berikut.

3.4.1 Pra Analitik

Pra analitik dapat dikatakan sebagai tahap persiapan awal, di mana tahap ini sangat menentukan kualitas sampel yang nantinya akan dihasilkan dan memengaruhi proses kerja berikutnya.

- a. Menerima sampel darah dari perawat ruangan atau petugas sampling.
- b. Mencocokkan data identitas pasien dan nomor rekam medis dengan nomor laboratorium.
- c. Sampel diputar menggunakan *centrifuge* standar pada kecepatan 4.000 rpm selama 5 menit untuk memisahkan antara serum dengan sel darah merah.

3.4.2 Analitik

Tahap analitik merupakan proses pengerjaan pengujian sampel sehingga diperoleh hasil pemeriksaan. Pemeriksaan sampel dilakukan dengan menggunakan *automated chemistry analyzer* (Mindray BS-430). Adapun prosedur pemeriksaan trigliserida dengan *automated chemistry analyzer* (Mindray BS-430) adalah sebagai berikut.

- a. Letakkan tabung sampel pada *Tray* sampel, lalu klik "*ORDER*".
- b. Klik "*Tray-Sample No.*" dan isikan posisi tabung sampel lalu tekan "*ENTER*".
- c. Klik dan isi "*Patient ID*", centang item pemeriksaan trigliserida.

- d. Klik "*ORDER*", kemudian klik "*START*" untuk memulai proses pemeriksaan sampel.

Setelah hasil keluar, kemudian dilaporkan kepada petugas laboratorium serta dokter dan ternyata diperlukan pemeriksaan ulang dengan prosedur sebagai berikut.

- a. Pada metode ini, sampel serum yang sama diputar kembali dengan *centrifuge* berkecepatan tinggi pada kecepatan 15.000 rpm selama 10 menit.
- b. Kemudian, tahapan analitik dilakukan dengan alat dan metode uji yang sama seperti pada pemeriksaan pertama.

3.4.3 Pasca Analitik

Pasca analitik merupakan tahap akhir dari pemeriksaan. Pada tahap ini petugas melakukan verifikasi dan validasi hasil agar hasil yang dikeluarkan itu valid atau benar. Selain itu, dilakukan juga pencatatan serta pengunggahan hasil pada Sistem Informasi Laboratorium (SIL) rumah sakit.

3.5 Etik Studi Kasus

Studi kasus ini dilakukan berdasarkan prinsip adil, baik dan hormat. Adil dilakukan dengan tidak membedakan objek penelitian, baik dilakukan dengan tidak menimbulkan kerugian pada objek penelitian, dan hormat dilakukan dengan meminta izin serta menjaga kerahasiaan pihak terkait.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Seorang pasien berinisial W datang ke laboratorium Rumah Sakit X untuk melakukan pemeriksaan trigliserida. Petugas kemudian melakukan pengambilan darah vena pada pasien tersebut. Sampel darah yang didapat lalu diputar dengan *centrifuge* standar pada kecepatan 4.000 rpm selama 5 menit untuk memisahkan antara sel darah dengan serum. Setelah pemutaran, kondisi sampel menunjukkan serum yang lipemik dengan ciri berwarna putih susu dan keruh. Ketika dilakukan pemeriksaan menunjukkan kadar trigliserida yang sangat tinggi.

Sesuai SOP laboratorium Rumah Sakit X, serum lipemik yang menunjukkan hasil abnormal pada parameter pemeriksaan harus dilakukan penanganan lebih lanjut menggunakan sentrifugasi berkecepatan tinggi. Setelah diperiksa ulang hasil menunjukkan adanya penurunan kadar trigliserida yang signifikan. Hasil pemeriksaan diuraikan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Perbandingan hasil pemeriksaan trigliserida sebelum dan sesudah penanganan menggunakan sentrifugasi berkecepatan tinggi

Data	Alat	Hasil	Nilai Rujukan
Pemeriksaan Pertama	<i>Centrifuge</i> Standar (4.000 rpm, 5 menit)	1.058,7 mg/dL	<200 mg/dL
Pemeriksaan Kedua	<i>Centrifuge</i> Berkecepatan Tinggi (15.000 rpm, 10 menit)	553,9 mg/dL	

4.2 Pembahasan

Kesalahan di laboratorium sering kali dikaitkan dengan masalah yang timbul selama tahap pra analitik, analitik, dan pasca analitik. Tahap pra analitik merupakan penyumbang terbesar terjadinya kesalahan dalam proses pemeriksaan laboratorium. Salah satu faktor pengganggu pada tahap pra analitik ini diantaranya sampel hemolisis, ikterik, dan lipemik, yang dapat memengaruhi hasil uji pada berbagai metode pemeriksaan laboratorium (Izzati & Riyani, 2018).

