

**PENGARUH SAMPEL HEMOLISIS TERHADAP HASIL PEMERIKSAAN
KALIUM METODE *DIRECT- ION SELECTIVE ELECTRODE (ISE)* :
STUDI KASUS**

KARYA TULIS ILMIAH

Disusun untuk Memenuhi Syarat untuk Menyelesaikan Progam Pendidikan
Diploma 3 Teknologi Laboratorium Medis Di STIKes Karsa Husada Garut

Disusun oleh:

GHINA SALSABILLA

KHGE22019



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN KARSA HUSADA GARUT
PROGAM STUDI D3 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 Amd.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, 22 Juli 2025
Yang membuat pernyataan



Ghina Salsabilla
NIM: KHGE22019

LEMBAR PERSETUJUAN

JUDUL : **PENGARUH SAMPEL HEMOLISIS TERHADAP
HASIL PEMERIKSAAN KALIUM METODE *DIRECT-
ION SELECTIVE ELECTRODE (ISE)* : STUDI KASUS**

NAMA : **GHINA SALSABILLA**

NIM : **KHGE22019**

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



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

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : **PENGARUH SAMPEL HEMOLISIS TERHADAP
HASIL PEMERIKSAAN KALIUM METODE *DIRECT-
ION SELECTIVE ELECTRODE (ISE)* : STUDI KASUS**

NAMA : **GHINA SALSABILLA**

NIM : **KHGE22019**

KARYA TULIS ILMIAH

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

Garut, 22 Juli 2025

Menyetujui,

Penguji I



Astari Nurisani, S.Tr., M.Kes
NIP: 043298.0917.140

Penguji II



Mamay, S.Pd., M.Si
NIP: 043298.0917.138

Mengetahui

Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



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

Mengesahkan,

Pembimbing



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

ABSTRAK

PENGARUH SAMPEL HEMOLISIS TERHADAP HASIL PEMERIKSAAN KALIUM METODE *DIRECT- ION SELECTIVE ELECTRODE (ISE)*

Pemeriksaan laboratorium merupakan pemeriksaan penting untuk menilai derajat kesehatan manusia. Ada tiga tahapan dalam proses pengambilan dan pengelolaan sampel, yaitu tahap pra analitik, analitik, dan pasca analitik. Kesalahan pra analitik menyumbang kesalahan yang paling besar di laboratorium, salah satunya hemolisis. Hemolisis merupakan pecahnya sel membran eritrosit, sehingga hemoglobin bebas ke dalam serum. Hemolisis dapat memengaruhi banyak tes pemeriksaan kimia klinik salah satunya kalium. Pemeriksaan kalium dilakukan untuk menilai keseimbangan elektrolit tubuh, terutama terkait dengan fungsi ginjal dan jantung. Pemeriksaan kalium penting untuk mendiagnosis beberapa kondisi seperti hipertensi, penyakit ginjal, aritmia jantung, dan kelemahan muskular. Fokus studi kasus pada penelitian ini ditemukan kasus yang menunjukkan hasil kadar kalium yang tinggi, dikarenakan sampel yang mengalami hemolisis. Lalu, dilakukan pemeriksaan ulang dengan sampel baru yang menunjukkan hasil yang normal. Hasil pemeriksaan elektrolit menggunakan sampel hemolisis menunjukkan hasil yang tinggi. Setelah dilakukan konfirmasi menggunakan sampel yang tidak hemolisis hasil pemeriksaan kadar kalium menunjukkan hasil yang normal. Maka dapat disimpulkan sampel hemolisis dapat menyebabkan hasil kalium menjadi tinggi. Hal ini dapat disebabkan proses pra analitik yang tidak sesuai dengan SOP laboratorium. Sehingga perlu melakukan tindakan yang tepat untuk pada saat pengambilan sampel.

Kata kunci: Hemolisis, *Ion Selective Electrode (ISE)*, Kalium

ABSTRACT

The Effect of Hemolysis Samples on Potassium Measurement Results Using the Direct-Ion Selective Electrode (ISE) Method

Laboratory examination is an important examination to assess the degree of human health. There are three stages in the process of taking and managing samples, namely pre-analytical, analytical, and post-analytical stages. Pre-analytical errors account for the most errors in the laboratory, one of which is hemolysis. Hemolysis is the rupture of the erythrocyte cell membrane, resulting in free hemoglobin into the serum. Hemolysis can affect many clinical chemistry tests, including potassium. Potassium tests are performed to assess the body's electrolyte balance, especially in relation to kidney and heart function. Potassium screening is important for diagnosing several conditions such as hypertension, kidney disease, cardiac arrhythmias, and muscular weakness. The case study focus of this research found a case that showed a high potassium level result, due to a hemolyzed sample. Then, a re-examination was carried out with a new sample that showed normal results. The results of the electrolyte examination using the hemolyzed sample showed high results. After confirmation using a non-hemolyzed sample, the potassium level showed normal results. So it can be concluded that hemolyzed samples can cause potassium results to be high. This can be caused by pre-analytical processes that are not in accordance with laboratory SOPs. So it is necessary to take the right action at the time of sampling.

Keywords: Hemolysis, Ion Selective Electrode (ISE), Potassium

KATA PENGANTAR

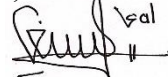
Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah yang judul “Pengaruh Sampel Hemolisis Terhadap Hasil Pemeriksaan Kalium Metode *Direct- Ion Selective Electrode (ISE)*” Dalam pembuatan Karya tulis ilmiah ini banyak pihak-pihak yang telah ikut membimbing, mengarahkan dan membantu penulis sehingga Karya Tulis Ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Hadiat, MA selaku Ketua Pembina Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
2. Bapak H. Suryadi M.Si selaku Ketua umum 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 DIII Analis Kesehatan.
5. Ibu Sugiah, S.Si., M. Biotek., AIFO selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, memberikan kritik, saran dan pengarahan kepada penulis dalam proses penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Ibu Astari Nurisani, S.Tr., M.Kes dan ibu Mamay, S.Pd., M.Si selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji Karya Tulis Ilmiah ini.

7. Seluruh dosen pengajar prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis STIKes Karsa Husada Garut.
8. Orang tua penulis yang tercinta, Bapak Harjoni dan Ibu Herni Yuli, yang senantiasa tulus memberikan motivasi, do'a, kasih sayang, keikhlasan dan kesabaran serta pengorbanan dan perhatian yang tak henti-hentinya mengalir untuk penulis juga memberikan dukungan penulis baik materil dan moril dalam memfasilitasi segala kebutuhan perkuliahan sehingga penulis termotivasi untuk menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
9. Terima kasih untuk adik-adikku Nabil Fikri Hilmi, Revanda Trijoni Putra, dan Mysha Shaqeena Almahyra yang sudah memberi semangat dan doa kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
10. Terima kasih kepada sahabat kuliah, Naila Shiha, Lia Amelia Azzahra, dan Salwa Shofa Purwazy atas kebersamaan, dukungan, kasih sayang, serta doa yang telah membantu penulis menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini
11. *Last but not least*, untuk diri sendiri, Ghina Salsabilla, terima kasih atas perjuangan, keteguhan, dan kerja keras hingga Karya Tulis Ilmiah ini terselesaikan.

Penulis sangat sadar bahwa proposal penelitian ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun serta bermanfaat guna perbaikan pada penyusunan karya tulis ilmiah ini.

Garut, 22 Juli 2025



Ghina Salsabilla

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	ix
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.1.1 Elektrolit.....	5
2.1.2 Pemeriksaan Elektrolit	6
2.1.3 Serum	9
2.1.4 Hemolisis	10
2.1.5 Penyebab Hemolisis	12
2.1.6 Metode Pemeriksaan Elektrolit	14
2.1.7 Faktor Yang Memengaruhi Kadar Elektrolit.....	16
2.2 Kerangka Penelitian	20
BAB III METODE STUDI KASUS.....	21
3.1 Rancangan Studi Kasus.....	21
3.2 Objek studi kasus	21
3.3 Fokus Studi Kasus.....	21
3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus	22
3.5 Etika Studi Kasus.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil Penelitian.....	26
4.2 Pembahasan.....	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33

5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN.....	39
RIWAYAT HIDUP	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tingkatan hemolisis berdasarkan indeks hemolisis.....	11
Tabel 2.2 Nilai rujukan elektrolit.....	14
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan kalium menggunakan sampel hemolisis dan sampel tidak hemolisis.....	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Karakteristik secara visual	11
Gambar 2.2 Alat Roche AVL 9180	13
Gambar 2.3 Kerangka penelitian	18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi hasil pemeriksaan kalium	35
Lampiran 2. Lembar bimbingan.....	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemeriksaan laboratorium adalah tindakan dan prosedur khusus yang meliputi pengambilan bahan atau sampel dari pasien, seperti darah, dahak, urin, kerokan kulit, dan cairan tubuh lainnya. Di laboratorium, ada tiga tahapan dalam proses pengambilan dan pengelolaan sampel, yaitu tahap pra analitik, analitik, dan pasca analitik (Cahyani et al., 2022). Tahapan pra analitik menunjukkan persentase kesalahan paling besar diantara yang lain yaitu berkisar antara 60-70%. Kesalahan pra analitik sering muncul pada berbagai tahap, termasuk teknik proses mengeluarkan darah yang tidak tepat, fragmentasi sampel, volume spesimen yang kurang, adanya pembekuan dalam spesimen, rasio volume spesimen dengan antikoagulan yang tidak sesuai dan kualitas spesimen yang dapat dipengaruhi oleh hemolisis (Wanti et al., 2020).

