

Perbedaan Kadar Kolesterol Serum Darah yang Dibekukan Sebelum Dicentrifuge dan Langsung Dicentrifuge

Henny Eldayanti Mowendu^{1*}, Putu Ayu Parwati², Ni Ketut Ayu Mirayanti³

¹⁻³Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Wira Medika Bali, Indonesia

*Penulis korespondensi: hennyemowendu@gmail.com¹

Abstract. Errors in the pre-analytical phase are a dominant factor causing inaccurate laboratory test results, including blood serum cholesterol analysis. Pre-examination specimen handling is crucial to ensure the quality of measurement results. This study aimed to compare serum cholesterol levels in blood frozen before centrifugation with those immediately centrifuged. The research method was analytical using a cross-sectional design. A total of 35 respondents were involved, consisting of laboratory staff, emergency room staff, pharmacists, and administration at Sinar Kasih GKST Tentena Hospital. Blood samples were obtained via venipuncture after participants had fasted for 10–12 hours. Each sample was then separated into two groups: those immediately centrifuged and those frozen 20–30 minutes before centrifugation. Data collection was carried out by examining serum cholesterol levels using an Erba Mannheim Chem-7 photometer. The results showed that the average cholesterol level in frozen samples was higher (161.4 mg/dL) compared to samples immediately centrifuged (140.45 mg/dL). The Mann-Whitney statistical test yielded a p-value of 0.006 ($p < 0.05$), indicating a significant difference between the two treatments. This confirms that pre-analytical handling of blood specimens significantly impacts the validity of cholesterol test results. Therefore, careful attention to the pre-analytical stage is essential to ensure the accuracy of laboratory results.

Keywords: Blood Centrifugation; Pre-Analytical Laboratory; Serum Cholesterol; Specimen Management; The Mann-Whitney Test

Abstrak. Kesalahan pada fase pra-analitik merupakan faktor dominan yang menyebabkan ketidakakuratan hasil uji laboratorium, termasuk analisis kolesterol serum darah. Penanganan spesimen sebelum pemeriksaan menjadi aspek krusial untuk menjamin mutu hasil pengukuran. Penelitian ini bertujuan membandingkan kadar kolesterol serum darah yang dibekukan sebelum proses sentrifugasi dengan yang langsung disentrifugasi. Metode penelitian bersifat analitik menggunakan rancangan potong lintang. Sebanyak 35 responden terlibat, terdiri atas staf laboratorium, instalasi gawat darurat, farmasi, serta administrasi di RSUD Sinar Kasih GKST Tentena. Sampel darah diperoleh melalui venipuncture setelah partisipan menjalani puasa 10–12 jam. Setiap sampel kemudian dipisahkan menjadi dua kelompok: langsung disentrifugasi serta dibekukan 20–30 menit sebelum sentrifugasi. Pengumpulan data dilakukan dengan pemeriksaan kadar kolesterol serum memakai fotometer Erba Mannheim Chem-7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar kolesterol pada sampel yang dibekukan lebih tinggi (161,4 mg/dL) dibandingkan dengan sampel yang segera disentrifugasi (140,45 mg/dL). Uji statistik Mann-Whitney menghasilkan nilai $p = 0,006$ ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kedua perlakuan. Hal ini menegaskan bahwa penanganan pra-analitik terhadap spesimen darah memberikan pengaruh nyata terhadap validitas hasil uji kolesterol. Dengan demikian, perhatian cermat pada tahap pra-analitik mutlak diperlukan demi menjamin keakuratan hasil laboratorium.

Kata kunci: Kolesterol Serum; Manajemen Spesimen; Pra-Analitik Laboratorium; Sentrifugasi Darah; Uji Mann-Whitney

1. LATAR BELAKANG

Laboratorium medis merupakan fasilitas layanan kesehatan yang berperan sentral dalam proses deteksi penyakit, terapi, serta pemulihan pasien. Di dalamnya dilakukan analisis terhadap berbagai jenis spesimen biologis untuk mendapatkan gambaran kondisi tubuh seseorang. Tahapan layanan mencakup penerimaan permintaan, pengambilan sampel, transportasi, penyimpanan, pengolahan, pemeriksaan, hingga penafsiran hasil (RI, 2010; SNI ISO 15189, 2012). Secara operasional, prosedur dibagi menjadi tiga tahap utama: pra-analitik,

analitik, dan pasca-analitik. Kesalahan paling banyak terjadi pada fase pra-analitik, mencapai 61%, sedangkan analitik 25%, dan pasca-analitik 14% (Yaqin, 2015).