Pada kasus ini ditemukan perbedaan kadar trigliserida pada serum lipemik sebelum dan sesudah penanganan menggunakan sentrifugasi berkecepatan tinggi. Berdasarkan tabel 4.1, diketahui bahwa serum lipemik sebelum penanganan menunjukkan hasil kadar trigliserida yang sangat tinggi, yaitu sebesar 1.058,7 mg/dL. Pada hari ditemukannya kasus ini, alat *automated chemistry analyzer* dalam kondisi baik, telah menjalani *Quality Control* (QC) harian, dan prosedur pemeriksaan telah dilakukan sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP) yang berlaku. Dengan demikian, bahwa tingginya kadar trigliserida bukan disebabkan oleh kesalahan teknis atau alat, melainkan oleh interferensi dari kondisi serum yang lipemik.

Serum lipemik yang didapat pada studi kasus ini tergolong berat dengan rentang kadar trigliserida 800–1800 mg/dL. Sampel menunjukkan karakteristik berwarna putih keruh atau putih susu akibat dari adanya partikel besar lipoprotein seperti trigliserida. Serum lipemik berpotensi memengaruhi absorbansi dalam pengukuran spektrofotometri pada panjang gelombang tertentu dan menimbulkan efek hamburan pada pemeriksaan, sehingga menyebabkan timbulnya

ketidakakuratan pada hasil pemeriksaan (Wiranto *et al.*, 2024).

Penyebab lipemik yang paling umum adalah puasa yang kurang dari 12 jam dan persiapan pasien yang tidak memadai sebelum pengambilan sampel darah (Vani *et al.*, 2023). Konsumsi makanan yang mengandung glukosa, lipid, dan kalsium dapat memengaruhi hasil pemeriksaan, sehingga pengumpulan sampel setelah makan dapat menyebabkan kesalahan pra analitik untuk serum lipemik (Listyaningrum, 2019). Penyebab lipemik lainnya meliputi konsumsi alkohol, resistensi insulin, Diabetes Melitus (DM), sindrom metabolik, hipotiroidisme, pankreatitis, Nutrisi Parenteral Total (NPT), dan gagal ginjal kronis (Saxena & Rajput, 2019).

Beberapa cara dapat dilakukan untuk menghindari serum lipemik, diantaranya pasien dianjurkan puasa terlebih dahulu selama 12 jam sebelum pengambilan darah. Selain itu, jika pasien sedang mendapatkan infus parental dari lipid maka wajib dihentikan terlebih dahulu selama 8 jam sebelum pengambilan darah (Nopiasari, 2019). Pemeriksaan secara langsung pada serum lipemik tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat mengganggu pengujian laboratorium dan menyebabkan timbulnya hasil tinggi palsu (Sugiah *et al.*, 2023). Oleh karena itu, dalam studi kasus ini digunakan sentrifugasi berkecepatan tinggi sebagai metode penanganan untuk serum lipemik.

Jika dibandingkan dengan hasil awal, hasil kadar trigliserida setelah penanganan dengan sentrifugasi berkecepatan tinggi menunjukkan penurunan yang cukup signifikan, yaitu dari 1.058,7 mg/dL menjadi 553,9 mg/dL. Hasil ini menunjukkan bahwa sentrifugasi berkecepatan tinggi dapat meminimalkan efek

buruk yang ditimbulkan serum lipemik terhadap hasil pemeriksaan laboratorium. Berdasarkan *literature review* juga yang dilakukan oleh Aryani (2021), diketahui bahwa kadar trigliserida setelah pengolahan serum lipemik menggunakan sentrifugasi berkecepatan tinggi mengalami penurunan dibandingkan sebelum pengolahan.

