

**PENGARUH KESALAHAN TAHAP PRA-ANALITIK  
TERHADAP HASIL PEMERIKSAAN BILIRUBIN PADA  
SERUM IKTERIK: STUDI KASUS**

**KARYA TULIS ILMIAH**

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan  
Diploma 3 Teknologi Laboratorium Medis

Disusun oleh:

**ALYA ASSIFA SALSABILA**

**KHGE23026**



**PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS**

**FAKULTAS ILMU KESEHATAN**

**INSTITUT KESEHATAN KARSA HUSADA GARUT**

**2026**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Amd.Kes. 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 Institut Kesehatan Karsa Husada Garut.

Garut, 20 Mei 2026

Yan

taan



Alyá Asssifa Salsabila

KHGE23026

## **LEMBAR PERSETUJUAN**

**JUDUL : PENGARUH KESALAHAN TAHAP PRA-ANALITIK  
TERHADAP HASIL PEMERIKSAAN BILIRUBIN  
PADA SERUM IKTERIK**

**NAMA : ALYA ASSIFA SALSABILA**

**NIM : KHGE23026**

## **KARYA TULIS ILMIAH**

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

Garut, 25 Mei 2026

Menyetujui,  
Pembimbing



**Gina Nafsa Mutmaina, S.ST., M.Pd**  
**NIK: 043298.1013.118**

Mengetahui,  
Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



**Gina Nafsa Mutmaina, S.ST., M.Pd**  
**NIK: 043298.1013.118**

## LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : PENGARUH KESALAHAN TAHAP PRA-ANALITIK  
TERHADAP HASIL PEMERIKSAAN BILIRUBIN  
PADA SERUM IKTERIK**

**NAMA : ALYA ASSIFA SALSABILA**

**NIM : KHGE23026**

### KARYA TULIS ILMIAH

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

Garut, 03 Juni 2026

Menyetujui,

Penguji I



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

NIK: 043298.1019.155

Penguji II



Manay, S.Pd., M.Si

NIK: 043298.0917.138

Mengetahui,

Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



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

NIK: 043298.1013.118

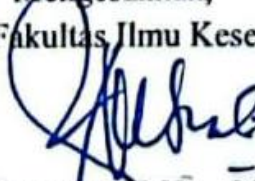
Mengesahkan,  
Pembimbing



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

NIK: 043298.1013.118

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan



Susan Susyanti, S.Kp., M.Kep

NIK: 043298.0910.085

## **ABSTRAK**

### **PENGARUH KESALAHAN TAHAP PRA-ANALITIK TERHADAP HASIL PEMERIKSAAN KADAR BILIRUBIN PADA SERUM IKTERIK**

Pemeriksaan bilirubin memiliki peran penting dalam menilai ikterus, terutama pada neonatus, dan dipengaruhi oleh kualitas sampel serta tahap pra-analitik. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pengaruh kesalahan pra-analitik terhadap hasil bilirubin serum ikterik menggunakan metode studi kasus dan pemeriksaan spektrofotometri dengan chemistry analyzer. Pemeriksaan awal setelah pembekuan  $\pm 5$  menit dan sentrifugasi  $\pm 7$  menit pada 3000 rpm menunjukkan bilirubin direct 0,25 mg/dL dan total 2,48 mg/dL. Setelah sentrifugasi ulang selama 15 menit pada 3000 rpm, hasil meningkat menjadi direct 0,67 mg/dL dan total 16,33 mg/dL. Perbedaan ini diduga akibat pemisahan serum yang tidak optimal sehingga terjadi interferensi analisis. kesalahan pra-analitik seperti waktu pembekuan yang terlalu singkat atau durasi sentrifugasi yang tidak sesuai SOP dapat memengaruhi integritas sampel, terutama pada serum ikterik yang rentan terhadap gangguan optik dalam pemeriksaan spektrofotometri. Hal ini menegaskan bahwa tahapan pra-analitik merupakan faktor krusial dalam menjamin validitas hasil laboratorium. Oleh karena itu, penerapan prosedur standar operasional (SOP) yang ketat, termasuk kontrol kualitas pada tahap pra-analitik, sangat diperlukan untuk mencegah kesalahan interpretasi klinis. Dengan demikian, penelitian ini menekankan pentingnya konsistensi prosedur pra-analitik agar hasil pemeriksaan bilirubin dapat dipercaya dan mendukung pengambilan keputusan medis yang tepat.

Kata kunci: Bilirubin, chemistry analyzer, pra-analitik, sentrifugasi, serum ikterik.

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF PRE-ANALYTICAL STAGE ERRORS ON BILIRUBIN EXAMINATION RESULTS IN ICTERIC SERUM**

*Bilirubin testing plays an important role in assessing jaundice, especially in newborns, and is influenced by sample quality and pre-analytical stages. This study aims to identify the effect of pre-analytical errors on icteric serum bilirubin results using a case study method and spectrophotometry examination with a chemistry analyzer. Initial testing after freezing for  $\pm 5$  minutes and centrifugation for  $\pm 7$  minutes at 3000 rpm showed direct bilirubin of 0.25 mg/dL and total bilirubin of 2.48 mg/dL. After re-centrifugation for 15 minutes at 3000 rpm, the results increased to direct 0.67 mg/dL and total 16.33 mg/dL. This difference is suspected to be due to suboptimal serum separation, causing interference in the analysis. Pre-analytical errors, such as freezing for too short a time or centrifugation duration not following SOP, can affect sample integrity, especially in icteric serum that is prone to optical interference in spectrophotometry tests. This confirms that the pre-analytical stage is a crucial factor in ensuring the validity of laboratory results. Therefore, the implementation of strict standard operating procedures (SOPs), including quality control at the pre-analytical stage, is very necessary to prevent errors in clinical interpretation. Thus, this study emphasizes the importance of consistency in pre-analytical procedures so that bilirubin test results can be trusted and support accurate medical decision-making. Keywords: Bilirubin, chemistry analyzer, pre-analytical, centrifugation, icteric serum.*

*Keywords: Bilirubin, chemistry analyzer, pre-analytical, centrifugation, icteric serum*

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbil'alamin*, segala puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT Sang Maha Segalanya karena atas izin dan ridho-Nya, kasih sayang serta karunia-Nya saya dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah (KTI) yang berjudul “Pengaruh Kesalahan Tahap Pra-Analitik Terhadap Hasil Pemeriksaan Kadar Bilirubin Pada Serum Ikterik” ini tepat pada waktunya. Penulisan Karya Tulis Ilmiah (KTI) ini ditulis dalam rangka memenuhi syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma III Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Kesehatan Institut Kesehatan Karsa Husada Garut.

Dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini, saya memperoleh banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Hadiat, MA selaku Ketua Pembina Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
2. Bapak H. Suryadi, SE., M.Si selaku Ketua Umum Pengurus Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
3. Bapak Dr. Iwan Wahyudi , S.Kep., Ners., M.Kep selaku Ketua Rektor Institut Kesehatan Karsa Husada Garut.
4. Ibu Susan Susyanti, S.Kp., M.Kes selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Institut Kesehatan Karsa Husada Garut.
5. Ibu Gina Nafsa Mutmaina, S.ST., M Pd selaku Ketua Program Studi DIII Teknologi Laboratorium Medis sekaligus dosen pembimbing yang telah

meluangkan waktu untuk memberikan kritik, saran, bimbingan, dan pengarahan kepada saya dalam proses penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.