Hemolisis merupakan pecahnya sel membran eritrosit, sehingga hemoglobin bebas ke dalam medium sekelilingnya (serum) (Farrell and Carter, 2016). Serum lisis adalah serum yang telah bercampur dengan hemoglobin akibatnya pecahnya sel darah merah. Hal ini dapat terjadi, karena pada tahap pra analitik pengambilan sampel darah, pada saat memasukkan darah ke dalam tabung dengan tekanan yang kuat sehingga mengakibatkan lisisnya sel darah merah (Simundic *et al.*, 2020). Hemolisis dapat memengaruhi berbagai tes pemeriksaan kimia klinik (Krasowski, 2019). Pemeriksaan yang dipengaruhi oleh sampel hemolisis salah satunya yaitu, kalium (K). Selain itu juga, mampu memengaruhi

natrium (Na), bilirubin total, bilirubin *direct*, kalsium (Ca), magnesium (Mg), protein total, amilase, alanine, laktat dehidrogenase (LDH), aspartate aminotransferase (AST), alanin aminotransferase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), gamma glutamyl transferase (GGT), asam urat, zat besi, fosfor, asam fosfatase dan lainnya (Nurmandari, Nuryani and Supriyanta, 2019)

Pemeriksaan kalium adalah salah satu pemeriksaan yang biasa dilakukan dalam laboratorium klinik yang bertujuan untuk mengukur kadar kalium dalam serum atau plasma darah. Pemeriksaan kalium dilakukan untuk menilai keseimbangan elektrolit tubuh, terutama terkait dengan fungsi ginjal dan jantung. Pemeriksaan kalium penting untuk mendiagnosis beberapa kondisi seperti hipertensi, penyakit ginjal, aritmia jantung, dan kelemahan Muskular. Ketidakseimbangan kadar kalium dapat menyebabkan gangguan serius, seperti aritmia jantung, kelemahan otot dan kelumpuhan otot (Pokneangge, Tiho and Mewo, 2015)

Pada penelitian ini, telah ditemukan sampel darah yang hemolisis pada pemeriksaan elektrolit. Sampel darah datang dari IGD melalui *pneumatic tube* menggunakan tabung merah tanpa antiakoagulan. Sampel disentrifugasi dengan ciri-ciri warna serum berwarna merah (hemolisis). Petugas laboratorium menyarankan sampel serum tersebut untuk kembali disentrifugasi, namun hasilnya tetap hemolisis. Sampel serum yang didapat dimasukkan ke dalam *microtube* untuk dilakukan pemeriksaan elektrolit menggunakan alat Roche AVL 9180, hasil pemeriksaan menunjukkan kadar kalium yang tinggi melebihi nilai rujukan. Setelah mengetahui hasil kadar kalium yang tinggi, petugas laboratorium meminta perawat

yang sedang berjaga untuk mengambil sampel baru untuk dilakukan pemeriksaan ulang dengan metode yang sama. Hasil pemeriksaan kalium menunjukkan nilai yang jauh berbeda dengan pemeriksaan pertama.

Pada penelitian yang telah ditemukan bahwa sampel hemolisis bisa memengaruhi kadar kalium, Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Yin and Herskovits, 2022) salah satu analit yang sensitif terhadap hemolisis adalah kadar kalium. Konsentrasi kalium dalam sel darah merah sekitar 25 kali lebih tinggi daripada konsentrasi kalium dalam plasma, sehingga ketika darah lisis, kalium akan keluar ke dalam plasma atau serum, menyebabkan kadar kalium meningkat. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Saisuka-ard and Chotchuang, 2022) hasil pengujian elektrolit, terutama kalium, telah terbukti sangat dipengaruhi oleh hemolisis. Sampel yang mengalami hemolisis dalam penelitian ini memiliki kadar kalium yang lebih tinggi daripada sampel yang tidak mengalami hemolisis dari pasien yang sama. Hal ini terjadi karena pelepasan ion kalium dari dalam sel darah merah yang pecah ke dalam serum.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sehingga perlu dilakukan kajian teoritis dengan judul "Pengaruh Sampel Hemolisis Terhadap Pemeriksaan Kalium Metode *Direct-Ion Selective Electrode (ISE)*"

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, dapat ditarik rumusan masalah bagaimana pengaruh sampel hemolisis terhadap pemeriksaan kalium metode *direct-Ion Selective Electrode (ISE)*?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh sampel hemolisis terhadap pemeriksaan kalium metode *direct-Ion Selective Electrode (ISE)*

1.4 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat menambah wawasan dan literatur ilmiah mengenai pengaruh sampel hemolisis terhadap pemeriksaan elektrolit terutama pada kalium dan memberikan pemahaman lebih lanjut mengenai pentingnya kualitas sampel dalam pemeriksaan kalium untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat dipercaya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Elektrolit

Elektrolit adalah senyawa dalam larutan yang larut menjadi partikel bermuatan, baik ion positif maupun negatif. Kation merujuk pada ion bermuatan positif, sedangkan anion menunjukkan ion bermuatan negatif. Keseimbangan antara keduanya disebut sebagai elektronetralitas; ini menunjukkan kondisi di mana keduanya seimbang (Irwadi and Fauzan, 2022)

Proses metabolisme sebagian besar membutuhkan dan dipengaruhi oleh elektrolit. Kadar elektrolit yang tidak normal dapat menyebabkan beberapa gangguan. Peran elektrolit sangat penting dan memengaruhi fungsi cairan dan sel. Oleh karena itu, menjaga keseimbangan elektrolit sangat penting. Tubuh manusia memiliki dua kategori, yaitu kation dan anion. Kation dan anion dapat memengaruhi tekanan osmotik cairan ekstraseluler dan intraseluler. Kation yang terdapat dalam tubuh manusia adalah natrium (Na^+), kalium (K^+), kalsium (Ca^{2+}), dan magnesium (Mg). Anion dalam tubuh terdiri dari klorida (Cl^-), bikarbonat (HCO_3^-), dan fosfat (PO_4^{3-}) (Irwadi and Fauzan, 2022)

Peran elektrolit dalam tubuh manusia sangat penting, karena setiap proses metabolisme bergantung pada elektrolit. Fungsi elektrolit meliputi pemeliharaan tekanan osmotik dan distribusi air di berbagai kompartemen cairan tubuh, pengaturan pH dalam kondisi optimal, pengaturan fungsi jantung dan otot lainnya secara efisien, partisipasi dalam proses oksidasi-reduksi (transfer ion), serta

berfungsi sebagai kofaktor enzim dalam proses katalisis. Gangguan keseimbangan elektrolit kalium, meskipun tidak serumit gangguan natrium, tetapi memiliki dampak yang lebih berbahaya, karena kalium adalah salah satu analit terpenting. Kesalahan pengukuran dapat mengakibatkan dampak yang serius/parah jika pengobatan (terapi) bergantung pada hasil yang salah (Deni, 2020)

2.1.2 Pemeriksaan Elektrolit

1) Natrium (Na^+)

Natrium berfungsi sebagai kation utama dalam kompartemen cairan ekstraseluler sekitar 140 mmol/L dan konsentrasi pada intraseluler 10-15 mmol/L. Sekitar 35-40% dari total kandungan natrium tubuh disimpan dalam sistem kerangka. Konsentrasi natrium yang tinggi juga terdapat dalam sekresi pencernaan, seperti cairan empedu dan pankreas. Sumber makanan utama natrium adalah natrium klorida (NaCl), umumnya dikenal sebagai garam dapur, yang sering digunakan dalam makanan sebagai penambah rasa dan pengawet (Melani and Ronitawati, 2017).

- a) Tubuh kelebihan kadar natrium (hipernatremia) dalam darah karena asupan garam yang berlebihan, volume darah akan meningkat karena natrium akan menarik dan mengikat air. Akibatnya tekanan pada darah akan meningkat.
- b) Tubuh kekurangan kadar natrium (hiponatremia) dalam darah disebabkan oleh ketidakseimbangan cairan dalam tubuh, sehingga terlalu banyak cairan yang menumpuk di dalam tubuh. Penumpukan ini bisa mengencerkan natrium dalam darah, sehingga kadarnya menurun. Jika natrium terlalu rendah, sel-sel tubuh

bisa menyerap lebih banyak air terlalu banyak. Akibatnya menyebabkan pembengkakan pada sel-sel tubuh.

2) Kalium (K^+)

Kalium adalah kation utama bermuatan positif dalam kompartemen cairan intraseluler terutama pada sel darah merah, konsentrasi kalium pada cairan intraseluler sekitar 140 mmol/L. Sedangkan konsentrasi kalium ekstraseluler adalah 3.5-5.0 mmol/L. Konsentrasi kalium intraseluler memiliki fungsi penting sebagai penyangga fisiologis utama bersama dengan bikarbonat. Sekitar 80% hingga 90% kalium dikeluarkan melalui urin oleh ginjal. Karena kadar kalium serum yang relatif rendah, tes kalium serum sering kali gagal mewakili keadaan kalium tubuh secara keseluruhan. Kandungan kalium serum sangat terkait dengan beberapa fungsi fisiologis yang penting, seperti transmisi impuls saraf, aktivitas otot, keseimbangan asam-basa, dan kontraktilitas otot jantung (Prasetya, 2018).

Kadar kalium darah yang rendah kurang dari 3.5 mmol/L disebut sebagai hipokalemia dan kadar kalium lebih dari 5.3 mmol/L disebut hiperkalemia. Kekurangan ion kalium dapat menyebabkan penurunan denyut jantung. Peningkatan kalium plasma sebesar 3 - 4 mmol/L dapat menyebabkan aritmia jantung, sedangkan kadar kalium yang lebih tinggi dapat menyebabkan aritmia atau perubahan irama jantung. Kadar kalium yang melebihi 6.0 mmol/L sudah termasuk dalam kategori nilai kritis. Nilai ini dianggap berpotensi menimbulkan komplikasi serius seperti perubahan gangguan irama jantung (Armal, Khasanah and Marlina, 2020).