Menurut studi teratas, sentrifugasi berkecepatan tinggi hampir sama efektifnya dengan ultrasentrifugasi (Soleimani *et al.*, 2020). Sentrifugasi berkecepatan tinggi dapat digunakan sebagai pengganti ultrasentrifugasi untuk menghilangkan lipemik dalam sampel serum atau plasma. Sentrifugasi berkecepatan tinggi mudah dilakukan di laboratorium dan metode ini tidak melibatkan tambahan reagen apa pun yang dapat mengganggu pengukuran, serta hanya membutuhkan *centrifuge* berkecepatan tinggi yang mencapai $10.000 \times g$ saja. Berdasarkan penelitian, dilaporkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara ultrasentrifugasi dan sentrifugasi berkecepatan tinggi. Dengan demikian, metode sentrifugasi berkecepatan tinggi ini dapat menjadi pilihan alternatif yang tepat untuk menghilangkan lipemik pada serum (Castro *et al.*, 2018).

Meskipun efektif, sentrifugasi berkecepatan tinggi memiliki beberapa kelemahan, antara lain menimbulkan kebisingan dan getaran akibat rotasi cepat, sehingga kurang cocok digunakan di lingkungan yang sensitif terhadap suara. Selain itu, perawatannya tergolong rumit dan membutuhkan biaya yang tidak sedikit, karena memerlukan tenaga ahli untuk menangani komponen elektroniknya. Oleh karena itu, selain metode sentrifugasi berkecepatan tinggi, terdapat juga alternatif lain yang dapat digunakan untuk mengatasi interferensi serum lipemik,

seperti, pengenceran, ekstraksi dan presipitasi menggunakan *Polyethylene Glycol* (Wahyuni, 2024).

Pengenceran serum merupakan metode sederhana dan umum, yang digunakan untuk mengurangi gangguan. Pengenceran serum lipemik dapat menggunakan *distilled water* ataupun larutan *saline*. Tetapi kelemahan dari metode ini adalah konsentrasi analit tidak dapat dipastikan tetap berada dalam batasan analitis metode yang diuji (2 atau 3 kali lipat), dan pengenceran hanya dapat menghilangkan kekeruhan dalam sampel lipemik (Widiyanti, 2023). Selanjutnya, penghilangan lipid dari serum atau plasma juga dapat dilakukan menggunakan pelarut polar yang berfungsi mengekstraksi lipid dari sampel. Meskipun metode ekstraksi ini efektif, penambahan zat eksogen dapat mengganggu pengukuran biokimia (Fernández-Prendes *et al.*, 2023).

Terakhir, metode lainnya adalah presipitasi dengan penambahan *Polyethylene Glycol* yang memiliki kemampuan untuk mengikat lemak. Mekanisme kerja *Polyethylene Glycol* dalam mengikat lemak dengan cara bagian non polar (larut dalam lemak) pada *Polyethylene Glycol* akan mengikat gugus non polar pada lemak, sehingga lemak dapat terikat oleh *Polyethylene Glycol*. Setelah mencapai kadar tertentu, permukaan akan konstan, dan dengan bantuan sentrifugasi maka lemak akan mengendap di dasar tabung, sehingga menghasilkan serum jernih yang dapat digunakan untuk pemeriksaan (Martsiningsih *et al.*, 2023).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan temuan pada studi kasus ini, penanganan serum lipemik dapat dilakukan dengan menggunakan sentrifugasi berkecepatan tinggi, yaitu 15.000 rpm selama 10 menit. Hasil yang didapat menunjukkan serum yang semula berwarna putih susu dan keruh berubah menjadi berwarna kuning jernih. Selain itu, kadar trigliserida yang awalnya sangat tinggi juga mengalami penurunan secara signifikan.