6. Ibu Lia Mar'atiningsih, S.Tr.Kes., M.Kes selaku dosen penguji I dan ibu Mamay S.Pd., M.Si selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktunya untuk menguji Karya Tulis Ilmiah penulis.
7. Seluruh dosen pengajar Prodi DIII Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Kesehatan Institut Kesehatan Karsa Husada Garut.
8. Orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, serta pengorbanan yang tiada henti selama penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
9. Diri saya sendiri yang telah mampu berjuang, bertahan, dan menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini hingga akhir.
10. Orang terkasih dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan, bantuan, semangat, serta menemani saya selama proses penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

Saya menyadari penyusunan Karya Tulisan Ilmiah ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan dan kemampuan dari ilmu pengetahuan yang saya miliki. Oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Garut, 20 Mei 2026  
Penyusun



Alya Assifa Salsabila  
KHGE23026

## DAFTAR ISI

|                                         |            |
|-----------------------------------------|------------|
| <b>PERNYATAAN.....</b>                  | <b>ii</b>  |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN.....</b>          | <b>iii</b> |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>          | <b>iv</b>  |
| <b>ABSTRAK .....</b>                    | <b>iv</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                   | <b>v</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>             | <b>vi</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                  | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>              | <b>xii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>          | <b>1</b>   |
| <b>1.1 Latar Belakang.....</b>          | <b>1</b>   |
| <b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>         | <b>4</b>   |
| <b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>      | <b>4</b>   |
| <b>1.4 Manfaat Penelitian .....</b>     | <b>4</b>   |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>    | <b>5</b>   |
| <b>2.1 Tinjauan Pustaka .....</b>       | <b>5</b>   |
| 2.1.1 Tabung Vacutainer .....           | 5          |
| 2.1.2 Pengertian Inkubasi .....         | 6          |
| 2.1.3 Pengertian Sentrifuge.....        | 6          |
| 2.1.4 Pengertian Serum.....             | 7          |
| 2.1.5 Macam-macam Serum .....           | 8          |
| 2.1.6 Alat Chemistry Analyzer .....     | 9          |
| 2.1.7 Metode Pemeriksaan Bilirubin..... | 10         |
| 2.1.8 Pengertian Bilirubin.....         | 11         |
| 2.1.9 Macam-macam Bilirubin .....       | 11         |
| <b>2.2 Kerangka Penelitian.....</b>     | <b>15</b>  |
| <b>BAB III METODE STUDI KASUS.....</b>  | <b>16</b>  |
| <b>3.1 Rancangan Studi Kasus .....</b>  | <b>16</b>  |
| <b>3.2 Objek Studi Kasus.....</b>       | <b>16</b>  |
| <b>3.3 Fokus Studi Kasus.....</b>       | <b>16</b>  |

|                                         |                                    |           |
|-----------------------------------------|------------------------------------|-----------|
| 3.4                                     | Pengumpulan Data Studi Kasus ..... | 17        |
| 3.5                                     | Etik Studi Kasus .....             | 18        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b> |                                    | <b>19</b> |
| 4.1                                     | Hasil Penelitian.....              | 19        |
| 4.2                                     | Pembahasan.....                    | 20        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |                                    | <b>26</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             |                                    | <b>27</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    |                                    | <b>29</b> |
| <b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>       |                                    | <b>33</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 4.1</b> Hasil Pemeriksaan Bilirubin ..... | 19 |
|----------------------------------------------------|----|

## DAFTAR GAMBAR

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2. 1</b> Tabung Vacutainer Kuning..... | 5  |
| <b>Gambar 2. 2</b> Sentrifuge .....              | 7  |
| <b>Gambar 2. 3</b> Serum Darah .....             | 8  |
| <b>Gambar 2. 4</b> Macam-macam Serum Darah.....  | 9  |
| <b>Gambar 2. 5</b> Alat Chemistry Analyzer ..... | 10 |
| <b>Gambar 2. 6</b> Kerangka Penelitian .....     | 15 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| <b>Lampiran 1:</b> Dokumentasi Sampel .....            | 29 |
| <b>Lampiran 2:</b> Dokumentasi Alat Pemeriksaan .....  | 29 |
| <b>Lampiran 3:</b> Dokumentasi Hasil Pemeriksaan ..... | 30 |
| <b>Lampiran 4:</b> Dokumentasi Lembar Bimbingan .....  | 31 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pemeriksaan bilirubin merupakan suatu pemeriksaan laboratorium penting untuk menilai fungsi hati dan mendeteksi ikterus, terutama pada bayi baru lahir (*World Health Organization*, 2023). Pemeriksaan Total Serum Bilirubin (TSB) masih digunakan sebagai *gold standard* dalam penentuan kadar bilirubin, khususnya pada diagnosis dan pemantauan ikterus. Pemeriksaan bilirubin umumnya menggunakan sampel darah vena sebagai standar utama karena mampu menghasilkan serum atau plasma dengan volume yang cukup dan kualitas yang stabil. Oleh karena itu, serum menjadi sampel yang paling direkomendasikan karena memberikan hasil yang lebih akurat, stabil, dan telah menjadi standar dalam praktik laboratorium klinik (Hulzebos *et al.*, 2024).

Pembuatan serum dapat diperoleh dari spesimen darah yang tidak ditambahkan antikoagulan. Proses pemisahan darah yaitu dibagi menjadi dua bagian menggunakan sentrifuge yang sebelumnya darah telah didiamkan selama  $\pm$  15-30 menit hingga membeku pada suhu ruang dan bertujuan untuk memastikan pemisahan antara bekuan darah dan serum dapat terjadi secara optimal. Kemudian setelah darah membeku dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit maka akan terlihat pada bagian atas yaitu lapisan berwarna kuning jernih lapisan ini disebut sebagai serum. Serum yang memenuhi syarat yaitu tidak mengalami hemolisis, tidak ikterik dan tidak lipemik sehingga apabila dilakukan

pemeriksaan akan menghasilkan hasil yang akurat. Pemisahan yang optimal melalui sentrifugasi sangat penting untuk meminimalkan interferensi yang dapat memengaruhi keakuratan hasil pemeriksaan. Oleh karena itu, tahap inkubasi (pembekuan) dan sentrifugasi merupakan bagian penting dalam fase pra-analitik untuk menjamin kualitas serum yang dihasilkan (Id *et al.*, 2022).

Dalam praktiknya, ditemukan kesalahan pada tahap pra-analitik, yaitu sampel darah hanya didiamkan untuk proses pembekuan selama  $\pm 5$  menit, sedangkan waktu yang dianjurkan adalah 15–30 menit. Selain itu, proses sentrifugasi dilakukan selama 7 menit, tidak sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) yaitu 15 menit pada 3000 rpm. Ketidaksesuaian pada tahap pra-analitik tersebut berpotensi memengaruhi kualitas serum yang dihasilkan, sehingga dapat menyebabkan hasil pemeriksaan bilirubin menjadi tidak akurat.

Sampel yang tidak didiamkan akan menyebabkan proses pembekuan tidak sempurna sehingga masih terdapat fibrin atau mikrobekuan dalam serum. Kondisi ini dapat mengganggu proses pengambilan sampel oleh alat otomatis dan menyebabkan hasil yang tidak akurat. Selain itu, apabila sentrifugasi tidak dilakukan, maka pemisahan antara komponen seluler dan serum tidak terjadi, sehingga sel darah masih bercampur dengan cairan plasma. Hal ini dapat menimbulkan interferensi, seperti pelepasan zat intraseluler atau perubahan absorbansi pada pemeriksaan spektrofotometri, yang pada akhirnya dapat menyebabkan hasil menjadi tinggi palsu atau rendah palsu (Etikah Masitoh, 2025).