Salah satu jenis uji laboratorium yang paling umum dilakukan adalah analisis profil lipid, yang mencakup pemeriksaan kadar kolesterol total, LDL (lipoprotein densitas rendah), HDL (lipoprotein densitas tinggi), serta trigliserida. Kolesterol adalah senyawa lemak menyerupai lilin berwarna kuning, diproduksi oleh hati dan bersirkulasi dalam darah. Senyawa ini termasuk sterol utama dalam tubuh dan penting untuk fungsi biologis (City & Noni, 2013). Sekitar 80% kolesterol diproduksi oleh tubuh, sedangkan sisanya berasal dari makanan. Jika kadarnya melebihi 200 mg/dl, kolesterol dapat menyumbat arteri dan memicu penyakit jantung, stroke, atau gangguan pembuluh darah lainnya (Sari, 2018).

Beragam elemen dapat memengaruhi kadar kolesterol dalam darah, seperti usia, jenis kelamin, tingkat aktivitas, serta pola makan. Konsumsi lemak dan karbohidrat berlebih bisa meningkatkan kolesterol, sehingga pengaturan nutrisi menjadi langkah penting. Tes kolesterol dilakukan untuk mengetahui adanya peningkatan kadar dalam darah. Umumnya digunakan serum darah vena, yaitu cairan bening kekuningan bebas sel dan fibrinogen. Proses ini masuk tahap pra-analitik, yang justru menjadi sumber kesalahan terbanyak, yakni 77,1%, dibandingkan fase analitik (7,9%) dan pasca-analitik (15%) (Damayanti, 2023).

Fase pra-analitik berperan krusial, terutama dalam menghasilkan serum yang berkualitas. Serum diperoleh melalui proses yang tepat: darah ditaruh dalam tabung, dibiarkan selama 15–30 menit hingga membeku, lalu disentrifugasi pada 3000 RPM selama 15 menit hingga muncul cairan kuning jernih (Ilham Saputra, 2024). Akurasi prosedur ini memengaruhi validitas hasil pengujian kolesterol. Beberapa studi melaporkan hasil berbeda akibat perlakuan sampel. Elva Tri Lestari dkk. (2017) dan Sari (2018) menunjukkan bahwa pembekuan sebelum sentrifugasi dapat mengubah kadar trigliserida, HDL, dan kolesterol total secara signifikan.

Analisis lain juga menyoroti bahwa mutu tahap pra-analitik mulai dari teknik pengambilan darah, cara penyimpanan, suhu tempat simpan, jenis tabung, hingga proses sentrifugasi sangat memengaruhi keabsahan hasil uji kolesterol. Namun, dalam praktiknya masih sering terjadi ketidaksesuaian prosedur. Di laboratorium, sampel darah kerap langsung disentrifugasi tanpa dibiarkan membeku pada suhu ruang. Ini biasanya disebabkan kebutuhan mempercepat proses atau kelalaian petugas. Berdasar hal tersebut, peneliti merasa penting meneliti “Perbedaan Kadar Kolesterol Serum Darah yang Dibekukan dan Langsung Disentrifugasi” guna memahami pengaruh perlakuan pra-analitik terhadap akurasi hasil pemeriksaan.

2. KAJIAN TEORITIS

Definisi Kolesterol Total

Kolesterol adalah lipid penting yang sebagian besar dihasilkan hati dan beredar dalam darah untuk mendukung fungsi vital, termasuk pembentukan sel, hormon, vitamin D, dan cairan empedu. Sekitar 80% kolesterol endogen, 20% dari makanan (Sari, 2018). Terdiri dari HDL, LDL, dan VLDL, HDL berfungsi membersihkan LDL. Konsumsi lemak berlebih dan gaya hidup modern meningkatkan risiko hiperkolesterolemia, aterosklerosis, dan penyakit jantung. Pemeriksaan serum menggunakan metode enzimatik dengan batas normal ≤ 200 mg/dL.