5.2 Saran

Sebagai Ahli Teknologi Laboratorium Medik (ATLM) penting untuk selalu memastikan bahwa tahapan pra analitik, analitik dan pasca analitik dilakukan dengan benar. Interferensi pada tahapan pra analitik seperti sampel lipemik harus segera ditangani dengan metode yang tepat. Sentrifugasi berkecepatan tinggi merupakan salah satu metode alternatif yang dapat digunakan dan telah terbukti efektif dalam meminimalkan dampak negatif yang ditimbulkan oleh interferensi lipemik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryani, T. 2021. Evaluasi Pengolahan Serum Lipemik Terhadap Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total dan Trigliserida. *Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*. 7:110-122.
- Athala, S.Aulia.A., Sulistiyowati, R., Sudarsono, T.A. and Dhanti, K.R. 2024. Perbedaan Kadar Trigliserida Pada Perokok Aktif dan Pasif di Terminal Bulupitu Purwokerto. (*JMLS*) *Journal of Medical Laboratory and Science*. 4:1-8.
- Atmaja, R.F.D., Orno, Theosobia.G. and Hasan, Fonnle.E. 2024. Edukasi Efek Protektif dan Pemeriksaan Kadar *High Density Lipoprotein* Terhadap Perlemakan Hati Pada Masyarakat Desa Awila Kabupaten Konawe Utara. *Jurnal Inovasi, Pemberdayaan dan Pengabdian Masyarakat*. 4:54-62.
- Biromo, A.R., Mashadi, F.J., Satyo, Y.T. and Christian, F. 2024. Edukasi dan Deteksi Dini Hipertrigliseridemia dalam Rangka Pencegahan dan Pengelolaan Gangguan Kognitif pada Kelompok Lanjut Usia. *Jurnal Hasil Kegiatan Sosialisasi Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2:16-25.
- Cahyani, A.A.A.E. and Parwati, P.A. 2022. Manajemen Pengambilan dan Pengelolaan Spesimen Darah di Laboratorium RSUD Wangaya Denpasar. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*. 5:187-194.
- Carrasquilla, G.D., Christiansen, M.R. and Kilpeläinen, T.O. 2021. *The Genetic Basis of Hypertriglyceridemia*. *Current Atherosclerosis Reports*. 39:1-10.
- Castro-Castro, M.-J., Candás-Estébanez, B., Esteban-Salán, M., Calmarza, P., Arrobas-Velilla, T., Romero-Román, C., Pocoví-Mieras, M., & Aguilar-Doreste, J.-Á. 2018. *Removing Lipemia in Serum/Plasma Samples: A Multicenter Study*. *Annals of Laboratory Medicine*. 38:518–523.
- Dewi, C.C., Muflikhah, N.D. and Nuraini, F.R. 2022. *Characterization of Blood Donor Defferal at Blood Donation Unit Indonesian Red Cross Bojonegoro*. *Jurnal Penelitian Kesmas*. 5:1-7.
- Dewi, F.U. and Sugiyanto. 2020. Hubungan Asupan Zat Gizi, Aktifitas Fisik, Lingkar Perut dan Persen Lemak Tubuh dengan Kadar Kolesterol Total

Penderita Dislipidemia Rawat Jalan di RSUD dr. Doris Sylvanus Palangka Raya. *Jurnal Forum Kesehatan: Media Publikasi Kesehatan Ilmiah*. Vol.10.

Dohan Ehrenfest, D.M. *et al.* 2018. *The Impact of the Centrifuge Characteristics and Centrifugation Protocols on the Cells, Growth Factors, and Fibrin Architecture of a Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) Clot and Membrane*. *Platelets*. 29:171-184

Dron, J.S. and Hegele, R.A. 2017. *Genetics of Triglycerides and the Risk of Atherosclerosis*. *Current Atherosclerosis Reports*. 31:1-10.

Fahmi, N.F. and Laili, N.N. 2019. Perbedaan Kadar Trigliserida Pada Perokok Tembakau dan Perokok Elektrik. *In: Prosiding Seminar Nasional Poltekkes Karya Husada Yogyakarta*. Yogyakarta, 79-88.

Farizal, J., Marlina, L. and Halimatussa'diah. 2019. Hubungan Kadar Trigliserida dengan Mahasiswa Obesitas. *Jurnal Ilmiah Avicenna*. 14:42-46.

Fernández-Prendes, C., Castro Castro, M.J., Sánchez Navarro, L., Rapún Mas, L., Morales-Indiano, C. and Arrobas Velilla, T. 2023. *Handling of lipemic samples in the clinical laboratory*. *Advances in Laboratory Medicine / Avances en Medicina de Laboratorio*. 4:16-27.

Firdani, F., Aritonang, Z. and Ritonga, A.F. 2021. Hubungan Pola Makanan dengan Kadar Trigliserida Pada Penderita Diabetes Melitus. *Binawan Student Journal (BSJ)*. 3:27-33.