Serum yang diperoleh setelah proses sentrifugasi tampak berwarna kuning hingga kuning tua (ikterik), yang menunjukkan adanya peningkatan kadar bilirubin

dalam sampel darah. Kondisi serum ikterik umumnya berkaitan dengan keadaan klinis ikterus, yaitu akumulasi bilirubin dalam sirkulasi darah yang dapat disebabkan oleh gangguan fungsi hati, hemolisis, atau obstruksi saluran empedu. Secara visual, serum ikterik memiliki karakteristik warna kuning jernih hingga kuning kehijauan, tergantung pada konsentrasi bilirubin yang terkandung (Vítek and Tiribelli, 2021).

Pemeriksaan bilirubin umumnya dilakukan dengan mengukur kadar bilirubin dalam darah menggunakan alat *chemistry analyzer*. Penggunaan alat ini memungkinkan proses analisis berlangsung secara cepat, akurat, dan dengan intervensi manual yang minimal. Pada metode ini, sampel berupa serum dimasukkan ke dalam alat, kemudian alat akan melakukan proses analisis secara otomatis berdasarkan prinsip metode yang digunakan (spektrofotometri). Selanjutnya, alat akan mendeteksi dan mengukur absorbansi reaksi yang terjadi. Hasil pemeriksaan kemudian ditampilkan secara otomatis pada layar dan umumnya telah terintegrasi dengan sistem komputer laboratorium, sehingga memudahkan pencatatan, pengolahan data, serta pelaporan hasil pemeriksaan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, sehingga perlu dilakukan kajian teoritis dengan judul **“Pengaruh Kesalahan Tahap Pra-Analitik Terhadap Hasil Pemeriksaan Kadar Bilirubin Pada Serum Ikterik”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah pada studi kasus ini adalah bagaimana pengaruh kesalahan tahap pra-analitik terhadap hasil pemeriksaan kadar bilirubin pada serum ikterik?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan studi kasus ini yaitu untuk Mengidentifikasi pengaruh kesalahan tahap pra analitik terhadap hasil pemeriksaan bilirubin dengan kualitas serum ikterik.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Karya tulis ilmiah ini diharapkan memberikan manfaat kepada mahasiswa Teknologi Laboratorium Medis dan pembaca lainnya mengenai pengaruh hasil pemeriksaan kadar bilirubin pada serum ikterik.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

##### **2.1.1 Tabung Vacutainer**

Tabung merupakan wadah atau tempat penampungan sampel, untuk mempermudah pemeriksaan. Tabung yang digunakan di rumah sakit adalah tabung vakum dengan tutup warna kuning untuk menampung bahan sampel darah. Tabung kuning merupakan tabung vakum yang umumnya mengandung gel separator (serum separator tube/SST) dan aktivator pembekuan (Budi Setiawab, Ulfah Restu Nugrahaeni, 2021). Tabung ini digunakan untuk memperoleh serum sebagai bahan pemeriksaan, termasuk untuk analisis bilirubin. Pada pemeriksaan bilirubin, penggunaan tabung kuning sangat dianjurkan karena:

1. Menghasilkan serum yang jernih dan stabil
2. Gel separator membantu memisahkan serum dari sel darah setelah sentrifugasi
3. Meminimalkan kontaminasi dari sel darah yang dapat memengaruhi hasil



**Gambar 2. 1** Tabung Vacutainer Kuning  
Sumber: (Abdul Azis, Wayu Budi Otomo, 2023)

### 2.1.2 Pengertian Inkubasi

Inkubasi tabung darah adalah proses pendiaman sampel darah setelah pengambilan untuk memungkinkan terjadinya pembekuan secara sempurna sebelum dilakukan sentrifugasi. Proses ini terutama dilakukan pada tabung tanpa antikoagulan (misalnya tabung kuning/SST) untuk memperoleh serum sebagai bahan pemeriksaan. Selama inkubasi, darah akan mengalami proses koagulasi alami yang menghasilkan bekuan (*clot*) dan memisahkan komponen seluler dari cairan (serum). Waktu inkubasi yang dianjurkan umumnya berkisar 15–30 menit pada suhu ruang (20–25°C), tergantung jenis tabung dan kondisi sampel. Proses ini penting untuk memastikan serum yang dihasilkan bebas dari fibrin yang dapat mengganggu hasil pemeriksaan laboratorium (Jo *et al.*, 2021).

### 2.1.3 Pengertian Sentrifuge

Sentrifugasi merupakan metode pemisahan yang digunakan untuk mempercepat proses sedimentasi dengan memanfaatkan gaya sentrifugal akibat putaran. Dalam proses ini, partikel dipisahkan dari fluida berdasarkan perbedaan massa jenis, ukuran, dan bentuknya. Sentrifugasi dapat diterapkan pada campuran padat-cair maupun dua fase cair, dimana pemisahan akan lebih mudah terjadi jika perbedaan densitas antar komponen semakin. Semakin besar perbedaan densitas, maka energi dan waktu yang dibutuhkan untuk pemisahan semakin kecil. Proses ini dilakukan menggunakan alat yang disebut sentrifus, yang bekerja dengan memutar sampel pada kecepatan tinggi sehingga partikel yang lebih berat mengendap lebih cepat. Waktu sentrifugasi sangat bergantung pada jenis pemeriksaan dan sampel

yang diuji. Secara umum, waktu yang dibutuhkan adalah 10 hingga 15 menit dengan kecepatan putaran 3000 rpm (Engelina *et al.*, 2025)

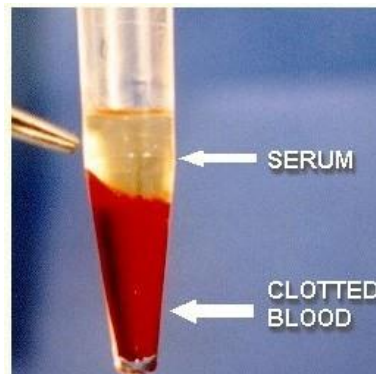


**Gambar 2. 2** Sentrifuge  
Sumber: (Mardiana, 2017)

#### 2.1.4 Pengertian Serum

Serum adalah bagian cair darah yang tidak mengandung sel-sel darah dan faktor-faktor pembekuan darah. Protein-protein koagulasi lainnya dan protein yang tidak terkait dengan hemostasis, tetap berada dalam serum dengan kadar serupa dalam plasma. Apabila proses koagulasi berlangsung secara abnormal, serum mungkin mengandung sisa fibrinogen dan produk pemecahan fibrinogen atau protrombin yang belum di konevensi. Serum diperoleh dari spesimen darah yang tidak ditambahkan antikoagulan dengan cara memisahkan darah menjadi dua bagian dengan menggunakan sentrifuge, setelah darah didiamkan hingga membeku kurang lebih 15 menit (Faiza Munabari, 2024). Setelah disentrifugasi akan tampak gumpalan darah yang bentuknya tidak beraturan dan bila penggumpalan berlangsung sempurna, gumpalan darah tersebut akan terlepas atau dengan mudah dapat dilepaskan dari dinding tabung. Selain itu akan tampak pula bagian cair dari darah. Bagian ini, karena sudah terpisah dari gumpalan darah maka tidak lagi

berwarna merah keruh akan tetapi berwarna kuning jernih. Gumpalan darah tersebut terdiri atas seluruh unsur figuratif darah yang telah mengalami proses penggumpalan atau koagulasi spontan, sehingga terpisah dari unsur larutan yang berwarna kuning jernih (Sadikin, 2014).



**Gambar 2. 3** Serum Darah  
Sumber:(Ishler *et al* 2024)

#### 2.1.5 Macam-macam Serum

##### 1. Serum Normal

Serum normal adalah serum yang tidak mengalami gangguan hemolisis, ikterik maupun lipemik. Serum normal merupakan serum yang memiliki warna kuning jernih sehingga saat dilakukan pemeriksaan didapatkan hasil yang akurat dan memenuhi standar pemeriksaan.