Jenis Pemeriksaan Kolesterol

Kolesterol LDL

Low Density Lipoprotein (LDL) dikenal sebagai kolesterol “jahat” karena dominan beredar dalam darah. Kadar LDL tinggi menyebabkan penumpukan plak di arteri, menghambat aliran darah, dan meningkatkan risiko penyakit jantung koroner. Mengendalikan LDL penting untuk menjaga kesehatan kardiovaskular (Kurniadi & Nurrahmi, 2014).

Kolesterol HDL

High Density Lipoprotein (HDL) disebut kolesterol “baik” karena kaya protein. HDL membersihkan kelebihan kolesterol dari LDL, mengangkutnya ke hati untuk dipecah dan dikeluarkan melalui empedu, sehingga mencegah penumpukan kolesterol berbahaya (Graha, 2010).

Trigliserida

Trigliserida adalah lemak utama dalam darah dan makanan (>95%). Kadar tinggi meningkatkan kolesterol total, memperbesar risiko jantung dan stroke. Menjaga trigliserida seimbang penting untuk kesehatan (Kurniadi & Nurrahmi, 2014).

Metode Pemeriksaan Kolesterol Total

Lieberman-Burchard

Metode ini bereaksi dengan kolesterol menggunakan asam asetat dan asam sulfat pekat, menghasilkan warna coklat diukur fotometer 546 nm. Kekurangannya, warna tidak spesifik karena dipengaruhi steroid lain, hemoglobin, bilirubin, iodida, salisilat, dan vitamin D, sehingga hasil bisa kurang akurat.

CHOD-PAP

Standar WHO untuk kolesterol total berbasis enzim: kolesterol ester dipecah jadi kolesterol bebas dan asam lemak, kemudian diubah menjadi cholesterol-3-one dan H_2O_2 . H_2O_2

bereaksi dengan fenol dan 4-aminoantipirin membentuk senyawa merah diukur 500 nm. Akurat, tapi terganggu sampel keruh, lipemik, ikterik, atau hemolisis (Andayani, 2016).

POCT

Praktis, cepat, dan hemat darah, bisa di luar laboratorium. Kelemahannya: akurasi rendah, presisi terbatas, standar belum baku, kontrol mutu kurang, dan biaya tinggi. Meski demikian, POCT tetap dipakai di puskesmas, walau hasil berbeda dibanding CHOD-PAP atau Liberman-Burchard (Gusmayani, 2018).

Nilai Rujukan Kadar Kolesterol Total

Berikut nilai rujukan kadar kolestrol total:

Tabel 1. Nilai Rujukan Kadar Kolesterol.

Klasifikasi	Nilai Rujukan
Normal	<200 mg/dL
Batas Tinggi	200-239 mg/dL
Tinggi	>240 mg/dL

Sumber: (Amamn, 2019)

Faktor Yang Mempengaruhi Hasil Pemeriksaan Kolesterol

Ada tiga fase utama yang memengaruhi akurasi hasil uji kolesterol, yaitu: pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik (Hirji Agustiana, 2023).

Pra-Analitik

Fase ini menyumbang tingkat kesalahan terbesar, yaitu 60%–70% dari total kesalahan. Tahapan ini mencakup:

a. Persiapan Pasien

Pasien harus dipersiapkan sesuai prosedur, seperti puasa bila dibutuhkan, agar hasil akurat.

b. Posisi Saat Pengambilan Darah

Disarankan pasien duduk saat pengambilan darah. Volume darah berkurang sekitar 600 ml saat berdiri dibandingkan berbaring, karena volume plasma menurun akibat peningkatan konsentrasi protein.

c. Pembendungan Vena (Torniquet)

Torniquet digunakan untuk memperjelas vena dengan memperlambat aliran darah. Tapi, jika dipasang terlalu lama, kolesterol total bisa naik hingga 20%.

d. Pengambilan Sampel

Harus dilakukan dengan hati-hati untuk mencegah hemolisis, karena pecahnya eritrosit bisa mengganggu keakuratan hasil.

e. Pengolahan Sampel

Darah yang sudah diambil perlu segera diolah menjadi serum atau plasma, maksimal dalam 2 jam, untuk mencegah perubahan kimia dan fisik pada sampel.