Hiperkalemia merupakan konsentrasi kadar kalium serum lebih tinggi melebihi nilai normal, hiperkalemia dapat terjadi secara akut ataupun kronik. Hiperkalemia akut sering kali disebabkan oleh pelepasan kalium yang signifikan dari sel akibat trauma, asidosis metabolik, dan hemolisis. Hiperkalemia kronis diakibatkan oleh eksresi kalium yang berkurang atau asupan kalium yang meningkat. Hiperkalemia dapat timbul akibat kerusakan jaringan, terutama pada kasus cedera mekanis yang parah. Selain itu, pasien dengan gagal ginjal dan kelainan ekskresi kalium dapat mengalami kelebihan kalium jika asupan kalium makanan tidak dibatasi. Hiperkalemia harus dibedakan dari pseudohiperkalemia, yaitu peningkatan kadar kalium yang tidak wajar yang diakibatkan oleh pelepasan kalium ke dalam ruang ekstraseluler selama atau setelah pungsi vena. Pseudohiperkalemia dapat terjadi akibat otot meningkat selama pungsi vena (mengepalkan tangan secara berlebihan), penggunaan *tourniquet* yang lama, peningkatan jumlah sel darah merah (trombositosis, leukositosis, dan eritrositosis), dan kecemasan akut yang berhubungan dengan alkalosis pernapasan (Teo, 2021).

Hipokalemia merupakan suatu kondisi yang ditandai dengan kadar kalium dalam darah yang berada di bawah kadar normal yang diakibatkan oleh berkurangnya total kalium tubuh atau gangguan dalam pengangkutan ion kalium ke dalam sel yang berdampak pada kekurangan kalium. Hiperkalemia dan hipokalemia sama-sama mengakibatkan kelemahan otot, berkurangnya refleks tendon dalam, gangguan motilitas saluran cerna, dan gangguan mental (Polapa and Puluhalawa, 2023)

3) Kalsium (Ca^{2+})

Kalsium merupakan mineral yang berperan pada tubuh manusia. Kalsium dalam tubuh sekitar 99% berada di dalam jaringan keras yaitu tulang dan gigi, sedangkan 1% kalsium berada pada darah dan jaringan lunak (Rahayu, Yulidasari and Setiawan, 2019). Kandungan kalsium pada tubuh sebaiknya seimbang. Kekurangan kalsium (hipokalsemia) dapat menyebabkan osteoporosis, osteomalasis, rakitis, kejang otot dan menghambat pertumbuhan. Kelebihan kalsium (hiperkalsemia) dapat menyebabkan gangguan ginjal dan konstipasi (susah buang air besar) (Raya, Kurniawan and Nugraha, 2023).

Kalsium serum terdiri 1% dari kalsium total, yang berada dalam cairan ekstraseluler dan jaringan lunak. Kalsium serum terdiri dari komponen ionik (50%), pengikat protein (40%), yang sebagian besar terikat dengan albumin, dan sebagian kecil (8%) yang terikat dengan asam organik dan anorganik, termasuk sitrat, laktat, bikarbonat, dan sulfat. Kadar kalsium serum biasanya dipertahankan sekitar 1,0-1,2 mmol/L pada individu yang sehat, diatur oleh hormon paratiroid, vitamin D, dan kalsitonin, yang masing-masing mengontrol penyerapan kalsium di usus, ekskresi atau reabsorpsi ginjal dan penggabungan jaringan tulang (Wahidah, 2018)

2.1.3 Serum

Serum merupakan komponen cairan darah yang tidak mengandung sel darah dan fibrinogen, karena protein darah telah menggumpal ke dalam jaringan fibrin dan menggumpal bersama sel (Puspita, Kurniawan and Riyanti, 2023). Serum yang baik tidak boleh menunjukkan hemolisis, ikterik, dan lipemik (Mauriska, 2021)

Serum merupakan komponen cairan darah yang tidak mengandung sel-sel darah dan faktor-faktor pembekuan darah. Koagulasi protein-protein lainnya dan protein yang tidak berhubungan dengan hemostasis tetap ada dalam serum dalam jumlah yang sebanding dengan yang ada dalam plasma. Jika proses koagulasi yang tidak normal dapat menyebabkan serum mengandung sisa fibrinogen, produk pemecahan fibrinogen, atau protrombin yang tidak terkonversi (Boku and Suprayitno, 2019)

Jenis-jenis serum yang abnormal, diantaranya:

1) Serum hemolisis

Serum hemolisis merupakan lepasnya hemoglobin dari sel darah merah di dalam serum sehingga mengakibatkan serum berwarna kemerahan (Riviana, Sistiyono and Nuryani, 2019)

2) Serum ikterik

Serum ikterik merupakan warna kekuningan pada serum akibat dari peningkatan kadar bilirubin dalam darah (Bahar, Melani and Yurman, 2023)

3) Serum lipemik

Sampel lipemik merupakan sampel serum yang tampak keruh atau seperti putih susu akibat kelebihan lipid, khususnya lipoprotein di dalam darah (Malik *et al.*, 2023)

2.1.4 Hemolisis

Hemolisis merupakan suatu kondisi di mana terjadinya gangguan atau kerusakan membran sel darah merah, yang mengakibatkan pelepasan hemoglobin

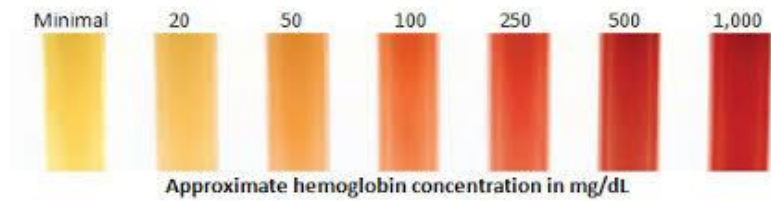
dan komponen intraseluler ke dalam serum (Malik *et al.*, 2023). Menurut (Kahar, 2017) ketika sel darah merah pecah, maka komponen intraselulernya, seperti enzim, elektrolit, dan hemoglobin, dilepaskan, sehingga menghasilkan warna merah muda hingga merah pada serum. Akibatnya serum hemolisis dapat berdampak buruk pada semua pemeriksaan kimia klinik di laboratorium, yang menyebabkan hasil yang tidak akurat. Hemolisis dapat diidentifikasi dengan jelas setelah proses sentrifugasi sampel darah, yang dibuktikan dengan warna kemerahan pada serum atau plasma. Tingkat hemolisis dinilai dari konsentrasi hemoglobin yang ada dalam serum (Adiga and Yogish, 2016)

Indeks hemolisis merupakan penilaian semi kuantitatif dari hemoglobin bebas yang berfungsi sebagai indikator atau peringatan untuk gangguan hemolisis. Hemoglobin bebas mengacu pada hemoglobin yang berada di luar sel darah merah. Hemolisis diklasifikasikan ke dalam tiga tingkatan, yaitu ringan, sedang, dan berat. Konsentrasi hemoglobin mengkategorikan hemolisis: hemolisis ringan ditandai dengan konsentrasi 20-100 mg/dL, hemolisis sedang dengan 100-300 mg/dL, dan hemolisis berat dengan kadar di bawah 300 mg/dL (Adiga & Yogish, 2016).

Tabel 2.1 Klasifikasi Tingkatan Hemolisis Berdasarkan Indeks Hemolisis

Indeks hemolisis	Tampilan serum	Derajat hemolisis
<20 mg/dL	Bening	Tidak hemolisis
20-100 mg/dL	Merah muda	Hemolisis ringan
100-300 mg/dL	Merah	Hemolisis sedang
>300 mg/dL	Merah tua	Hemolisis berat

Sumber : Adiga & Yogish, 2016



Gambar 2.1 karakteristik hemolisis secara visual

Sumber : Adiga & Yogish, 2016

2.1.5 Penyebab Hemolisis

Hemolisis dapat terjadi secara *in vitro* dan *in vivo*. Hemolisis *in vitro* lebih sering terjadi daripada hemolisis *in vivo*. Hemolisis *in vitro* terjadi karena teknik pengambilan darah yang tidak tepat sehingga menyebabkan lisisnya sel darah merah (de Jonge *et al.*, 2018).

Faktor-faktor yang dapat menyebabkan hemolisis *in vitro*:

- 1) Penggunaan jarum yang terlalu kecil
- 2) Pemindahan residu alkohol dari kulit ke sampel
- 3) Penusukan berulang di daerah yang sama
- 4) Perbedaan antara volume darah dengan volume antikoagulan yang tidak sesuai
- 5) Memasukan sampel darah yang terlalu kuat
- 6) Pemasangan *torniquet* yang terlalu lama
- 7) Paparan yang terlalu lama pada suhu panas atau dingin
- 8) Sentrifugasi dengan kecepatan yang tinggi dalam waktu yang lama
- 9) Memasukkan darah tanpa membuka jarum terlebih dahulu
- 10) Memasukkan darah tidak melalui dinding tabung

Hemolisis *in vitro* terjadi pada pengambilan, pemrosesan dan pengiriman sampel yang tidak tepat. Hemolisis dapat terjadi akibat kesalahan pra analitik yang terkait dengan pengambilan darah vena, pengumpulan sampel, metode pengiriman sampel, suhu, pengelolaan sampel, dan penundaan dalam pengolahan sampel (Heireman *et al.*, 2017). Pengiriman sampel menggunakan *Pneumatic Tube* dapat menyebabkan hemolisis akibat getaran kecil yang terjadi selama proses pengiriman. Getaran tersebut disebabkan oleh perubahan kecepatan, yang mengakibatkan pecahnya membran sel plasma, terutama pada sel darah merah/eritrosit (Kurniawan, Nurulita and Bahrin, 2015). Hal ini dapat berujung pada peningkatan hemolisis, yang bermanifestasi sebagai peningkatan kalium serum, laktat dehidrogenase (LDH), aspartat transaminase (AST), dll. Hal ini juga dapat berkontribusi pada pengeluaran trombosit (Kumari *et al.*, 2023)

Hemolisis *in vivo* disebabkan oleh keadaan patologis termasuk infeksi, anemia hemolitik, autoimun, obat-obatan, dan faktor genetik. Kejadian tersebut tidak dapat dihindari, karena kondisi penyakit akan menyebabkan penghancuran sel darah merah, yang mengakibatkan hemolisis pada serum (Riviana, Sistiyono and Nuryani, 2019).