##### 2. Serum Hemolisis

Hemolisis merupakan suatu keadaan yang ditandai dengan pecahnya membran eritrosit yang dapat menyebabkan hemoglobin bebas dan membuat warna medium menjadi merah. Serum yang mengalami hemolisis akan membuat hasil pemeriksaan tidak akurat. Secara visual, serum yang hemolisis akan terlihat berwarna merah yang terdapat pada serum atau

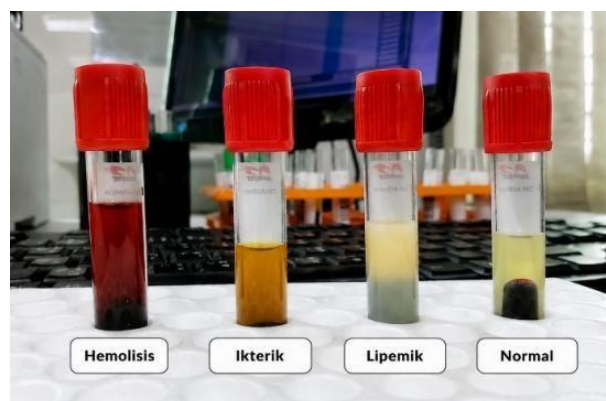
plasma. Sampel dapat dikatakan hemolisis apabila kadar hemoglobin bebas pada plasma melebihi 20 mg/dL.

### 3. Serum Ikterik

Serum ikterik merupakan serum yang disebabkan oleh peningkatan konsentrasi bilirubin. Pada serum yang mengalami ikterik secara visual akan berwarna kuning kecoklatan. Kondisi ini umumnya berkaitan dengan gangguan metabolisme bilirubin, seperti pada ikterus, baik yang bersifat fisiologis maupun patologis, terutama pada neonatus.

### 4. Serum Lipemik

Serum lipemik merupakan serum yang mengandung partikel lipoprotein yang berlebih dalam darah. Secara visual serum lipemik akan terlihat berwarna keruh seperti putih susu.



**Gambar 2. 4** Macam-macam Serum  
Sumber:(Afifa, 2022)

#### 2.1.6 Alat *Chemistry Analyzer*

*Chemistry analyzer* adalah alat laboratorium klinik yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan kimia pada sampel biologis, seperti serum, plasma, atau urin, secara otomatis atau semi-otomatis dengan prinsip analisis tertentu (misalnya

spektrofotometri) untuk mengukur kadar zat kimia dalam tubuh. *Chemistry analyzer* merupakan instrumen yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan presisi dalam pemeriksaan laboratorium dengan cara mengotomatisasi proses seperti pencampuran reagen, inkubasi, hingga pembacaan hasil. Alat ini banyak digunakan untuk pemeriksaan parameter seperti glukosa, kolesterol, enzim hati, dan bilirubin.



**Gambar 2. 5** Alat Chemistry Analyzer  
Sumber:(Abdul Azis, Wayu Budi Utomo, 2024)

#### 2.1.7 Metode Pemeriksaan Bilirubin

Metode spektrofotometri pada pemeriksaan bilirubin umumnya menggunakan reaksi diazo, seperti metode Jendrassik-Grof dan Malloy-Evelyn, di mana bilirubin bereaksi dengan diazotized sulfanilic acid membentuk senyawa azobilirubin berwarna. Bilirubin direk dapat bereaksi langsung, sedangkan bilirubin indirek memerlukan akselerator agar dapat bereaksi. Intensitas warna yang terbentuk diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang sekitar 540–578 nm, di mana nilai absorbansi sebanding dengan kadar bilirubin dalam

sampel. Metode Jendrassik-Grof banyak digunakan karena memiliki akurasi dan stabilitas yang tinggi serta minim interferensi.

#### 2.1.8 Pengertian Bilirubin

Bilirubin adalah pigmen kuning yang ada di dalam darah, urine, dan tinja manusia. Pigmen ini berasal dari sel darah merah yang sudah mati dan pecah. Terkadang kadar bilirubin melebihi ambang batas normal sehingga menimbulkan berbagai gejala dan tanda-tanda yang bisa kita amati, yaitu menguningnya kulit dan bagian putih mata. Kondisi ini disebut penyakit kuning atau jaundice.

Bilirubin dibentuk dalam tubuh ketika sel-sel darah merah (eritrosit) yang sudah tua terurai. Pemecahan sel darah merah yang tua adalah proses normal setelah berusia 120 hari, meskipun ada beberapa yang karena penyakit dimana sel darah merah pecah sebelum waktunya. Bilirubin yang dihasilkan dari pemecahan eritrosit kemudian menuju hati melalui aliran darah. Dalam hati, bilirubin diproses lalu diekskresikan ke dalam saluran empedu dan disimpan di kantong empedu. Akhirnya, bilirubin dalam cairan empedu dilepaskan ke usus kecil untuk membantu mencerna lemak dan akhirnya diekskresikan pada tinja sehingga tinja atau feses kita berwarna kekuningan (Gupta, 2023)

#### 2.1.9 Macam-macam Bilirubin

##### 1. Bilirubin Indirek (*Unconjugated Bilirubin*)

Bilirubin indirek adalah bilirubin yang belum mengalami proses konjugasi di hati. Bilirubin ini bersifat tidak larut dalam air (lipofilik) dan diangkut dalam darah dengan berikatan dengan albumin. Peningkatan

bilirubin indirek biasanya terjadi pada kondisi hemolisis atau gangguan konjugasi di hati, seperti pada ikterus neonatorum dan sindrom (Singh et al., 2023; Kumbhar et al., 2024)

## 2. Bilirubin Direk (*Conjugated Bilirubin*)

Bilirubin direk adalah bilirubin yang telah mengalami konjugasi dengan asam glukuronat di hati oleh enzim UDP-glukuronil transferase. Bilirubin ini bersifat larut dalam air (*hidrofilik*) sehingga dapat diekskresikan melalui empedu ke usus. Peningkatan bilirubin direk biasanya terjadi pada gangguan ekskresi empedu, seperti kolestasis atau obstruksi saluran empedu.

## 3. Bilirubin Total

Bilirubin total adalah jumlah keseluruhan bilirubin dalam darah yang terdiri dari bilirubin indirek dan bilirubin direk. Pemeriksaan ini digunakan sebagai parameter awal untuk menilai adanya gangguan metabolisme bilirubin. Nilai bilirubin total sering digunakan dalam diagnosis ikterus dan pemantauan fungsi hati (WHO, 2023).

### 2.1.10 Bahan Pemeriksaan Bilirubin

#### 1. Pembuluh darah kapiler

Kapiler merupakan pembuluh darah yang sangat halus dan berukuran kecil sehingga sering disebut sebagai pembuluh rambut. Pembuluh ini tersebar di sekitar sel-sel jaringan karena memiliki hubungan langsung dengan sel-sel tubuh. Kapiler berfungsi sebagai lokasi utama terjadinya pertukaran zat dan

isinya merupakan campuran dari darah arteri, darah vena, cairan intertisiel serta cairan intaseluler (Pstras, Waniewski and Lindholm, 2020).

Pengambilan darah kapiler dilakukan dengan metode *finger stick* atau penusukan kulit menggunakan lanset steril pada ujung jari. Penusukan dilakukan tegak lurus terhadap garis sidik jari untuk memperoleh aliran darah yang optimal. Lokasi yang digunakan umumnya jari ketiga atau keempat, dengan kedalaman penusukan disesuaikan agar tidak terlalu dalam dan mencegah cedera jaringan. Sebelum penusukan, jari dibersihkan dan dapat dipijat ringan untuk meningkatkan aliran darah, namun tidak dianjurkan penekanan berlebihan karena dapat memengaruhi kualitas sampel.