Fitria, F. and Oktavia, I. 2023. Pengaruh Konsumsi Alkohol Terhadap Kadar Trigliserida dan HDL dalam Darah. *Jurnal Pharma Bhakta*. 3:27-33.

H, H. and Febiola, W. 2017. Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) Terhadap Kadar Trigliserida Pada Wanita Usia 40-60 Tahun. *Jurnal Sains dan Teknologi Laboratorium Medik*. 2:2-7.

Izzati, A. and Riyani, A. 2018. Variasi Konsentrasi Alfa Siklodekstrin dan Waktu Sentrifugasi dalam Preparasi Serum Lipemik Pada Pemeriksaan Glukosa Metode GOD-PAP. *Jurnal Teknologi Laboratorium*. 7:31-37.

Kalma, K., Nuradi, N., Asikin, M. and Virgiawan, A.R. 2021. Korelasi Antara Kadar Trigliserida (TG) dengan Penyakit Hipertensi Pada Masyarakat di

- Wilayah Kerja Puskesmas Batua Kota Makassar. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*. 12:71-78.
- Khasanah, D.N., Setiyobroto, I. and Kurdanti, W. 2017. Hubungan antara Asupan Karbohidrat dan Lemak dengan Kadar Trigliserida pada Pesenam Aerobik Wanita. *Jurnal Nutrisia*. 19:84-89.
- Khotimah, E. and Sun, N.N. 2022. Analisis Kesalahan Pada Proses Pra Analitik dan Analitik Terhadap Sampel Serum Pasien di Rsud Budhi Asih. *Jurnal Medika Hutama*. 3:3021-3031.
- Krasowski, M.D. 2019. *Educational Case: Hemolysis and Lipemia Interference with Laboratory Testing. Academic Pathology*. Vol.6.
- Lieseke, C.L. and Zeibig, E.A. 2022. Buku Ajar Laboratorium Klinis. 2017th ed. Jakarta: EGC.
- Listyaningrum, A.A. 2019. Uji Kesesuaian Kadar Kolesterol Pada Serum Lipemik Yang Diolah dengan Flokulan Alfa Siklodekstrin dan *High Speed* Sentrifugasi. Skripsi. Yogyakarta: Politeknik Kesehatan Yogyakarta.
- Mainali, S., Davis, S.R. and Krasowski, M.D. 2017. *Frequency and Causes of Lipemia Interference of Clinical Chemistry Laboratory Tests. Practical Laboratory Medicine*. 8:1-9.
- Martsiningsih, M.A., Sujono, Supriyanta, B., Kasiyati, M., Surya, C., Martono, B. and Setiawan, B. 2023. Kadar Glukosa Pada Serum Lipemik Dengan Penggunaan *Polyethylene Glycol 6000 8%* dan *High Speed* Sentrifugasi. *Meditory The Journal of Medical Laboratory*. 11:90–96.
- Munabari, F. and Syahputra, A. 2022. Pengaruh Penggunaan Spesimen Serum dan Plasma EDTA Terhadap Kadar Total Protein. *Jurnal Pranata Biomedika*. 1:134-140.
- Munawirah, A., Muhiddin, H.S., Kurniawan, L.B. and Pakasi, R.D. 2019. Interferensi Sampel Lipemik Pada Bayi dengan Lipemia Retinalis dikarenakan *Primary Mixed Hyperlipidemia*: Laporan Kasus. *Intisari Sains Medis*. 10:413-419.