2.1.6 Metode Pemeriksaan Elektrolit



Gambar 2.2 Alat Roche AVL 9180
Sumber: Laboratorium RSUD Al Ihsan, 2025

Alat Roche AVL 9180 merupakan instrumen medis canggih yang menggunakan prinsip pengukuran *Ion Selective Electrode (ISE)* untuk menentukan nilai elektrolit secara tepat. Tujuan dari alat Roche AVL 9180 digunakan untuk pengukuran natrium, kalium, klorida, kalsium terionisasi, dan litium dalam sampel darah lengkap, serum, plasma, urin, dialisis, dan larutan standar berair (AVL Medical Instrument AG, 1996).

ISE (*Ion Selective Electrode*) merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur aktivitas ion dalam suatu larutan berdasarkan potensial listrik yang dihasilkan. Ketika ion terlarut dalam larutan, perubahan konsentrasi ion dapat terdeteksi oleh perangkat ini. ISE dilengkapi dengan sistem sinyal masukan dan keluaran, di mana sinyal keluaran berupa besaran listrik yang direkam oleh alat. Saat proses pengukuran berlangsung, elektroda akan menerima sinyal potensial (potensimetrik) sebagai respons terhadap aktivitas ion dalam larutan. *Direct ISE* yaitu teknologi potensiometri untuk mengukur elektrolit dalam sampel yang tidak diencerkan misalnya serum atau komponen plasma dari whole blood. *Indirect ISE*

dimana sampel terlebih dahulu didilusikan dengan diluent sebelum elektrolit diukur (Habibah, 2021)

Prinsip kerja dari ion selective electrode adalah elektroda selektif ion harus tersambung ke elektroda reference untuk dapat mengukur aktivitas ion. Saat kedua elektroda tersebut menyentuh sampel (darah atau urin) berlaku Persamaan Nernst. Dari persamaan Nernst akan didapatkan beda potensial dari ion yang diukur. Jika satu larutan yang sedang diukur diketahui konsentrasi ionnya, maka konsentrasi ion sampel dapat ditentukan atas dasar perbedaan dua potensial yang diukur dengan:

$$C_{i \text{ sample}} = C_{i \text{ standard}} \times 10 \left(\frac{\Delta E}{S} \right)$$

dimana ΔE adalah perbedaan antara potensial yang diukur dari sampel dan standar, S adalah beda potensial dari elektroda yang ditentukan dari beda potensial dari dua larutan standar yang diukur, $C_{i \text{ sample}}$ adalah konsentrasi ion yang diukur pada sampel, dan $C_{i \text{ standard}}$ adalah konsentrasi ion yang diukur dalam larutan standar. Pada persamaan di atas menyatakan konsentrasi ion yang tidak diketahui dalam sampel. Cairan standar merupakan larutan elektrolit yang memiliki macam-macam elektrolit di dalamnya. Cairan ini dibuat oleh pabrik dan di dalam cairan ini terdapat berbagai macam elektrolit yang sudah diketahui besarnya dan dibuat sedemikian rupa agar tidak dapat mudah berubah kandungan elektrolit yang ada. Dalam satu kemasan terdapat 2 jenis cairan standar yang memiliki kadar elektrolit yang berbeda (Fawaz, Patmasari and Fu'adah, 2020)

Data dari *College Of American Pathologist (CAP)* mengenai 5.400 laboratorium yang menganalisis natrium dan kalium menunjukkan bahwa lebih dari

99% menggunakan metode ISE, yang menunjukkan akurasi tinggi, koefisien variasi di bawah 1,5%, kalibrator yang dapat diandalkan, dan program jaminan kualitas yang kuat. Metode ISE dibagi menjadi dua macam, yaitu ISE *direct* dan ISE *indirect*. ISE *direct* menganalisis sampel darah lengkap, serum, dan plasma secara langsung. Laboratorium darurat biasanya menggunakan metode *direct*. Sedangkan, ISE *indirect* sampel yang sudah diencerkan (Usman, 2020)

Prinsip pengukuran alat Roche AVL 9180 menggunakan metode *Ion Selective Electrode (ISE)* untuk menentukan konsentrasi ion sampel dengan membandingkan kandungan ion yang tidak diketahui dengan konsentrasinya ion yang diketahui, sehingga dapat menghitung tingkat elektrolit sampel. Membran selektif ion terlibat dalam reaksi yang berbeda dengan jenis elektrolit yang ada dalam sampel. Membran berfungsi sebagai penukar ion, merespons perubahan listrik pada ion yang menyebabkan perubahan potensial membran (AVL Medical Instrument AG, 1996).

Tabel 2.2 Nilai rujukan kadar elektrolit

Parameter	Nilai Rujukan (mmol/L)
Natrium	135-138
Kalium	3.5-5.3
Kalsium	1.15-1.35

2.1.7 Faktor Yang Memengaruhi Kadar Elektrolit

Faktor-faktor yang memengaruhi pemeriksaan elektrolit dikategorikan ke dalam tiga jenis: faktor pra analitik, analitik, dan pasca analitik

1) Faktor Pra analitik

a) Persiapan pasien

Persiapan pasien sangat penting sebelum pemeriksaan. Sebelum pengambilan spesimen untuk analisis elektrolit (Na, K, Ca), pasien harus dipersiapkan dengan baik, diberi informasi, dan diberi penjelasan tentang proses yang akan dilakukan. Faktor-faktor yang memengaruhi kadar elektrolit darah (Na, K, Ca) meliputi aktivitas fisik, asupan makanan, stress (termasuk trauma dan cedera), suhu, usia, konsumsi alkohol, dan pemberian obat diuretik (Putra, Santosa and Ariyadi, 2017)

b) Pengambilan sampel

Kalium adalah elektrolit kimiawi yang penting, dan kesalahan pengukuran dapat menimbulkan risiko yang langsung mengancam jiwa; ketidakakuratan pengukuran dapat menyebabkan dampak yang parah jika pengobatan didasarkan pada hasil yang salah. jangan biarkan *torniquet* terpasang terlalu lama karena dapat menyebabkan peningkatan kadar kalium serum (Armal, Khasanah and Marlina, 2020). Pengambilan spesimen melibatkan sejumlah prosedur penting, termasuk persiapan peralatan oleh petugas laboratorium sesuai dengan persyaratan, penempatan peralatan di area yang dekat dengan lokasi pengambilan darah, dan verifikasi bahwa antikoagulan yang digunakan belum kedaluwarsa. Proses pengambilan sampel sangat erat kaitannya dengan prosedur flebotomi. Namun, prosedur flebotomi tidak selalu berjalan dengan lancar. Jika terjadi kegagalan dalam prosedur, penting untuk membangun kembali dan

meningkatkan kepercayaan diri dan ketegasan flebotomi untuk memastikan keberhasilan prosedur flebotomi berikutnya (Cahyani *et al.*, 2022)

2) Faktor Analitik

a) Persiapan reagen

Sebelum menggunakan reagen, banyak faktor penting yang harus diperhatikan, termasuk kondisi fisik reagen, kemasan, dan tanggal kedaluwarsa. Reagen dengan kemasan yang rusak dan reagen yang sudah kadaluwarsa tidak boleh digunakan. Suhu penyimpanan reagen yang optimal adalah antara 2-8°C di dalam lemari es atau sesuai dengan panduan yang diberikan dalam kemasan atau petunjuk kit reagen (Apriliani, Santosa and Sukeksi, 2018)

b) Peralatan

Sebelum menggunakan instrumen, banyak faktor penting yang harus dipertimbangkan. Instrumen yang digunakan harus dikalibrasi secara akurat. Verifikasi bahan kontrol harus dilakukan sebelum penilaian sampel. Bahan kontrol digunakan untuk menilai ketepatan ujian laboratorium atau untuk mengawasi hasil pengujian sehari-hari. Penting juga untuk mematuhi urutan lengkap standar penggunaan alat yang telah ditetapkan (Apriliani, Santosa and Sukeksi, 2018)

3). Faktor Pasca-analitik

Menurut (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia 2015) kegiatan pasca analitik adalah verifikasi hasil, validasi hasil dan penulisan hasil pemeriksaan.

a) Verifikasi hasil

Proses pemeriksaan kembali hasil pemeriksaan untuk memastikan keakuratan dan keabsahannya. Ini dilakukan oleh operator laboratorium setelah hasil pemeriksaan awal diperoleh.