Analitik

Kesalahan pada fase ini lebih kecil, yaitu sekitar 25% (Siregar, 2018), namun tetap krusial. Beberapa komponen penting:

a. Reagen

Periksa kondisi reagen meliputi:

- 1) Kemasan, fisik, dan masa berlaku
- 2) Suhu penyimpanan (idealnya 2–8°C untuk kolesterol total)
- 3) Diamkan di suhu ruang sebelum digunakan.

b. Alat Laboratorium

- 1) Fotometer harus rutin dikalibrasi
- 2) Pipet dicek akurasi secara berkala
- 3) Alat harus bersih, utuh, dan bekerja dengan benar

c. Metode Pemeriksaan

Pilih metode uji yang terstandar dan tervalidasi agar hasil dapat dipercaya.

Pasca-Analitik

Fase akhir ini memiliki kesalahan sekitar 15%–20%. Walau lebih kecil dibandingkan pra-analitik, tetap penting untuk mencegah kesalahan hasil uji. Jika data salah ditulis atau dilaporkan, diagnosis bisa keliru, membahayakan pasien (Siregar, 2018). Tahapan pasca-analitik meliputi:

a. Pencatatan Hasil

b. Pelaporan Hasil ke Klinisi.

Serum

Serum adalah fraksi cair darah tanpa fibrinogen atau faktor pembekuan, berwarna kuning jernih. Diperoleh dengan membiarkan darah tanpa antikoagulan membeku, kemudian disentrifugasi 3000 RPM selama 15 menit. Komposisinya hampir mirip plasma, berfungsi sebagai media untuk pemeriksaan biokimia dan analisis laboratorium (Arganingsih, 2018).

Centrifuge

Centrifuge adalah alat laboratorium untuk memutar sampel cepat sehingga partikel berat mengendap di dasar tabung karena gaya sentrifugal. Sampel darah harus segera disentrifugasi 3000 RPM selama 5–15 menit; keterlambatan dapat merusak enzim lipoprotein kolesterol dan menurunkan akurasi hasil pemeriksaan (Hasibuan, 2018).

3. METODE PENELITIAN

Analisis ini menggunakan pendekatan analitis dengan desain potong lintang (cross sectional), yaitu suatu metode yang menekankan pada pengumpulan informasi dalam kurun waktu tertentu untuk kemudian dianalisis. Tujuan utamanya adalah membandingkan kadar kolesterol serum antara sampel darah yang dibekukan terlebih dahulu sebelum melalui proses sentrifugasi dengan sampel darah yang langsung disentrifugasi. Penelitian ini selaras dengan pendapat Sugiyono (2021) bahwa rancangan cross sectional termasuk jenis penelitian observasional yang mengkaji data pada satu titik waktu dari suatu populasi atau sampel, sehingga mampu memberikan gambaran nyata mengenai perbedaan kondisi yang diteliti.

Kegiatan penelitian dilaksanakan di RSUD Sinar Kasih GKST Tentena pada bulan Mei–Juni 2025. Populasi penelitian mencakup 38 orang staf yang bekerja di bagian Laboratorium, UGD, Farmasi, dan Administrasi. Dari jumlah tersebut, diambil 35 orang responden sebagai sampel dengan metode accidental sampling, yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan kemudahan akses dan ketersediaan partisipan. Teknik ini dipilih karena praktis, cepat, serta sesuai digunakan saat peneliti membutuhkan data dari kelompok yang mudah dijangkau, meskipun keterwakilannya terhadap populasi tidak sepenuhnya sempurna (Subhaktiyasa, 2024).

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perlakuan sampel darah, yakni sampel yang dibekukan sebelum disentrifugasi dan sampel yang langsung disentrifugasi, sedangkan variabel terikatnya adalah kadar kolesterol serum. Data penelitian berupa data primer diperoleh melalui pemeriksaan langsung. Pengumpulan data diawali dengan wawancara singkat untuk menjelaskan tujuan, manfaat, dan prosedur penelitian kepada responden. Setelah mendapatkan persetujuan dan memastikan responden berpuasa sesuai ketentuan, darah diambil menggunakan syringe sekali pakai 5 cc dan dialirkan ke dua tabung plain tube masing-masing 2,5 cc. Pengambilan sampel dilakukan secara bertahap selama 2–3 hari guna menjaga mutu sampel, mengurangi beban responden, serta memperoleh hasil yang lebih valid dan akurat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Penelitian