- Munroe, W.H., Phillips, M.L. and Schumaker, V.N. 2015. *Excessive Centrifugal Fields Damage High Density Lipoprotein*. *Journal of Lipid Research* 56:1172-1181.
- Mutmainnah, I., Rotty, L.W.A. and Wantania, F.E.N. 2023. Pengaruh Aktivitas Fisik Terhadap Profil Lipid Penderita Penyakit Jantung Koroner. *e-CliniC*. 11:72-79.
- Nopiasari, D. 2019. Perbedaan Kadar Triglisierida Pada Serum Lipemik Yang diolah dengan Alfa Siklodekstrin dan *High Speed* Sentrifugasi. Skripsi. Yogyakarta: Politeknik Kesehatan yogyakarta.
- Nugraha, G. and Badrawi, I. 2023. Pedoman Teknik Pemeriksaan Laboratorium Klinik. Jakarta Timur: CV. Trans Info Media.
- Nugrahena, N.P., Sudarsono, T.A. and Wijayanti, L. 2021. Pengaruh Hemolisis Terhadap Nilai Trombosit dengan Menggunakan Metode *Direct Counting*. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*. 8:108-113.
- Nuraini, S.A., Riyani, A., Kurnaeni, N. and Wiryanti, W. 2024. Perbedaan kadar Bilirubin Total serum lipemik sebelum dan sesudah penambahan *Polyethylene Glycol*. *Jurnal Kesehatan Siliwangi*. 5:457-463.
- Pambudi, A.F., Widada, S.T. and Setiawan, B. 2017. Serum Lipemik dengan Flokulan Gamma-Siklodekstrin Pada Pemeriksaan Glukosa. *Medical Laboratory Technology Journal*. 3:68-72.
- Panjaitan, B., Harahap, S., Lumbantobing, K.N. and Romadhon, S. 2021. Rancang Bangun Pewaktu *Centrifuge* dengan Tampilan *Seven Segment* Berbasis Mikrokontroler At89s51. *Jurnal Darma Agung*. 29:298-307.
- Pramesti, L.D. 2019. Perbedaan Kadar Triglisierida Antara Sampel Darah Yang Dibekukan 30 Menit dengan Yang Langsung Disentrifus. KTI. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Rais, E.E., Aziz, I.R. and Surdianah, S. 2024. Pemeriksaan Total Kolesterol Pada Sampel Serum Darah dengan Menggunakan Metode Fotometrik di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*. 4:19-27.

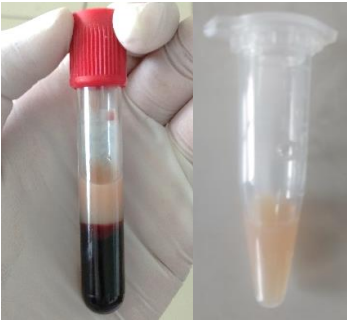
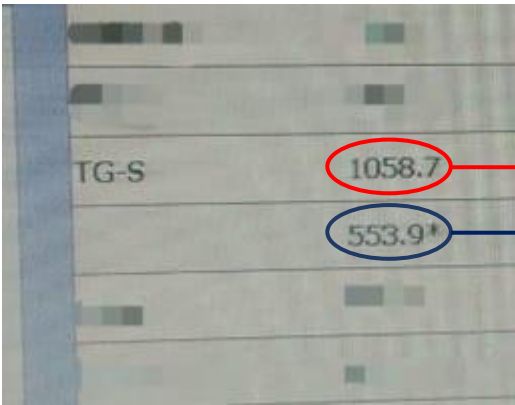
- Ramadani, Q.N., Aryani, T. and Widyantara, A.B. 2024. Pengawasan Mutu Pemeriksaan HDL dan LDL Serum Kontrol Setelah Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Kesehatan Tambusai*. 5:8797-8805.
- Salim, B.R.K., Wihandani, D.M. and Dewi, N.N.A. 2021. Obesitas Sebagai Faktor Risiko Terjadinya Peningkatan Kadar Trigliserida Dalam Darah: Tinjauan Pustaka. *Intisari Sains Medis*. 12:519-523.
- Saputra, R.P.N. 2017. *Centrifuge dengan Rotor Sudut Tetap Berbasis Microcontrol at Mega 8*. KTI. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Saputri, T.E. 2020. Gambaran Kadar Trigliserida Pada Serum Lipemik. KTI. Semarang: Universitas Muhammadiyah.
- Shidqi, M.T. and Triadhe, J.C. 2024. Pengaruh Pemberian Asam Amino Lisin Pada Pakan Ikan Patin (*Pangasius Pangasius*) Terhadap *Low Density Lipoprotein* (LDL), *High Density Lipoprotein* (HDL) dan Kolesterol. *Innovative: Journal of Social Science Research*. 4:7906-7916.
- Siregar, M.H., Fatmah and Sartika, R. 2020. Analisis Faktor Utama Kadar Trigliserida Abnormal Pada Penduduk Dewasa di Indonesia. *Jurnal Delima Harapan*. 7:118-127.
- Siregar, M.T., Wulan, W.S., Setiawan, D. and Nuryati, A. 2018. *Bahan Ajar TLM; Kendali Mutu*. 2018th ed. Jakarta selatan: Kementerian Kesehatan RI PPSDM.
- Soleimani, N., Mohammadzadeh, S. and Asadian, F. 2020. *Lipemia Interferences in Biochemical Tests, Investigating the Efficacy of Different Removal Methods in comparison with Ultracentrifugation as the Gold Standard*. *Journal of Analytical Methods in Chemistry* 2020. 1-6.
- Sugiah, Budiarti, K.D., Nurisani, A., Mutmaina, G.N. and NSY, A. 2023. *Overview of Triglyceride levels in Lipemic Serum using Polyethylene Glycol (PEG) 6000*. *Journal of Midwifery and Nursing*. 5:119-125.
- Sugiarti, M. and Sulistianingsih, E. 2021. Pengaruh Poliethilen Glikol 6000 8% Pada Serum Lipemik Terhadap Hasil Pemeriksaan Glukosa, SGOT dan SGPT. *Jurnal Analis Kesehatan*. 10:56-61.