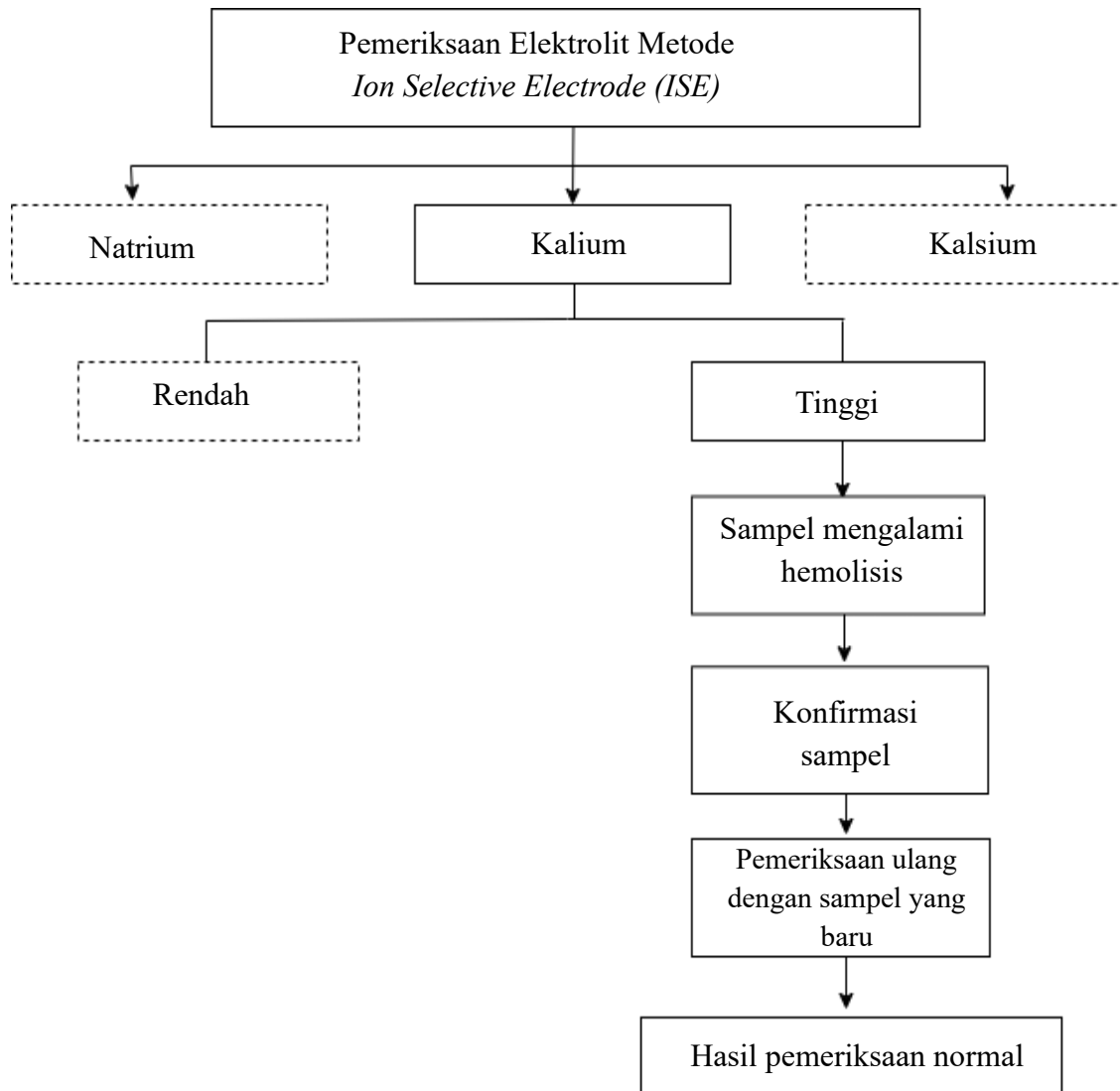
b) Validasi hasil

Proses pengesahan hasil pemeriksaan yang telah diverifikasi oleh seorang yang memiliki wewenang (misalnya, ahli teknologi laboratorium medis/ATLM). Validasi ini memastikan bahwa hasil pemeriksaan memenuhi standar dan prosedur yang berlaku.

c) Penulisan hasil pemeriksaan

Proses menyusun dan menyajikan hasil pemeriksaan dalam bentuk laporan yang mudah dipahami oleh dokter atau tenaga kesehatan lainnya. Laporan ini harus mencakup informasi penting seperti identitas pasien, jenis pemeriksaan, hasil pemeriksaan, interpretasi hasil, dan rekomendasi tindak lanjut.

2.2 Kerangka Penelitian



Keterangan:

 : Tidak diteliti

 : Diteliti

Gambar 2.3 Kerangka penelitian

BAB III

METODE STUDI KASUS

3.1 Rancangan Studi Kasus

Penelitian ini mendeskripsikan tentang kasus di bidang kimia klinik mengenai pengaruh sampel hemolisis terhadap pemeriksaan kalium dengan menggunakan alat Roche AVL 9180 metode *Direct-Ion Selective Electrode (ISE)*

3.2 Objek studi kasus

Objek studi kasus yang digunakan adalah sampel serum pasien bayi perempuan.

3.3 Fokus Studi Kasus

Dalam penelitian ini ditemukan kasus yang menunjukkan hasil kadar elektrolit yang tinggi, khususnya kalium. Pada pemeriksaan ini sampel berasal dari seorang bayi perempuan berusia 15 hari dari IGD melalui *pneumatic tube* menggunakan tabung merah tanpa antikoagulan ke lab central untuk di lakukan pemeriksaan elektrolit. Pengambilan sampel darah dilakukan oleh perawat yang sedang berjaga pada saat itu. Waktu pengiriman sampel melalui *pneumatic tube* menuju lab central kurang lebih sekitar 5 menit. Setelah sampel datang ke lab central, sampel langsung disentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 3000 rpm (*revolutions per minute* atau putaran per menit), tanpa adanya proses pembekuan terlebih dahulu. Setelah selesai disentrifugasi sampel menunjukkan warna merah, yang menunjukkan terjadinya hemolisis, petugas laboratorium menyarankan sampel serum untuk kembali disentrifugasi, namun hasilnya tetap hemolisis. Setelah itu, dilakukan pemisahan serum ke dalam *microtube*. Kemudian dilakukan

pemeriksaan elektrolit menggunakan alat Roche AVL 9180. Hasil pemeriksaan menunjukkan kadar kalium sebesar 9.0 mmol/L, yang termasuk dalam kategori nilai kritis dan perlu segera dikonfirmasi. Setelah mengetahui hasil tersebut, petugas laboratorium langsung menghubungi perawat melalui telepon untuk mengonfirmasi bahwa kadar kalium pasien tinggi kemungkinan disebabkan oleh sampel yang hemolisis. Sehingga petugas laboratorium meminta perawat yang sedang berjaga untuk mengambil sampel baru untuk dilakukan pemeriksaan ulang. Kemudian, sampel baru datang untuk dilakukan pemeriksaan ulang. Sampel didiamkan hingga membeku selama 15 menit, kemudian diolah dengan melakukan sentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 3000 rpm (*revolution per minute* atau putaran per menit) untuk memperoleh serum. Hasil dari sentrifugasi serum menunjukkan warna kuning bening yang menunjukkan bahwa serum dalam keadaan normal dan memenuhi syarat sebagai sampel yang baik. Kemudian dilakukan pemeriksaan sampel menggunakan alat Roche AVL 9180 hasil menunjukkan kadar kalium yang normal yaitu 3.6 mmol/L.

3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus

Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah data hasil pemeriksaan kadar kalium dari sampel serum yang hemolisis dengan serum baru yang tidak hemolisis.

3.4.1 Pra analitik

1) Pengambilan sampel

Pada tahap pengambilan spesimen, sampel darah yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari perawat yang sedang berjaga pada saat itu.

2) Penerimaan dan penanganan sampel

Pada tahap penerimaan sampel dilakukan oleh peneliti, sampel darah datang dari IGD melalui *pneumatic tube* menggunakan tabung merah tanpa antikoagulan. Dan pada tahap penanganan sampel, Alat dan bahan yang digunakan yaitu:

- a) Tabung *microtube*
- b) *Centrifuge*
- c) Alat Roche AVL 9180
- d) Tip biru
- e) Mikropipet
- f) Serum

Setelah sampel datang dari IGD, kemudian diolah untuk memperoleh serum, tahap-tahap yang dilakukan adalah dengan cara sentrifugasi sampel dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit. Berikut ini adalah tahapan pada saat sentrifugasi:

- a) Buka penutup sentrifugasi
- b) Lalu, masukkan sampel pasien ke dalam alat sentrifugasi, pastikan letaknya seimbang dengan cara menggunakan tabung lain yang berisi sampel, lalu letakkan tabung berlawanan dengan sampel pasien untuk menjaga keseimbangan
- c) Tutup penutup sentrifugasi
- d) Lalu, klik *start*
- e) Tunggu sekitar 5 menit

- f) Setelah di sentrifugasi, sampel dipindahkan ke dalam *microtube* menggunakan mikropipet
- g) Lalu, sampel serum pasien dilakukan pemeriksaan menggunakan alat Roche AVL 9180

3.4.2 Analitik

- 1) Roche AVL 9180 dihidupkan dengan menekan tombol power dan tunggu beberapa saat hingga muncul "*Na K Ca Ready*", lalu, klik *yes*
- 2) Buka pintu untuk aspirasi sampel serum kemudian di monitor akan terlihat "*please wait*"
- 3) Masukkan serum saat monitor menunjukkan "*introduce sample*" saat terdengar bunyi "*tiit*"
- 4) Setelah terdengar bunyi "*tiit*", pintu tempat aspirasi sampel ditutup kembali.
- 5) Pada monitor akan tampak "*serum sample in process*". Lalu, ditunggu 50 detik untuk proses analisis kadar elektrolit.
- 6) Setelah 50 detik hasil akan muncul pada monitor dan pada layar komputer untuk mengisi no id sampel.
- 7) Hasil akan otomatis masuk pada aplikasi *VANSLab*.