Penelitian tentang Perbedaan Kadar Kolesterol Serum Darah yang Dibekukan Sebelum Disentrifugasi dengan yang Langsung Disentrifugasi dilakukan di RSUD Sinar Kasih GKST Tentena pada Mei–Juni 2025, sebuah pusat layanan kesehatan penting di Kabupaten Poso, Sulawesi Tengah, yang terletak di Kelurahan Sangele, Kecamatan Pamona Puselemba, dekat Sungai Poso. RSUD ini berdiri atas kerja sama GKST dan PT Poso Energi melalui program

CSR, diresmikan pada 29 Oktober 2024 oleh Wakil Presiden Jusuf Kalla. Rumah sakit seluas 7.676 m² memiliki 11 gedung dengan kapasitas sekitar 100 tempat tidur, fasilitas rawat inap, IGD 24 jam, bedah sentral, ICU, laboratorium, radiologi, farmasi, serta layanan poli umum dan spesialis. Laboratorium klinik unggulan memberikan pemeriksaan hematologi, kimia klinik, imunoserologi, urinalisis, feses, dan mikrobiologi, dijalankan oleh tenaga analis profesional sesuai SOP, validasi hasil, rekam medis elektronik, serta pengendalian mutu harian dan kalibrasi peralatan. Penelitian meliputi tahapan pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik, dengan sampel 35 staf Laboratorium, UGD, Farmasi, dan Administrasi yang berpuasa 10–12 jam menggunakan serum

Karakteristik Subyek Penelitian

Berdasarkan pemeriksaan kadar kolesterol yang dilakukan pada 35 responden, karakteristik subjek digambarkan menurut jenis kelamin dan kelompok usia sebagai berikut:

Tabel 2. Karakteristik Subyek Penelitian.

No	Karakteristik	Jumlah Responden	Persentase (%)
1	Jenis Kelamin		
	Perempuan	25	71,4
	Laki-laki	10	28,6
	Total	35	100,0
2	Umur		
	< 25 tahun	8	22,9
	25–29 tahun	10	28,6
	30–34 tahun	11	31,4
	> 35 tahun	6	17,1
	Total	35	100,0

Berdasarkan Tabel 2. responden dikategorikan menurut jenis kelamin dan usia. Mayoritas adalah perempuan sebanyak 25 orang (71,4%), sedangkan laki-laki 10 orang (28,6%). Dari segi usia, sebagian besar berada pada kelompok 30–34 tahun (11 orang, 31,4%), diikuti 25–29 tahun (10 orang, 28,6%), <25 tahun (8 orang, 22,9%), dan >35 tahun (6 orang, 17,1%). Secara keseluruhan, sampel penelitian didominasi perempuan usia produktif, menunjukkan sebagian besar subjek penelitian terdiri dari wanita dewasa muda, yang mencerminkan karakteristik demografis utama dari populasi sampel yang diteliti dalam analisis ini.

Hasil Analisis Data

Hasil Pemeriksaan Kolesterol

Hasil pengukuran kadar kolesterol dalam penelitian ini diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu sampel yang langsung disentrifugasi dan sampel yang disentrifugasi setelah melalui proses pembekuan, sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil pemeriksaan kadar kolesterol pada sampel yang dicentrifuge segera dan sampel yang dibekukan baru dicentrifuge.

No	Perlakuan	Mean	SD	Min	Max
1	Segera dicentrifuge	140,45 mg/dL	33,187	100 mg/dL	219 mg/dL
2	Dibekukan baru dicentrifuge	161,4 mg/dL	32,95	116 mg/dL	245 mg/dL

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata kadar kolesterol serum pada sampel yang langsung disentrifugasi tercatat 140,45 mg/dL dengan deviasi standar 33,19 mg/dL, nilai terendah 100 mg/dL, dan nilai tertinggi 219 mg/dL. Sedangkan pada sampel yang dibekukan terlebih dahulu sebelum disentrifugasi, rata-rata kadar kolesterol serum meningkat menjadi 161,4 mg/dL dengan deviasi standar 32,95 mg/dL, nilai minimum 116 mg/dL, dan nilai maksimum 245 mg/dL.