- Sujono, Maulida, Y.A. and Sari, M.P. 2016. Kadar Protein Total dan Ureum dengan dan Tanpa Penambahan γ -cyclodextrin Pada Serum Lipemik. *Jurnal Teknologi Laboratorium*. Vol. 5.
- Surya, C. 2022. Perbedaan Kadar Glukosa Dalam Serum Lipemik Sebelum dan Sesudah Diolah Menggunakan *Polyethylene Glycol 6000 8%* dan *High Speed Sentrifugasi*. Skripsi. Yogyakarta: Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Susilawati, A. and Riyani, A. 2023. Optimasi Variasi Konsentrasi, Waktu Sentrifugasi *Polyethylene Glycol* (PEG), dan *Modified Egg Yolk Lipemic Serum* Pada Enzim *Serum Glutamic Pyruvic Transaminase* (SGPT). *Jurnal Kesehatan Rajawali*. 13:36-39.
- Teixeira-Marques, A. *et al.* 2024. *Improved Recovery of Urinary Small Extracellular Vesicles by Differential Ultracentrifugation*. *Scientific Reports*. Vol. 14.
- Tian, G. *et al.* 2022. *The Incidence Rate and Influence Factors of Hemolysis, Lipemia, Icterus in Fasting Serum Biochemistry Specimens*. *Plos One*. 17:1-14.
- Utami, R.W., Sofia, S.N. and Murbawani, E.A. 2017. Mengetahui Hubungan Antara Asupan Karbohidrat dengan Profil Lipid Pada Pasien Penyakit Jantung Koroner. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*. 6:1143-1155.
- Vani, S.A.V., Mohanraj, P.S. and Reeta, R. 2023. *Evaluating Interference of Lipemia on Routine Clinical Biochemical Tests*. *Journal of Laboratory Physicians*. 15:269-275.
- Wahid, A.A. *et al.* 2016. *Instrumentasi Laboratorium Klinik*. 1st ed. Bandung: ITB Press.
- Wahyuni, L.S. 2024. Perbandingan Kadar Asam Urat Pada Serum Lipemik Yang Diolah Menggunakan *Polyethylene Glycol 6000 1,5%* dan *High Speed Sentrifugation*. KTI. Bandung: Poltekkes Kemenkes Bandung.
- Widiyanti, E. 2023. *Prediksi Akurasi Metode Pengolahan Serum Lipemik Terhadap Pemeriksaan Kadar Ureum*. KTI. Yogyakarta: Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

- Wijayati, R.P.W. and Ayuningtyas, D. 2021. Identifikasi *Waste* Tahap Pra Analitik dengan Pendekatan *Lean Hospital* di Laboratorium Patologi Klinik RS XYZ Depok Jawa Barat Tahun 2021. *Jurnal Manajemen Kesehatan Indonesia*. 9:102-112.
- Wiranto, R.R.P., Momuat, L.I. and Suryanto, E. 2024. Penggunaan Polietilena Glikol 6000 sebagai Flokulan Lipoprotein Pada Serum Lipemik dalam Analisis Trigliserida. *Chemistry Progress*. 17:97-103.
- Wirawan, R.C.D., Riyani, A., Kurnaeni, N. and Nurhayati, D. 2023. Perbedaan Interferensi Lipemik Terhadap Kadar Glukosa Darah Normal dan di Atas Normal dengan Metode GOD-PAP. *Jurnal Kesehatan Siliwangi*. 4:277-283.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Penelitian