3.4.3 Pasca analitik

Tahap pasca analitik merupakan tahap akhir dari pemeriksaan elektrolit. Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah melaporkan hasil pemeriksaan kepada petugas laboratorium dan memvalidasi hasil pemeriksaan oleh petugas laboratorium.

Pada pemeriksaan awal menggunakan serum hemolisis, didapatkan kadar kalium di atas nilai normal yaitu 9.0 mmol/L. Sebagai tindak lanjut dilakukan pengambilan sampel ulang. Setelah dilakukan pemeriksaan sampel ulang dengan menggunakan sampel baru yang tidak hemolisis, terjadi penurunan hasil menjadi normal yaitu 3.6 mmol/L.

3.5 Etika 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 meminta izin dan menjaga kerahasiaan pihak terkait.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Seorang bayi perempuan berusia 15 hari diperiksa di Laboratorium Rumah Sakit X dengan pemeriksaan elektrolit kalium menggunakan alat Roche AVL 9180 metode *Direct-Ion selective Electrode (ISE)* sampel yang digunakan adalah serum. Hasil pemeriksaan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Kalium Menggunakan Sampel Hemolisis Dan Sampel Tidak Hemolisis.

Sampel	Hasil (mmol/L)	Nilai rujukan (mmol/L)	Keterangan
Hemolisis	9.0	3.5-5.3	Kritis
Tidak hemolisis	3.6		Normal

Berdasarkan tabel 4.1, hasil pemeriksaan elektrolit kalium dari sampel yang mengalami hemolisis menghasilkan kadar kalium 9.0 mmol/L yang menunjukkan hasil tersebut tinggi. Setelah dilakukan konfirmasi dengan sampel baru yang tidak mengalami hemolisis didapatkan hasil pemeriksaan elektrolit kadar kalium normal yaitu 3.6 mmol/L.

4.2 Pembahasan

Pemeriksaan kalium pada bayi baru lahir merupakan pemeriksaan yang sangat penting, karena kalium merupakan elektrolit yang berperan besar dalam fungsi jantung, otot dan saraf. Ketidakseimbangan kadar kalium, baik terlalu tinggi (hiperkalemia) maupun terlalu rendah (hipokalemia), dapat menyebabkan gangguan irama jantung, lemas otot, kejang, hingga kematian mendadak (Iziana,

Widyantara and Solikah, 2024). Namun, pemeriksaan ini dapat menjadi tidak akurat jika terjadi hemolisis pada serum. Pada Tabel 4.1, kadar kalium pada serum yang mengalami hemolisis menunjukkan hasil sebesar 9.0 mmol/L, yaitu melebihi nilai rujukan dan termasuk dalam kategori nilai kritis dan perlu segera dikonfirmasi. Serum hemolisis adalah serum yang mengandung hemoglobin bebas, yang menghasilkan perubahan warna pada serum. Pada kondisi hemolisis, kalium terlepas dari sel darah merah yang dapat mengganggu pembacaan pada alat terutama menggunakan metode ISE, sehingga dapat mengakibatkan hasil yang tinggi. Kesalahan interpretasi akibat dari hemolisis sangat berbahaya jika tidak dievaluasi secepat mungkin (Nugrahena, Sudarsono and Wijayanti, 2021).

Hemolisis dapat terjadi secara *in vitro* dan *in vivo*. Hemolisis secara *in vitro* dapat disebabkan karena proses pra analitik yang dapat merusak sel darah merah selama pengambilan darah, pengiriman sampel, dan pengolahan sampel, Sedangkan hemolisis *in vivo* disebabkan oleh keadaan patologis (Erkal *et al.*, 2019) Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Toth *et al.*, 2020) Indeks hemolisis secara signifikan lebih tinggi pada kasus bayi baru lahir yang menunjukkan bahwa alasan utama peningkatan indeks hemolisis pada bayi baru lahir adalah hemolisis *in vitro*.

Hemolisis *in vitro* dipengaruhi oleh teknik pengambilan sampel pada tahap pra analitik yang tidak tepat, seperti penusukan jarum secara berulang, penarikan spuit yang terlalu cepat, mengeluarkan darah dari spuit terlalu cepat dan tidak melalui dinding tabung atau mengeluarkan darah dari spuit tanpa melepas jarum terlebih dahulu, homogenisasi yang berlebihan, dan pengambilan darah sebelum alkohol pada area yang akan diambil belum kering (Sun, 2022). Hal ini didukung

oleh penelitian (Kahar, 2017) menyatakan bahwa mengeluarkan darah dari spuit dengan cara disemprotkan atau tanpa membuka jarum terlebih dahulu akan menyebabkan sel darah merah rusak/lisis. Semakin lama penggunaan *tourniquet* untuk membendung pembuluh darah maka akan menyebabkan peningkatan kadar kalium dalam darah, hal ini terjadi karena semakin banyak cairan intraseluler kalium yang bocor ke cairan ekstraseluler dan masuk kedalam serum (Armal, Khasanah and Marlina, 2020).

Dalam kasus ini salah satu perlakuan terhadap sampel darah yang menjadi penyebab terjadinya hemolisis adalah proses sentrifugasi yang dilakukan hanya 5 menit dengan kecepatan 3000 rpm (*revolution per minute* atau putaran per menit), tanpa adanya waktu yang cukup untuk proses pembekuan darah secara sempurna. Hal ini tidak sesuai dengan prosedur standar yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Prosedur untuk mendapatkan serum yang baik menurut keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2013 tentang cara penyelenggaraan laboratorium klinik yang baik adalah, darah dibiarkan membeku terlebih dahulu pada suhu kamar selama 20-30 menit, kemudian di sentrifugasi 3000 rpm (*revolution per minute* atau putaran per menit) selama 5-15 menit. Pembekuan darah bertujuan untuk memperoleh serum, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya hemolisis, hemolisis dapat menyebabkan pelepasan ion kalium dari dalam eritrosit ke dalam serum, sehingga kadar kalium yang terbaca pada alat menjadi lebih tinggi dari kadar sebenarnya (Ubaidillah *et al.*, 2021).

Pengiriman sampel yang tidak tepat juga bisa memengaruhi sampel hemolisis salah satunya dengan penggunaan *pneumatic tube* yang dapat menyebabkan hemolisis akibat getaran kecil yang terjadi selama proses pengiriman. Getaran tersebut disebabkan oleh perubahan kecepatan, yang mengakibatkan pecahnya membran sel plasma, terutama pada sel darah merah/eritrosit (Kurniawan, Nurulita and Bahrin, 2015).

Hasil pemeriksaan pertama menunjukkan kadar kalium tinggi palsu, sehingga petugas laboratorium menghubungi perawat yang sedang berjaga untuk mengambil sampel yang baru untuk dilakukan pemeriksaan ulang. Setelah sampel datang, sampel dibiarkan hingga membeku selama 15 menit, kemudian disentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 3000 rpm (*revolution per minute* atau putaran per menit) untuk memperoleh serum. Hasil dari sentrifugasi menunjukkan serum dalam keadaan normal dan memenuhi syarat sebagai sampel yang baik. Serum yang baik harus memenuhi persyaratan yaitu serum yang jernih, tidak hemolisis (tidak berwarna merah), tidak lipemik (tidak keruh/putih susu), dan tidak ikterik (tidak berwarna kuning kecoklatan) (Mauriska, 2021).

Dengan pengambilan sampel yang baru kadar kalium yang semula tinggi turun signifikan menjadi 3.6 mmol/L. Pemeriksaan kadar kalium pada sampel serum hemolisis dengan sampel serum non hemolisis memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Perbedaan tersebut terjadi karena serum non hemolisis mencakup semua elektrolit, antibodi, antigen, hormon, dan zat eksogen, serum berupa sampel yang digunakan dalam pemeriksaan laboratorium patologi klinik (Darmawati, 2019).

Pemeriksaan kalium dengan metode *Ion Selective Electrode* (ISE) menggunakan elektroda yang bersifat selektif terhadap ion tertentu, termasuk ion kalium. Pada sampel yang mengalami hemolisis, sel darah merah akan pecah dan melepaskan kalium intraseluler ke dalam serum. Sehingga ion kalium yang meningkat akibat hemolisis akan terdeteksi oleh elektroda dan menghasilkan kadar kalium yang tinggi. Jadi, tingginya hasil kalium bukan karena warna merah darah yang terbaca oleh alat melainkan karena adanya pelepasan ion kalium dari dalam sel darah merah ke dalam serum akibat pecahnya sel darah merah. Oleh karena itu, metode ISE tidak dipengaruhi oleh warna atau kejernihan sampel, karena alat ini bekerja berdasarkan aktivitas ion dalam larutan, bukan berdasarkan karakteristik warna. Kalium merupakan ion intraseluler yang memiliki konsentrasi tinggi di dalam eritrosit. Sehingga ketika terjadi hemolisis, kalium keluar dari dalam sel menuju serum dan terbaca oleh elektroda pada alat ISE sebagai peningkatan kadar, padahal peningkatan tersebut bukan mencerminkan kondisi fisiologis pasien. Oleh karena itu, hasil tersebut dikategorikan sebagai *false high* atau hasil tinggi palsu (Usman, 2020)

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Yin and Herskovits, 2022) salah satu analit yang sensitif terhadap hemolisis adalah kadar kalium. Konsentrasi kalium dalam sel darah merah sekitar 25 kali lebih tinggi daripada konsentrasi kalium dalam plasma, sehingga ketika darah lisis, kalium akan keluar ke dalam plasma atau serum, menyebabkan kadar kalium meningkat. Menurut (Riviana, Sistiyono and Nuryani, 2019) Semakin tinggi konsentrasi hemoglobin dalam serum, maka semakin tinggi pengaruhnya terhadap hasil pemeriksaan kimia. Oleh

karena itu, sangat penting untuk menghindari hemolisis selama pengambilan sampel darah dengan memperhatikan teknik pengambilan yang baik dan hati-hati (Usman, Siddiqui and Lodhi, 2015).