Hasil Uji Statistik Perbedaan Kadar Kolesterol Serum Darah yang Segera diCentrifuge dan Dibekukan Sebelum Dicentrifuge

Data yang terkumpul dalam penelitian ini kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara statistik menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 22. Hasil uji statistiknya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Uji Statistik Perbedaan Kadar Kolesterol Serum Darah yang Segera dicentrifuge dan Dibekukan Sebelum Dicentrifuge.

No	Perlakuan	Uji Normalitas Saphiro wilk	Uji Mann Whitney
1	Hasil Kolesterol Segera Centrifuge	0,009	
2	Hasil Kolesterol Setelah Dibekukan lalu dicentrifuge	0,070	0,006

Berdasarkan Tabel 2, analisis deskriptif menunjukkan uji normalitas bahwa kadar kolesterol pada sampel langsung disentrifugasi tidak normal (Shapiro-Wilk $p = 0,009$), sedangkan sampel dibekukan sebelum disentrifugasi normal ($p = 0,070$). Uji Mann-Whitney U menghasilkan Asymp. Sig. 0,006 ($p < 0,05$), menegaskan hipotesis alternatif diterima dan H_0 ditolak, sehingga perbedaan rata-rata kolesterol serum antara kedua perlakuan sampel signifikan secara statistik.

Pembahasan Hasil Penelitian

Hasil pemeriksaan kadar kolesterol pada sampel yang dicentrifuge segera

Berdasarkan analisis, rata-rata kadar kolesterol serum pada sampel yang langsung disentrifugasi adalah 140,45 mg/dL dengan deviasi standar 33,19 mg/dL, nilai minimum 100 mg/dL, dan maksimum 219 mg/dL, masih berada dalam kisaran normal menurut American Heart Association (2021). Sentrifugasi segera setelah pengambilan darah penting untuk menjaga stabilitas komponen darah, termasuk lipid, karena penundaan atau penyimpanan beku dapat menyebabkan lisis sel, degradasi enzim, dan perubahan biomolekul serum (Lippi, G., 2006). Temuan ini sejalan dengan Hsieh et al. (2012) dan Bowen & Remaley (2014) yang menekankan bahwa keterlambatan atau perlakuan suhu ekstrem dapat meningkatkan kolesterol artifisial, sementara siklus pembekuan-pencairan merusak membran sel dan melepaskan lipid tambahan (Calam, R.R., & Cooper, 2000), sehingga sampel yang diproses segera lebih valid secara klinis.

Hasil pemeriksaan kadar kolesterol pada sampel yang dibekukan baru dicentrifuge

Berdasarkan hasil analisis, pemeriksaan kolesterol pada sampel darah yang dibekukan terlebih dahulu pada suhu ruang sebelum disentrifugasi menunjukkan peningkatan kadar kolesterol serum, dengan rata-rata 161,4 mg/dL, deviasi standar 32,95 mg/dL, dan rentang 116–245 mg/dL. Nilai ini lebih tinggi dibanding sampel yang langsung diproses, yang memiliki rata-rata 140,45 mg/dL. Kenaikan kadar kolesterol ini diduga akibat kerusakan sel darah selama proses pembekuan pada suhu ruang. Suhu ruang yang lama memungkinkan aktivitas metabolik sisa sel, seperti glikolisis dan degradasi membran, tetap berlangsung, sehingga kolesterol bebas dari membran sel masuk ke serum (Lippi, G., 2006). Pembekuan lambat membentuk kristal es yang merusak struktur sel. Saat pencairan dan sentrifugasi, kolesterol dari sel yang rusak terukur dalam serum, sehingga kadar kolesterol total meningkat. Hsieh et al. (2012) menyatakan bahwa penyimpanan darah di suhu ruang lebih dari dua jam meningkatkan kadar kolesterol dan trigliserida secara signifikan karena aktivitas enzimatik, lisis sel, dan stres oksidatif yang merusak lipoprotein. Delanghe dan Speeckaert (2014) menambahkan bahwa pembekuan lambat merusak partikel lipoprotein, khususnya LDL dan HDL, sehingga pelepasan kolesterol bebas ke serum menyebabkan peningkatan kadar kolesterol yang bersifat artifisial.