## 2. Pembuluh darah vena

Vena merupakan pembuluh darah yang bertugas membawa darah yang telah kehilangan oksigen (terdeoksigenasi) kembali ke jantung. Setelah melalui mikrosirkulasi, darah terdeoksigenasi beserta sisa metabolisme dikumpulkan dalam venula yang merupakan pembuluh darah kecil yang bercabang dari vena. Venula menyalurkan darah menuju vena yang lebih besar. Tekanan dalam sistem vena lebih rendah dibandingkan dengan sistem arteri. Pergerakan darah dalam vena terutama didorong oleh kontraksi otot tubuh (Pstras, Waniewski and Lindholm, 2020).

Pembuluh darah vena adalah pembuluh darah yang mengangkut darah dengan kadar oksigen rendah kecuali untuk vena pulmonalis yang justru mengembalikan darah kaya oksigen dari paru-paru ke jantung. Fungsi vena berlawanan dengan arteri, yaitu mengembalikan darah ke jantung. Di sepanjang

pembuluh darah vena terdapat katup yang berperan untuk mencegah aliran darah kembali ke sel atau jaringan (Khasanah, 2016).

#### 2.1.11 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Hasil

##### 1. Paparan cahaya (fotodegradasi)

Bilirubin sangat sensitif terhadap cahaya. Paparan sinar (terutama sinar matahari atau lampu) dapat mengubah bilirubin menjadi bentuk lain (fotoisomer) sehingga kadarnya menurun saat diperiksa.

##### 2. Penundaan pemeriksaan / penyimpanan tidak tepat

Jika sampel tidak segera diperiksa atau tidak disimpan dengan benar, kadar bilirubin dapat menurun seiring waktu, terutama jika tidak disimpan dalam kondisi gelap atau suhu yang sesuai.

##### 3. Hemolisis

Pecahnya sel darah merah dapat mengganggu metode spektrofotometri sehingga hasil bilirubin bisa terbaca lebih rendah dari sebenarnya.

##### 4. Lipemia berat

Kadar lemak tinggi dalam darah dapat menyebabkan gangguan pembacaan absorbansi pada alat (terutama metode spektrofotometri), sehingga hasil bisa tidak akurat, termasuk rendah palsu.

##### 5. Kesalahan tahap pra-analitik

Beberapa kesalahan yang sering terjadi:

- 1) Sampel tidak dibiarkan membeku sempurna (pada serum)
- 2) Sentrifugasi tidak adekuat
- 3) Volume sampel tidak cukup

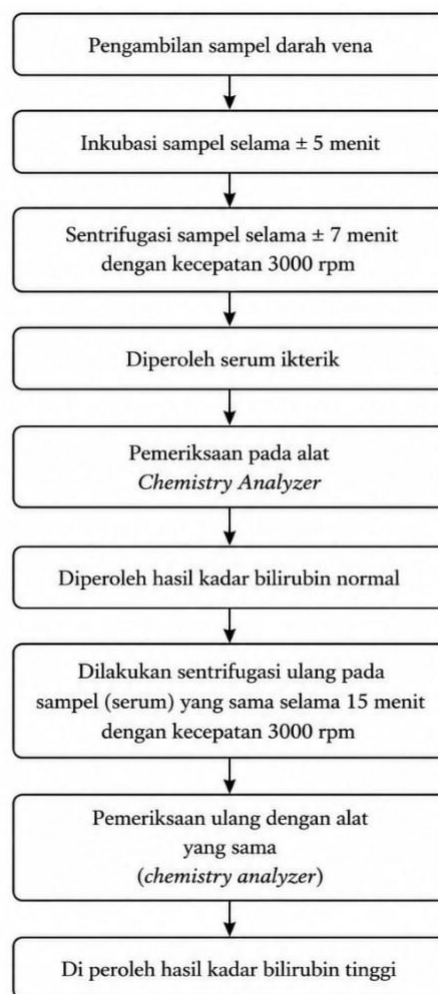
## 6. Penggunaan antikoagulan yang tidak sesuai

Penggunaan antikoagulan seperti EDTA atau sitrat dapat mengganggu reaksi kimia dalam pemeriksaan bilirubin.

## 7. Interferensi zat kimia/obat

Beberapa zat atau obat tertentu dapat memengaruhi reaksi pemeriksaan bilirubin sehingga hasil menjadi lebih rendah dari nilai sebenarnya.

## 2.2 Kerangka Penelitian



**Gambar 2. 6** Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian

## **BAB III**

### **METODE STUDI KASUS**

#### **3.1 Rancangan Studi Kasus**

Studi kasus ini mendeskripsikan tentang kasus di bidang kimia klinik mengenai adanya hasil yang tidak sesuai pada pemeriksaan bilirubin pada serum ikterik.

#### **3.2 Objek Studi Kasus**

Objek studi kasus yang digunakan adalah sampel darah vena yang telah di sentrifugasi dan menghasilkan serum.

#### **3.3 Fokus Studi Kasus**

Fokus studi kasus pada penelitian ini adalah perubahan hasil pemeriksaan kadar bilirubin pada pasien bayi, di mana sampel darah yang telah di inkubasi selama  $\pm 5$  menit kemudian dilakukan sentrifugasi selama  $\pm 7$  menit dengan kecepatan 3000 rpm sehingga menghasilkan serum ikterik. Pemeriksaan ini dilakukan pada alat *chemistry analyzer* dengan hasil awal menunjukkan bilirubin normal. Untuk memastikan keakuratan hasil, petugas kemudian melakukan sentrifugasi ulang selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm dengan sampel dan alat yang sama. Setelah dilakukan pemeriksaan ulang diperoleh hasil bilirubin tinggi. Perbedaan pada kedua hasil tersebut dapat di sebabkan proses inkubasi (pembekuan) yang tidak optimal dan kurangnya waktu sentrifugasi, sehingga dapat memengaruhi hasil analisis. Oleh karena itu, dilakukan pengolahan dan

pemeriksaan ulang menggunakan alat dan sampel yang sama untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.

### **3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus**

Data pada studi kasus ini diketahui dengan adanya nilai hasil pemeriksaan bilirubin yang rendah akibat dari kondisi sampel yang tidak baik.

#### **3.4.1 Pra Analitik**

- 1) Mengidentifikasi identitas pasien (nama, tanggal lahir, jenis kelamin, dan nomor rekam medis)
- 2) Melakukan persiapan pada pasien
- 3) Mempersiapkan alat dan bahan
- 4) Pengambilan spesimen pada darah vena
- 5) Penanganan spesimen dengan memindahkan darah pada spuit ke dalam tabung vacutainer (Tabung kuning)
- 6) Pengiriman spesimen ke dalam ruang laboratorium
- 7) Melakukan penyiapan dan pengolahan spesimen, yaitu inkubasi atau pembekuan sampel selama  $\pm 5$  menit dan sentrifugasi dengan waktu  $\pm 7$  menit pada kecepatan 3000 rpm.