Kesalahan pra analitik seperti hemolisis akan menyebabkan pseudohiperkalemia, yaitu kondisi di mana kadar kalium dalam darah tidak mencerminkan kadar kalium yang sebenarnya dalam tubuh (Meng and Wagar, 2015). Hal ini memengaruhi pada tahap pasca analitik yang berisiko menimbulkan kesalahan pada keputusan klinis dan pemberian obat yang salah, sehingga kondisi tersebut berujung pada kejadian yang fatal dan meningkatkan risiko keselamatan pasien. Oleh karena itu, penting untuk memastikan prosedur pengambilan sampel dan penanganan sampel yang benar guna mencegah kesalahan.

Solusi pada kasus ini dapat dihindari dengan memastikan tahap pra analitik yang benar. Pada tahap penanganan sampel harus didiamkan hingga membeku untuk menghindari hemolisis. Tujuan pembekuan darah sebelum sentrifugasi adalah untuk mencegah hemolisis serum. Darah yang segera di sentrifugasi dapat mengganggu proses pembekuan koagulasi yang tidak sempurna, yaitu tidak mengubah fibrinogen menjadi fibrin. Hal inilah yang menyebabkan serum menjadi lisis (Wahyuni and Nuroini, 2021). Dan pada tahap pengiriman sampel, terutama untuk pemeriksaan elektrolit seperti kalium, metode transportasi menggunakan *pneumatic tube* sebaiknya dihindari. Hal ini dikarenakan tekanan dan kecepatan tinggi selama proses pengiriman dapat menyebabkan hemolisis pada sampel, yang pada akhirnya dapat memengaruhi akurasi hasil pemeriksaan.

Beberapa parameter yang sudah melalui penelitian yang mengalami hemolisis serta menyebabkan hasil pemeriksaan tidak akurat yaitu parameter Hemoglobin (Hb), K^+ dan LDH juga mengalami peningkatan yang signifikan ketika dikirim melalui *pneumatic tube* dengan jarak yang dekat maupun jarak jauh (Indrawati, 2023). Apabila penanganan dan pengiriman sampel dilakukan dengan tepat sesuai dengan SOP akan memberikan hasil pemeriksaan yang dapat diandalkan, karena tahap pra analitik adalah sumber utama kesalahan di Laboratorium (Wanti, Fadhilah and Tuafiqurrohman, 2020)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemeriksaan kalium menggunakan metode ISE *direct* pada sampel hemolisis menunjukkan hasil yang tinggi dibandingkan dengan serum yang tidak mengalami hemolisis

5.2 Saran

Hemolisis pada sampel darah umumnya terjadi pada tahap pra analitik, yang dapat mengakibatkan hasil laboratorium yang tidak valid. Oleh karena itu, disarankan agar pada tahap pra analitik dilakukan dengan baik dan benar untuk meningkatkan keselamatan pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiga, U. and Yogish, S. (2016) 'Hemolytic index – A tool to measure hemolysis in vitro ', *Journal of Biotechnology and Biochemistry*, 2(2), pp. 49–52.
- Apriliani, I., Santosa, B. and Sukeksi, A. (2018) *Perbedaan Kadar Elektrolit (Na,K,Cl) Pada Sampel Segera Dan Ditunda 150 Menit*. Thesis. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Armal, H.L., Khasanah, H.R. and Marlina, L. (2020) 'Pengaruh Waktu Pelepasan Tourniquet Terhadap Kadar Kalium Pada Pengambilan Darah Vena', *Poltekita : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 13(1), pp. 36–41. Available at: <https://doi.org/10.33860/jik.v13i1.30>.
- AVL Medical Instrument AG (1996) *9180 Electrolyte Analyzer Operator's Manual*. 2nd edn. USA: Roche Diagnostics.
- Bahar, M., Melani, I.S. and Yurman (2023) 'Gambaran Hasil Bilirubin Indirect Pada Bayi Umur 0-14 Hari Di Rumah Sakit Gading Medika Kota Bengkulu', *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science*, 4(2), pp. 160–167.
- Boku, A. and Suprayitno, E. (2019) *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Terhadap Kadar Gula Darah Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe Ii Di Rs Pku Muhammadiyah Yogyakarta Naskah Publikasi*. Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta.
- Cahyani, A.A.A.E. et al. (2022) 'Manajemen Pengambilan dan Pengelolaan Spesimen Darah di Laboratorium RSUD Wangaya Denpasar', *Surabaya : The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 5(5), pp. 187–194.
- Darmawati, S. (2019) 'Penentuan Golongan Darah Sistem ABO Dengan Serum Dan Reagen ANTI-Sera Metode Slide', *Gaster*, 17(1), p. 77. Available at: <https://doi.org/10.30787/gaster.v17i1.330>.
- de Jonge, G. et al. (2018) 'Interference of in vitro hemolysis complete blood count', *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 32(5). Available at: <https://doi.org/10.1002/jcla.22396>.
- Deni, N.O. (2020) *Gambaran Kadar Elektrolit Darah Natrium, Kalium, Clorida Pada Pasien Gagal Ginjal Kronik Di Rumah Sakit Umum Anwar Medika Sidoarjo*. STIKes Rumah Sakit Anwar Medika.
- Erkal, F.A. et al. (2019) 'The effect of automated hemolysis index measurement on sample and test rejection rates', *Turkish Journal of Biochemistry*, 44(5), pp. 630–634. Available at: <https://doi.org/10.1515/tjb-2018-0462>.

- Farrell, C.-J.L. and Carter, A.C. (2016) 'Serum indices: managing assay interference', *Annals of Clinical Biochemistry: International Journal of Laboratory Medicine*, 53(5), pp. 527–538. Available at: <https://doi.org/10.1177/0004563216643557>.
- Fawaz, M., Patmasari, R. and Fu'adah, R.Y.N. (2020) 'Perancangan Dan Implementasi Alat Pengukur Kadar Natrium Dalam Cairan Design And Implementation Measuring Device Of Sodium Level In Liquid', *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 7(2).
- Habibah, N.R. (2021) *Perbedaan Kadar Natrium Dan Kalium Darah Menggunakan Ion Selective Electrode (ISE) Metode Direct Dan Indirect: Literature Review*. Universitas Aisyiyah.
- Heireman, L. *et al.* (2017) 'Causes, consequences and management of sample hemolysis in the clinical laboratory', *Clinical Biochemistry*, 50(18), pp. 1317–1322. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2017.09.013>.
- Indrawati, R.A. (2023) *Pengaruh Penggunaan Pneumatic Tube System Terhadap Hasil Pengukuran Aktivitas Enzim Alt (Alanine Aminostransferase) Di Laboratorium RSA UGM*. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Irwadi, D. and Fauzan, M. (2022) 'Pemeriksaan Elektrolit Menggunakan Alat Nova 5 Electrolyte Analyzer Di Laboratorium Cyto RSUD AbdulWahab Sjahranie Samarinda', *Jurnal Teknologi Laboratorium Medik Borneo*, 2(1), pp. 17–24.
- Iziana, W.V., Widyantara, A.B. and Solikah, M.P. (2024) 'Hubungan Kadar Ureum dan Kreatinin dengan Elektrolit', *Journal Of Social Science Research*, 4(6), pp. 8902–8911.
- Kahar, H. (2017) 'Pengaruh Hemolisis Terhadap Kadar Serum Glutamate Pyruvate Transaminase (SGPT) Sebagai Salah Satu Parameter Fungsi Hati', *Surabaya : The Journal of Muhamadiyah Medical Laboratory Technologist*, 1(1), pp. 38–46.
- kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2015) *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2015*.
- Krasowski, M.D. (2019) 'Educational Case: Hemolysis and Lipemia Interference With Laboratory Testing', *Academic Pathology*, 6, p. 2374289519888754. Available at: <https://doi.org/10.1177/2374289519888754>.
- Kumari, S. *et al.* (2023) 'Impact of Pneumatic Transport System on Preanalytical Phase Affecting Clinical Biochemistry Results', *Journal of Laboratory Physicians*, 15(01), pp. 048–055. Available at: <https://doi.org/10.1055/s-0042-1750077>.
- Kurniawan, L.B., Nurulita, A. and Bahrin, U. (2015) 'Pneumatic Tube terhadap Darah Rutin dan Laktat Dehidrogenase (Pneumatic Tube on Routine Blood