Perbedaan Kadar Kolesterol Serum Darah yang Segera diCentrifuge dan Dibekukan Sebelum Dicentrifuge

Berdasarkan analisis data, uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk untuk menilai distribusi kadar kolesterol serum. Hasilnya menunjukkan bahwa sampel darah yang langsung disentrifugasi memiliki nilai signifikansi $p = 0,009$, menandakan data tidak berdistribusi normal, sedangkan sampel yang dibekukan sebelum disentrifugasi menunjukkan $p = 0,07$, berarti data berdistribusi normal. Sesuai kriteria uji normalitas ($p < 0,05$ berarti tidak normal), perbandingan kedua kelompok dilakukan dengan uji non-parametrik Mann-Whitney. Uji ini menghasilkan $p = 0,006$ ($p < 0,05$), menunjukkan adanya perbedaan signifikan kadar kolesterol serum antara sampel yang langsung disentrifugasi dan yang dibekukan terlebih dahulu, sehingga prosedur pra-analitik terbukti memengaruhi hasil laboratorium secara nyata.

Secara ilmiah, peningkatan kolesterol pada sampel beku disebabkan kerusakan struktur seluler, terutama eritrosit, leukosit, dan trombosit, akibat kristal es yang terbentuk selama pembekuan. Lipid, termasuk kolesterol, dilepaskan ke serum sehingga saat pencairan dan sentrifugasi kadar kolesterol terukur lebih tinggi (Calam, R.R., & Cooper, 2000). Penelitian Hsieh et al. (2012) mendukung temuan ini, sementara Delanghe & Speeckaert (2014) menekankan pembekuan lambat merusak lipoprotein LDL dan HDL. CLSI (2020) menyarankan serum dipisahkan maksimal dua jam setelah pengambilan, dan Bowen & Remaley (2014) menegaskan bahwa kondisi pra-analitik seperti penundaan, suhu, dan pembekuan memengaruhi akurasi pemeriksaan lipid.

Keterebatasan Penelitian

Berdasarkan pelaksanaan penelitian yang dilakukan langsung oleh peneliti, terdapat beberapa keterbatasan yang muncul selama proses penelitian dan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi peneliti selanjutnya. Keterbatasan tersebut antara lain:

- a. Jumlah responden terbatas, yaitu hanya 35 orang, sehingga belum sepenuhnya representatif untuk mencerminkan kondisi populasi secara keseluruhan.
- b. Pengukuran terbatas pada kolesterol total tanpa pemisahan berdasarkan jenis lipoprotein seperti LDL, HDL, dan VLDL. Padahal, setiap fraksi lipoprotein memiliki kestabilan yang berbeda terhadap perlakuan fisik, termasuk proses pembekuan.
- c. Variabel biologis individu tidak diperhitungkan, seperti status puasa, pola makan, dan tingkat aktivitas fisik sebelum pengambilan darah, yang berpotensi memengaruhi kadar kolesterol serum dan menjadi sumber variasi hasil penelitian

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan temuan penelitian mengenai perbedaan kadar kolesterol serum antara sampel darah yang langsung disentrifugasi dan yang dibekukan sebelum disentrifugasi, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Rata-rata kadar kolesterol serum pada sampel yang dibekukan terlebih dahulu sebelum disentrifugasi (161,4 mg/dL) lebih tinggi dibandingkan sampel yang langsung disentrifugasi (140,45 mg/dL). Terdapat perbedaan signifikan secara statistik antara kadar kolesterol serum pada sampel yang segera disentrifugasi dan sampel yang dibekukan terlebih dahulu, dengan nilai signifikansi $p = 0,006$ berdasarkan uji Mann-Whitney.