#### **3.4.2 Analitik**

- 1) Melakukan pemeriksaan spesimen dengan metode dan prosedur pada alat *Chemistry Analyzer*
- 2) Memasukkan sampel serum ke dalam alat sesuai prosedur kerja
- 3) Alat secara otomatis akan mencampurkan sampel dengan reagen dan melakukan pengukuran menggunakan metode spektrofotometri

- 4) Hasil pemeriksaan akan terbaca dan ditampilkan secara otomatis oleh sistem alat

#### 3.4.3 Pasca Analitik

- 1) Melakukan pengecekan hasil setelah proses pemeriksaan selesai untuk memastikan bahwa data yang diperoleh tidak mengalami kesalahan pencatatan maupun kesalahan teknis selama proses analisis
- 2) Evaluasi hasil dengan membandingkan hasil pemeriksaan terhadap nilai rujukan serta mempertimbangkan kondisi klinis pasien
- 3) Validasi hasil yang dilakukan oleh petugas atau penanggung jawab laboratorium
- 4) Mencatat hasil pada aplikasi *LIS (Laboratory Information System)*

### 3.5 Etik Studi Kasus

Penelitian studi kasus ini dilakukan dengan 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 menjaga kerahasiaan identitas pasien serta meminta izin kepada pihak terkait sesuai dengan etika yang berlaku.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Pada tanggal 26 Januari 2026 pukul 13.45 WIB, pasien berinisial By FAZ melakukan pemeriksaan bilirubin di Laboratorium X menggunakan sampel darah vena. Sampel darah yang telah diambil dan dimasukkan ke dalam tabung vacutainer kuning kemudian didiamkan selama  $\pm 5$  menit dan disentrifugasi selama  $\pm 7$  menit dengan kecepatan 3000 rpm. Hasil yang diperoleh menunjukkan serum ikterik. Selanjutnya, sampel diperiksa menggunakan alat *chemistry analyzer* dan diperoleh hasil dalam batas normal. Oleh karena itu, dilakukan pemeriksaan ulang dengan prosedur yang sesuai, yaitu sentrifugasi selama  $\pm 15$  menit pada kecepatan 3000 rpm. Hasil pemeriksaan ulang menunjukkan kadar bilirubin yang lebih tinggi dibandingkan hasil sebelumnya. Hasil pemeriksaan tersebut diuraikan pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Hasil Pemeriksaan Bilirubin

| Prosedur Pemeriksaan                                  | Parameter Pemeriksaan | Hasil       | Nilai Rujukan | Keterangan |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|---------------|------------|
| <b>Sentrifugasi <math>\pm 7</math> menit 3000 rpm</b> | Bilirubin Direct      | 0,25 mg/dL  | <0,4 mg/dL    | normal     |
|                                                       | Bilirubin Total       | 2,48 mg/dL  | <12 mg/dL     | normal     |
|                                                       |                       |             |               |            |
| <b>Sentrifugasi 15 menit 3000 rpm</b>                 | Bilirubin Direct      | 0,67 mg/dL  | <0,4 mg/dL    | tinggi     |
|                                                       | Bilirubin Total       | 16,33 mg/dL | <12 mg/dL     | tinggi     |
|                                                       |                       |             |               |            |

Berdasarkan tabel, hasil pemeriksaan bilirubin dengan waktu Sentrifugasi  $\pm 7$  menit dengan kecepatan 3000 rpm menunjukkan nilai normal, meskipun kondisi serum tampak ikterik. Setelah dilakukan sentrifugasi ulang sesuai prosedur yaitu dengan waktu 15 menit kecepatan 3000 rpm diperoleh peningkatan kadar bilirubin yang lebih tinggi sehingga hasil pemeriksaan menjadi sesuai dengan kualitas serum yang ikterik dan kondisi klinis pasien.

#### **4.2 Pembahasan**

Pada kasus ini terdapat ketidaksesuaian antara hasil pemeriksaan bilirubin dengan kualitas sampel berupa serum yang ikterik. Pasien merupakan bayi berusia 8 hari dengan kondisi klinis ikterus yang ditandai dengan warna kuning pada kulit, sklera, dan mukosa. Sesuai dengan ciri-ciri klinis pasien, pemeriksaan bilirubin menjadi salah satu parameter penting untuk menilai kesesuaian antara hasil laboratorium dan kondisi klinis pasien. Sampel yang digunakan dari darah vena yang kemudian dilakukan pembekuan dan sentrifugasi sehingga menghasilkan serum yang ikterik. Hasil pemeriksaan menunjukkan bilirubin total 2,48 mg/dL dan bilirubin direk 0,25 mg/dL yang masih berada dalam batas normal. Namun, hasil tersebut tidak sesuai dengan kualitas serum yang tampak ikterik. Sampel yang tampak ikterik umumnya menunjukkan adanya peningkatan kadar bilirubin dalam darah (hiperbilirubinemia). Semakin tinggi kadar bilirubin, maka warna serum akan tampak semakin kuning hingga kuning kecoklatan. Oleh karena itu, serum ikterik biasanya berhubungan dengan kadar bilirubin yang meningkat, terutama pada pasien dengan gangguan hati, maupun ikterus neonatorum (Purnamiati, Ganesha and Neonatus, 2019).

Penelitian oleh Kartono Wijoyo (2025) mengenai hiperbilirubinemia kondisi di mana jumlah bilirubin dalam darah meningkat, menyebabkan serum berwarna kuning coklat yang dikenal sebagai sampel ikterik. Serum yang dihasilkan tampak ikterik merupakan kondisi di mana serum berwarna kuning hingga kuning pekat akibat tingginya kadar bilirubin dalam darah. Keadaan ini umumnya mencerminkan adanya peningkatan bilirubin, baik bilirubin indirek maupun direk, yang dapat terjadi pada berbagai kondisi seperti gangguan fungsi hati, hemolisis, atau obstruksi saluran empedu. Namun, pada pemeriksaan ulang diperoleh peningkatan signifikan, yaitu bilirubin total 16,33 mg/dL dan bilirubin direct 0,67 mg/dL, yang mengindikasikan adanya hiperbilirubinemia. Perbedaan hasil tersebut diduga disebabkan oleh proses sentrifugasi awal yang belum optimal sehingga pemisahan serum dan komponen sel darah tidak berlangsung sempurna.

Setelah dilakukan penelusuran terhadap seluruh alur pemeriksaan, mulai dari tahap pengambilan sampel hingga pembacaan hasil, ditemukan adanya kesalahan pada tahap pra-analitik. Kesalahan tersebut terjadi pada proses pengolahan sampel, yaitu waktu pembekuan yang seharusnya dilakukan selama  $\pm 15\text{--}30$  menit, namun pada praktiknya hanya dilakukan selama  $\pm 5$  menit. Selain itu, proses sentrifugasi yang seharusnya berlangsung selama 15 menit hanya dilakukan selama  $\pm 7$  menit. Ketidaksesuaian prosedur ini berpotensi memengaruhi kualitas serum yang dihasilkan serta dapat menyebabkan hasil pemeriksaan menjadi tidak akurat.