Gambar	Keterangan
Sebelum Penanganan dengan Menggunakan Sentrifugasi Berkecepatan Tinggi (<i>Centrifuge</i> Standar, 4000 rpm, 5 menit)	
	Serum lipemik dengan kondisi keruh dan berwarna putih susu
Setelah Penanganan dengan Menggunakan Sentrifugasi Berkecepatan Tinggi (15.000 rpm, 10 menit)	
	Serum terlihat lebih jernih
Hasil Pemeriksaan Kadar Trigliserida	
 1058.7 → Sebelum Penanganan 553.9* → Setelah Penanganan	

Lampiran 2 Instrumen Pemeriksaan

Gambar	Keterangan
	<i>Automated Chemistry Analyzer</i>
	<i>Centrifuge Berkecepatan Tinggi</i>
	<i>Centrifuge Standar</i>

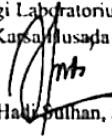
Lampiran 3 Lembar Bimbingan

LEMBAR BIMBINGAN KARYA TULIS ILMIAH

Nama : Ikhwan Taufik Nugraha
 NIM : KHGE22072
 Pembimbing : Sugiah, S.Si., M.Biotek, AIFO
 Judul Penelitian : Penanganan Serum Lipemik Menggunakan Sentrifugasi Berkecepatan Tinggi Pada Pemeriksaan Trigliserida

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
1	18 Maret 2025	Konsultasi Judul	
2	21 Maret 2025	Fix Judul	
3	25 Maret 2025	Bab I	
4	15 April 2025	Revisi Bab I	
5	17 April 2025	Bab I dan Bab II	
6	21 April 2025	Bab II	
7	24 April 2025	Bab II dan Bab III	
8	28 April 2025	Revisi bab II	
9	1 Mei 2025	Revisi bab II dan Bab IV	
10	5 Mei 2025	Revisi bab IV	
11	7 Mei 2025	Kesimpulan	
12	9 Mei 2025	Bab II, IV dan Saran	
13	12 Mei 2025	Bab I, II, IV, dan Bab V	
14	13 Mei 2025	Abstrak	
15	15 Mei 2025	PPT	

Ketua Program Studi
 D3 Teknologi Laboratorium Medis
 STIKes Karsa Husada Garut


 Muhammad Haliquthan, S.Si., M.Sc

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Ikhwan Taufik Nugraha, lahir di Garut pada tanggal 28 Juli 2003. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara, putra dari Bapak Deden Sopandi dan Ibu Habibah.

Penulis memulai pendidikan dasar di MI Attamimi pada tahun 2010 dan menyelesaikannya pada tahun 2016. Selanjutnya, penulis melanjutkan ke jenjang pendidikan menengah pertama di MTs. Ma'arif Banyuresmi dan lulus pada tahun 2019. Ketertarikan penulis terhadap dunia kesehatan, khususnya dalam bidang laboratorium, mulai tumbuh ketika menempuh pendidikan menengah kejuruan di SMKN 1 Garut. Di sekolah ini, penulis mengambil jurusan Teknologi Laboratorium Medik (TLM) dan berhasil menyelesaikan pendidikan pada tahun 2022. Sejalan dengan minat dan bakat dalam bidang laboratorium medis, penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di STIKes Karsa Husada Garut dengan mengambil program studi D3 Teknologi Laboratorium Medis.

Sebagai bentuk implementasi ilmu yang telah dipelajari, penulis mengikuti beberapa kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL), dimulai dari PKL Flebotomi di Klinik Cipanas Garut, kemudian PKL 1 di Puskesmas Bagendit, dan PKL 2 di RS. TK. II 03.05.01 Dustira Cimahi. Kegiatan PKL tersebut memberikan begitu banyak wawasan dan pengalaman berharga yang mendukung penulis dalam mengembangkan kemampuan di bidang laboratorium medis.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya Karya Tulis Ilmiah yang berjudul “Penanganan Serum Lipemik Menggunakan Sentrifugasi Berkecepatan Tinggi Pada Pemeriksaan Trigliserida”.