Saran

Bagi tenaga medis: Diharapkan pemisahan sampel dilakukan segera setelah pengambilan darah untuk pemeriksaan kolesterol, agar hasil yang diperoleh akurat dan dapat digunakan sebagai dasar diagnosis penyakit secara tepat. Bagi peneliti selanjutnya: Disarankan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar agar hasil penelitian lebih representatif, serta mempertimbangkan variabel biologis subjek seperti status puasa, pola konsumsi makanan, dan tingkat aktivitas fisik sebelum pengambilan darah. Selain itu, penelitian lanjutan dianjurkan untuk mengukur kadar kolesterol berdasarkan fraksi lipoprotein (LDL, HDL, VLDL) guna mendapatkan gambaran lebih spesifik mengenai pengaruh perlakuan pra-analitik terhadap masing-masing komponen lipid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan apresiasi serta rasa syukur kepada RSU Sinar Kasih GKST Tentena atas izin dan sarana yang diberikan selama penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada staf Laboratorium, IGD, Farmasi, dan Administrasi atas partisipasi sebagai responden serta bantuan pengambilan sampel. Penulis turut menghargai dukungan akademik, arahan, dan bimbingan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan.

DAFTAR REFERENSI

- American Heart Association. (2021). *Cholesterol Levels: What You Need to Know*.
- Andayani, N. (2016). Perbedaan Hasil Pemeriksaan Kolesterol Total Menggunakan Sampel Serum, Plasma EDTA dan Plasma Naf. *Skripsi. Jurusan Analis Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Semarang*.
- Arganingsih, R. R. (2018). *Perbedaan Kadar Albumin Serum Dan Plasma Lithium Heparin*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Bowen, R. A. R., & Remaley, A. T. (2014). Interferences from blood collection tube components on clinical chemistry assays. *Biochemia medica*, 24(1), 31–44.

- Calam, R.R., & Cooper, M. H. (2000). *Stability of serum analytes during storage. Clinical Biochemist Reviews. 21*(2), 47–51.
- City, A., & Noni, O. (2013). DIASKOL JANTROKE (Diabetes Millitus, Asam Urat, Kolesterol, Jantung, dan Stroke). *Yogyakarta: In Azna Book.*
- Damayanti, R. (2023). *PERBEDAAN KADAR LOW DENCITY LIPOPROTEIN (LDL) DALAM SERUM PASIEN HIPERTENSI YANG DIPERIKSA SEGERA DAN SETELAH DISIMPAN SELAMA 4 DAN 8 JAM PADA SUHU 20-25° C.* Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Delanghe, J., & Speeckaert, M. (2014). Preanalytical requirements of urinalysis. *Biochemia Medica, 24*(1), 89–104.
- Graha, K. C. (2010). Kolesterol. *Jakarta: PT Elex Media Komputido.*
- Gusmayani, Y. (2018). *Perbedaan Kadar Kolesterol Serum Metode Spektrofotometri Dan Metode Point Of Care Testing (Poc).* Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Hasibuan, E. (2018). *Pengenalan Centrifuge Pada Mahasiswa Yang Melakukan Penelitian Di Laboratorium Terpadu Imunologi Fakultas Kedokteran USU.* Universitas Sumatera Utara.
- Hirji Agustiana, A. (2023). *PENGARUH LAMA PENUNDAAN PEMBUATAN SERUM TERHADAP KADAR KOLESTEROL.* Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Hsieh, M.M., et al. (2012). Effects of blood sample storage conditions on lipid concentrations. *Journal of Clinical Laboratory Analysis. Journal of Clinical Laboratory Analysis, 164–168.*
- Ilham Saputra, I. (2024). *Hasil Pemeriksaan Triglisierida Pada Sampel Serum Hemolisis.* Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Karsa Husada Garut.
- Kurniadi, H., & Nurrahmi, U. (2014). Penyakit Jantung Koroner, Kolesterol Tinggi. *Diabetes Melitus, Hipertensi. Yogyakarta: Istana Media.*
- Lestari, E. T. (2017). *Perbedaan Kadar Triglisierida Serum Dari Darah Yang Dibekukan Sebelum Dicentrifuge Dan Langsung Dicentrifuge.* Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Lippi, G., et al. (2006). *Influence of physical activity and sample handling on laboratory testing: preanalytical issues. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, . 44*(4), 397–400.
- Sari, D. R. E. (2018). *Perbedaan Kadar HDL Kolesterol Serum Darah yang Langsung Dicentrifuge dan Dibekukan Sebelum Dicentrifuge.* Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Subhaktiyasa, P. G. (2024). Menentukan Populasi dan Sampel: Pendekatan Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, 9*(4), 2721–2731.
- Sugiyono. (2021). *Sugiyono, Metode Penelitian Kualitatif (or. 4).* Alfabeta.