Tahap pembekuan dan sentrifugasi merupakan bagian penting dalam fase pra-analitik pada pemeriksaan bilirubin, karena sangat menentukan kualitas sampel yang akan dianalisis. Pada pemeriksaan yang menggunakan serum, darah yang

telah ditampung dalam tabung tanpa antikoagulan perlu didiamkan terlebih dahulu agar terjadi proses pembekuan secara sempurna. Proses koagulasi ini umumnya berlangsung selama  $\pm 15\text{--}30$  menit pada suhu ruang. Pembekuan yang adekuat memungkinkan terbentuknya bekuan darah yang stabil sehingga serum dapat terpisah dengan baik dari komponen seluler. Sebaliknya, waktu pembekuan yang terlalu singkat dapat menyebabkan terbentuknya fibrin atau sisa sel dalam serum, yang berpotensi mengganggu proses pemeriksaan, baik secara mekanik maupun analitik (Elmaria *et al.*, 2023)

Setelah proses pembekuan selesai, tahap selanjutnya adalah sentrifugasi yang bertujuan untuk memisahkan serum dari sel darah. Sentrifugasi biasanya dilakukan pada kecepatan dan waktu tertentu sesuai standar operasional laboratorium, misalnya sekitar 3000 rpm selama 5–10 menit. Proses sentrifugasi yang optimal akan menghasilkan serum yang jernih dan bebas dari sisa sel. Namun, apabila sentrifugasi tidak dilakukan secara adekuat, baik karena waktu yang terlalu singkat atau kecepatan yang tidak sesuai, maka pemisahan tidak berlangsung sempurna. Sentrifugasi merupakan tahap penting dalam proses pra-analitik karena berfungsi memisahkan serum dari sel darah secara sempurna. Apabila waktu sentrifugasi terlalu singkat, maka pemisahan serum dan komponen seluler tidak berlangsung optimal sehingga masih terdapat fibrin, trombosit, eritrosit, maupun partikel sel lain di dalam serum. Serum yang belum benar-benar jernih tersebut dapat memengaruhi proses pembacaan pada alat chemistry analyzer dan menyebabkan hasil bilirubin menjadi rendah palsu (*false low*) (Minder *et al.*, 2011). Keberadaan fibrin dan sisa sel darah dapat mengganggu proses absorbansi cahaya pada metode

spektrofotometri sehingga konsentrasi bilirubin yang terbaca menjadi lebih rendah dibandingkan kadar sebenarnya. Selain itu, serum yang masih mengandung partikel seluler dapat menyebabkan interferensi analitik dan menghambat homogenitas sampel saat pemeriksaan berlangsung (Merrill, Mainali and Krasowski, 2022).

Penelitian Miler dkk. (2019) menyatakan bahwa sentrifugasi dengan waktu yang lebih singkat menyebabkan lebih banyak terbentuknya sisa fibrin pada serum dibandingkan sentrifugasi standar. Kondisi tersebut dapat menyebabkan aspiration error dan memengaruhi kualitas hasil pemeriksaan laboratorium. Møller dkk. (2017) juga menjelaskan bahwa sentrifugasi merupakan tahap pra-analitik penting untuk memisahkan serum dari sel darah, dan perubahan waktu maupun kecepatan sentrifugasi dapat memengaruhi kualitas analitik pemeriksaan kimia klinik (Kristensen and Mu, 2017). Pada serum yang ikterik, warna kuning disebabkan oleh tingginya konsentrasi bilirubin yang telah terlarut dalam serum. Karena bilirubin berada di dalam fase serum, proses sentrifugasi tidak akan menghilangkan atau menurunkan kadar bilirubin tersebut. Oleh karena itu, serum akan tetap tampak ikterik meskipun telah disentrifugasi berulang kali. Namun, sentrifugasi yang optimal dapat memperbaiki kualitas serum dengan menghilangkan sisa fibrin dan partikel seluler yang dapat mengganggu pembacaan alat.

Pada pemeriksaan bilirubin dengan metode spektrofotometri, alat membaca absorbansi cahaya pada panjang gelombang tertentu. Adanya fibrin dan sisa sel darah dalam serum dapat menyebabkan hambatan atau gangguan pembacaan absorbansi sehingga konsentrasi bilirubin yang terbaca menjadi lebih rendah dibandingkan kadar sebenarnya. Selain itu, bilirubin yang masih terikat pada

komponen seluler dapat ikut mengendap atau tidak terukur secara optimal dalam serum yang dianalisis (Cano-corres, Sole-enrech and Aparicio-calvente, 2023). Keberadaan sisa komponen seluler juga dapat memengaruhi homogenitas sampel sehingga reaksi antara bilirubin dan reagen pemeriksaan tidak berlangsung sempurna. Bilirubin yang masih terikat pada komponen sel darah dapat ikut mengendap bersama partikel seluler atau tidak terukur secara optimal dalam serum yang dianalisis. Akibatnya, hasil pemeriksaan tidak sesuai dengan kondisi serum yang tampak ikterik. Mainali, Merrill, dan Krasowski (2021) menjelaskan bahwa serum ikterik dapat menyebabkan interferensi pada pemeriksaan kimia klinik melalui dua mekanisme utama, yaitu interferensi spektral akibat absorbansi bilirubin pada panjang gelombang tertentu dan reaksi kimia bilirubin dengan reagen pemeriksaan. Interferensi tersebut dapat menyebabkan hasil pemeriksaan menjadi bias atau lebih rendah dari kondisi sebenarnya (Merrill, Mainali and Krasowski, 2022).

Wang dkk. (2022) juga menyatakan bahwa pemeriksaan bilirubin serum dengan metode spektrofotometri sangat bergantung pada kemampuan alat membaca transmisi dan absorbansi cahaya. Adanya gangguan pada kejernihan serum dapat memengaruhi akurasi pembacaan bilirubin. Pemeriksaan bilirubin pada alat chemistry analyzer umumnya menggunakan metode diazo yang diukur secara spektrofotometri pada panjang gelombang sekitar 540–600 nm. Bilirubin juga memiliki puncak absorbansi intrinsik pada sekitar 450 nm, sehingga kadar bilirubin yang tinggi dapat menyebabkan interferensi pada beberapa pemeriksaan kimia klinik yang menggunakan rentang panjang gelombang 400–500 nm. Menurut Lippi

dkk. (2017), kesalahan pada tahap pra-analitik merupakan penyebab utama ketidakakuratan hasil laboratorium, terutama akibat pengolahan spesimen yang tidak sesuai prosedur seperti sentrifugasi yang tidak optimal. Kesalahan tersebut dapat menyebabkan interferensi pada pemeriksaan kimia klinik dan menghasilkan nilai yang bias (Lippi *et al.*, 2018). Penelitian terbaru oleh Castillo-Castañeda dkk. (2024) juga menjelaskan bahwa bilirubin sangat dipengaruhi oleh stabilitas sampel dan proses pengolahan serum. Penanganan spesimen yang tidak optimal dapat menyebabkan hasil pengukuran bilirubin tidak mencerminkan kondisi sebenarnya (Aldecoa *et al.*, 2022).

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, mengenai ketidaksesuaian hasil pemeriksaan kadar bilirubin pada serum ikterik, dapat disimpulkan bahwa kesalahan pada tahap pra-analitik sangat memengaruhi hasil pemeriksaan bilirubin. Kesalahan tersebut terjadi pada proses pembekuan (inkubasi) sampel yang hanya dilakukan selama  $\pm 5$  menit serta proses sentrifugasi yang dilakukan selama  $\pm 7$  menit, tidak sesuai dengan standar operasional prosedur laboratorium mengakibatkan adanya fibrin dan pemisahan serum dengan sel darah merah kurang optimal, sehingga terjadinya peyumbatan pada probe (*chemistry analyzer*) dan menyebabkan hasil pemeriksaan tidak akurat (rendah palsu).