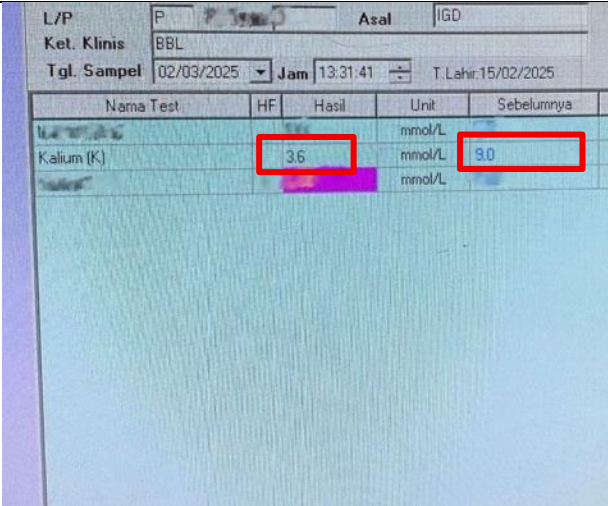
- Test and Lactate Dehydrogenase)', *indonesian journal of clinical pathology and medical laboratory*, 21(2).
- Malik, A.R. *et al.* (2023) 'Pengaruh Indeks Hemolisis Serum Terhadap Aktivitas Enzim Alkaline Phosphatase (ALP)', *Jurnal Kesehatan Siliwangi*, 4(1), pp. 412–418. Available at: <https://doi.org/10.34011/jks.v4i1.1670>.
- Mauriska, A.I. (2021) *Perbedaan Lama Pemisahan Serum Secara Langsung Dan Didiamkan 2 Jam Terhadap Kadar Asam Urat*. Thesis. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Melani, V. and Ronitawati, P. (2017) *Hubungan Asupan Natrium, Kalium, Dan Tingkat Stres Terhadap Tekanan Darah Pada Wanita Dewasa Peserta Majelis Taklim Nurul Hidayah Cipular Kebayoran Lama*. Universitas Esa Unggul.
- Meng, Q.H. and Wagar, E.A. (2015) 'Pseudohyperkalemia: A new twist on an old phenomenon', *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 52(2), pp. 45–55. Available at: <https://doi.org/10.3109/10408363.2014.966898>.
- 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(2), pp. 108–113.
- Nurmandari, I., Nuryani, S. and Supriyanta, B. (2019) 'Pengaruh Hemolisis Dalam Serum Terhadap Aktivitas Enzim Alanin Aminotransferase (ALT)', *Jurnal Labora Medika*, 3, pp. 41–44.
- Pokneangge, R.J., Tiho, M. and Mewo, Y.M. (2015) 'Perbandingan Kadar Kalium Darah Sebelum Dan Sesudah Aktivitas Fisik Intensitas Berat', *Jurnal e-Biomedik (eBm)*, 3(3). Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.35790/ebm.v3i3.11878>.
- Polapa, S.K. and Puluhulawa, N. (2023) 'Analisis Praktik Keperawatan Evaluasi Penatalaksanaan Pemberian Kcl Drips pada Kondisi Fisiologis Pasien dengan Hipokalemia di RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe', *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*, 3(7), pp. 1899–1909. Available at: <https://doi.org/10.33024/mahesa.v3i7.10391>.
- Prasetya, Y.A. (2018) *Perbedaan Kadar Kalsium dengan Menggunakan Tip Disposable dan Tip Non-Diposable*. Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Puspita, I., Kurniawan, M.R. and Riyanti, A. (2023) 'Perbandingan Pemeriksaan Glukosa Darah Puasa Dengan Menggunakan Sampel Serum Dan Plasma Edta Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2', *JoIMedLabS*, 4(2), pp. 87–94.
- Putra, I.M.A.A., Santosa, B. and Ariyadi, T. (2017) *Perbedaan Kadar Elektrolit (Na⁺, K⁺, Cl⁻) Pada Sampling Darah Vena Dengan Menggenggam Dan Tidak Menggenggam Tangan*. Universitas Muhammadiyah Semarang.

- Rahayu, A., Yulidasari, F. and Setiawan, M.I. (2019) *DASAR-DASAR GIZI*. Edited by L. Anggraini. Yogyakarta: CV Mine.
- Raya, B.A., Kurniawan, H. and Nugraha, F. (2023) 'Karakterisasi Bobot Jenis dan Identifikasi Kalsium Pada Susu Kedelai', *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 5(1). Available at: <https://doi.org/10.37311/jsscr.v5i1.15830>.
- Riviana, O., Sistiyono and Nuryani, S. (2019) 'Pengaruh Kadar Hemoglobin Dalam Serum Terhadap Hasil Pemeriksaan Kadar Albumin', *Jurnal Labora Medika*, 3, pp. 36–40.
- Saisuka-ard, J. and Chotchuang, Y. (2022) 'Errors of Electrolyte Level Analysis Caused by In-vitro Hemolysis', *Lampang Medical Journal*, 31(2), pp. 75–82.
- Simundic, A.-M. *et al.* (2020) 'Managing hemolyzed samples in clinical laboratories', *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 57(1), pp. 1–21. Available at: <https://doi.org/10.1080/10408363.2019.1664391>.
- Sun, N.N. (2022) *Analisis Kesalahan Pada Proses Pra Analitik Dan Analitik Terhadap Sampel Serum Pasien Di RSUD Budhi Asih*. Universitas Binawan.
- Teo, G. (2021) 'Diagnosis dan Tatalaksana Kegawatdaruratan Hiperkalemia', *Cermin Dunia Kedokteran Journal*, 48(8).
- Toth, J. *et al.* (2020) 'Detection of haemolysis, a frequent preanalytical problem in the serum of newborns and adults', *The Journal of the international federation of clinical chemistry and laboratory medicine (EJIFCC)*, 31(1), pp. 6–14. Available at: www.onlinedoctranslator.com.
- Ubaidillah, M.I. *et al.* (2021) 'Pengaruh Penundaan Sentrifugasi dan Penyimpanan Darah pada Kadar Kolesterol Total', *Jurnal Sains dan Kesehatan (JUSIKA)*, 5(1).
- Usman, J.I.S. (2020) 'Aplikasi Elektrolit Analyzer Dalam Menunjang Pemeriksaan Kadar Elektrolit Darah'.
- Usman, U., Siddiqui, D.J. and Lodhi, J. (2015) 'Evaluation & Control of Pre Analytical Errors in Required Quality Variables of Clinical Lab Services', *Journal of Nursing and Health Science (IOSR-JNHS)*, 4(3), pp. 54–71. Available at: <https://doi.org/10.9790/1959-04355471>.
- Wahidah, R.K. (2018) *Hubungan Tingkat Kecukupan Kalsium Dan Fosfor Dengan Kadar Kalsium Serum Pada mahasiswa DIV Analis Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang*. Universitas Muhammadiyah.
- Wahyuni, A. and Nuroini, F. (2021) 'Perbedaan Kadar Asam Urat Serum Darah Yang Dibekukan Sebelum Dicentrifuge Dan Langsung Dicentrifuge', *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 4.

- Wanti, H.D., Fadhilah, F. and Tuafiqurrohman, O. (2020) 'Pengaruh Hemolisis Dalam Serum Terhadap Aktivitas Enzim Aspartat Aminotransferase Dengan Metode Kinetik-IFCC', *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science*, 1(1), pp. 48–56.
- Yin, T. and Herskovits, A.Z. (2022) 'The Impact of Hemolysis-Index Thresholds on Plasma and Serum Potassium Measurements', *The Journal of Applied Laboratory Medicine*, 7(3), pp. 788–793. Available at: <https://doi.org/10.1093/jalm/jfab156>.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi hasil pemeriksaan Kalium

No	Gambar	Keterangan
1.		Alat Roche AVL 9180 yang digunakan untuk pemeriksaan kalium
2.		Hasil pemeriksaan kalium pada serum hemolisis (9.0 mmol/L) dan serum tidak hemolisis (3.6 mmol/L)

3.		Sampel serum hemolisis
4.		Sampel serum yang tidak hemolisis

Lampiran 2. Lembar bimbingan

LEMBAR BIMBINGAN KARYA TULIS ILMIAH

Nama : Ghina Salsabilla
 NIM : KHGE22019
 Pembimbing : Sugiah, S.Si., M. Biotck., AIFO
 Judul Penelitian : Pengaruh Sampel Hemolisis Terhadap Hasil Pemeriksaan Kalium Metode *Direct- Ion Selective Electrode (ISE)*

NO	Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
1.	11/03/2025	Konsultasi Judul	<i>[Signature]</i>
2	12/03/2025	fix Judul	<i>[Signature]</i>
3	17/03/2025	Bab I	<i>[Signature]</i>
4	20/03/2025	Bab II	<i>[Signature]</i>
5	25/03/2025	Bab II. dan I	<i>[Signature]</i>
6	26/03/2025	Bab III	<i>[Signature]</i>
7	16/04/2025	Bab III dan Bab IV	<i>[Signature]</i>
8	23/04/2025	Bab IV	<i>[Signature]</i>
9	28/04/2025	Revisi bab IV	<i>[Signature]</i>
10	30/04/2025	Bab V	<i>[Signature]</i>
11	5/05/2025	Revisi bab V . Papus	<i>[Signature]</i>
12	8/05/2025	Abstract	<i>[Signature]</i>
13	12/05/2025	PPT	<i>[Signature]</i>
14	16/05/2025	Finishing	<i>[Signature]</i>

Ketua Progam Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis
 STIKes Karsa Husada Garut

[Signature]
 Muhammad Hadi Sulhan

RIWAYAT HIDUP



Ghina Salsabilla, lahir di Garut pada tanggal 03 Maret 2003. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara, putri dari pasangan bapak Harjoni dan Ibu Herni Yuli. Penulis mengawali pendidikan formal di SDN Limbangan Tengah II pada tahun 2009 dan selesai pada tahun 2015, kemudian melanjutkan ke jenjang menengah pertama di SMPN 1 Limbangan dan lulus pada 2018. Setelah itu, penulis melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 10 Garut dan menyelesaikannya pada tahun 2021. Pada tahun 2022 penulis melanjutkan Pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Karsa Husada Garut Program Studi Diploma 3 Teknologi Laboratorium Medis.

Selama kuliah, penulis mendapatkan pengalaman Praktik Kerja Lapangan di Klinik Cisanca Samarang selama 1 minggu, Puskesmas Limbangan selama 3 minggu, penulis juga mengikuti PKMD di Selaawi Desa Samida selama 2 minggu dan Praktik Kerja Lapangan di Laboratorium RSUD Provinsi Jawa Barat Al-Ihsan Bandung selama 2 bulan.