#### **5.2 Saran**

Bagi petugas laboratorium, diharapkan lebih memperhatikan seluruh tahapan pra-analitik terutama pada proses pembekuan (inkubasi) dan sentrifugasi sampel sesuai standar operasional prosedur agar diperoleh serum yang berkualitas baik dan hasil pemeriksaan bilirubin yang akurat. Laboratorium juga diharapkan melakukan evaluasi berkala terhadap prosedur pemeriksaan guna meminimalkan kesalahan pra-analitik yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldecoa, C. *et al.* (2022) "Role of albumin in the preservation of endothelial glycocalyx integrity and the microcirculation: A review," *Annals of Intensive Care*, 12(1), pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13613-022-00984-9>.
- Budi Setiawab, Ulfah Restu Nugrahaeni, M.R. (2021) "Vacutainer Serum Separator Sebagai Alternatif Penampung Darah Pada Pemeriksaan Kadar Ureum," 1(4).
- Cano-corres, R., Sole-enrech, G. and Aparicio-calvente, M.I. (2023) "Original articles Definition of icteric interference index for six biochemical analytes," 33(2), pp. 1–8.
- Elmaria, D.S. *et al.* (2023) "Pengaruh Waktu Inkubasi Campuran Sampel Dan Reagen Kerja Terhadap Kadar Bilirubin Total Metode Jendrassik-Grof," 2(31), pp. 81–83.
- Etikah Masitoh, F.A. (2025) "Variasi Waktu Pembuatan Serum Terhadap kadar HDL Kolesterol," 8(1), pp. 26–32.
- Faiza Munabari, Ar.S. (2024) "Perbedaan Hasil Pemeriksaan Total Protein Menggunakan Sampel Serum dan Plasma EDTA," 3(2), pp. 89–96.
- Gupta, P.K. (2023) "Bilirubin metabolism & pathophysiology of neonatal jaundice," 9(3), pp. 83–86.
- Hulzebos, C. V. *et al.* (2024) "Bilirubin measurements in neonates: Uniform neonatal treatment can only be achieved by improved standardization," *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 62(10), pp. 1892–1903. Available at: <https://doi.org/10.1515/cclm-2024-0620>.
- Id, G.T. *et al.* (2022) "The incidence rate and influence factors of hemolysis , lipemia , icterus in fasting serum biochemistry specimens," 303, pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262748>.
- Jo, S.J. *et al.* (2021) "Evaluation of the quick-clotting serum separator tube , VQ-Tube TM , for clinical chemistry and thyroid hormone assays," 58(5). Available at: <https://doi.org/10.1177/00045632211018245>.
- Kristensen, H.T. and Mu, A.B. (2017) "Evaluation of a reduced centrifugation time and higher centrifugal force on various general chemistry and immunochemistry analytes in plasma and serum," 54(5), pp. 593–600. Available at: <https://doi.org/10.1177/0004563216674030>.
- Lippi, G. *et al.* (2018) "Practical recommendations for managing hemolyzed samples in clinical chemistry testing," 56(5), pp. 718–727.

- Mardiana, I.G.R. (2017) "Buku Pengantar Laboratorium Medis."
- Merrill, A.E., Mainali, S. and Krasowski, M.D. (2022) "Data on the frequency and causes of icteric interference in clinical chemistry laboratory tests," *Data in Brief*, 40, p. 107771. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107771>.
- Minder, E.I. *et al.* (2011) "Effects of different centrifugation conditions on clinical chemistry and Immunology test results Effects of different centrifugation conditions on clinical chemistry and Immunology test results," 6(May).
- Pstras, L., Waniewski, J. and Lindholm, B. (2020) "Transcapillary transport of water , small solutes and proteins during hemodialysis," *Scientific Reports*, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75687-1>.
- Purnamiati, N.P., Ganesha, U.P. and Neonatus, I. (2019) "Analisis Kadar Bilirubin Serum Bayi," 1(2), pp. 26–30.
- Vacutainer SST II Advance Blood Collection Tube* (2023).
- Vítek, L. and Tiribelli, C. (2021) "Expert Opinion Bilirubin : The yellow hormone ?," *Journal of Hepatology*, 75(6), pp. 1485–1490. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2021.06.010>.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1: Dokumentasi Sampel



Sampel Serum

### Lampiran 2: Dokumentasi Alat Pemeriksaan

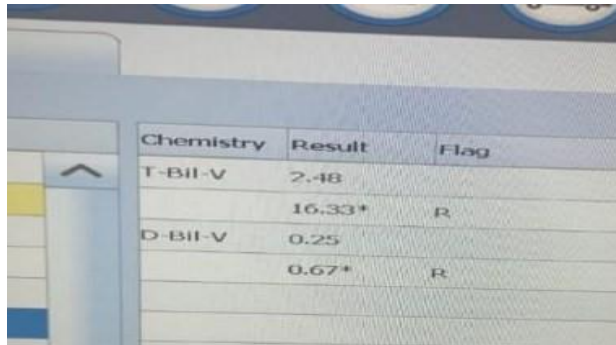


sentrifuge



Chemistry Analyzer  
(Mindray BS240)

### Lampiran 3: Dokumentasi Hasil Pemeriksaan



| Chemistry | Result | Flag |
|-----------|--------|------|
| T-Bil-V   | 2.48   |      |
|           | 16.33* | R    |
| D-Bil-V   | 0.25   |      |
|           | 0.67*  | R    |

Dokumentasi hasil pada komputer

| LABORATORIUM     |       |
|------------------|-------|
| NAMA PEMERIKSAAN | HASIL |
| Bilirubin Total  | 2,48  |
| Bilirubin Direk  | 0,25  |

Tanggal Sampling : 26 Jan 2026 00:25:00

| LABORATORIUM     |       |
|------------------|-------|
| NAMA PEMERIKSAAN | HASIL |
| Bilirubin Total  | 16.33 |
| Bilirubin Direk  | 0.67  |

Tanggal Sampling : 26 Jan 2026 00:25:00

Dokumentasi hasil pada LIS

**Lampiran 4: Dokumentasi Lembar Bimbingan**

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

Nama : Alya Assifa Salsabila  
NIM : KHGE23026  
Pemimbing : Gina Nafsa Mutmaina, S.ST., M.Pd  
Judul Penelitian : Pengaruh Kesalahan Tahap Pra-Analitik Terhadap Hasil Pemeriksaan Kadar Bilirubin pada Serum Ikterik

| No | Tanggal    | Materi Bimbingan                  | Tanda Tangan Pembimbing                                                               |
|----|------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 06-04-2026 | Pengajuan judul                   |   |
| 2  | 07-04-2026 | Pengajuan Bab I                   |  |
| 3  | 17-04-2026 | Revisi Bab I dan pengajuan Bab II |  |
| 4  | 20-04-2026 | Revisi Bab II                     |  |
| 5  | 28-04-2026 | Pengajuan Bab III                 |  |
| 6  | 01-05-2026 | Revisi Bab III                    |  |
| 7  | 04-05-2026 | Pengajuan Bab IV                  |  |
| 8  | 07-05-2026 | Revisi Bab IV                     |  |
| 9  | 12-05-2026 | Pengajuan Bab V                   |  |
| 10 | 15-05-2026 | Pengajuan abstrak                 |  |
| 11 | 20-05-2026 | Pengajuan power point             |  |
| 12 | 21-06-2026 | Revisi                            |  |

Ketua Program Studi  
D3 Teknologi Laboratorium Medis

  
**Gina Nafsa Mutmaina, S.ST., M.Pd**  
**NIK: 043298.1013.118**



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Alya Assifa Salsabila lahir di Kota Garut pada tanggal 16 Juni 2005. Menempuh pendidikan PAUD CITRA 13 (2008-2009), TK Al-Manar (2009-2011), SDSN 066 Halimun Bandung (2011-2017), SMP Negeri 1 Samarang (2017-2020), serta SMA Negeri 17 Garut jurusan IPA (2020-2023).

Di tahun 2023 melanjutkan pendidikan program studi DIII Teknologi Laboratorium Medis (TLM) di Institut Kesehatan Karsa Husada Garut. Sampai dengan Karya Tulis Ilmiah (KTI) ini selesai, masih terdaftar sebagai mahasiswa di Institut Kesehatan Karsa Husada Garut. Selama pendidikan, penulis telah melaksanakan PKL Klinik Cisanca, Puskesmas Gadog, dan RS Muhamadiyyah Bandung Selatan. Semoga penulisan Karya Tulis Ilmiah (KTI) ini dapat memberikan kontribusi yang positif di bidang kesehatan.