

**HASIL PEMERIKSAAN KALIUM PADA SAMPEL HEMOLISIS
METODE ISE (*Ion Selective Electrode*) : STUDI KASUS**

KARYA TULIS ILMIAH

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

Disusun oleh:

RIFKI NURHAKIM

KHGE22028



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

2025

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik 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, 16 Mei 2025

Yang membuat pernyataan



Rifki Nurhakim

NIM : KHGE22028

LEMBAR PERSETUJUAN

**JUDUL : HASIL PEMERIKSAAN KALIUM PADA SAMPEL
HEMOLISIS METODE ISE (*Ion Selective Electrode*) : STUDI
KASUS**

NAMA : RIFKI NURHAKIM

NIM : KHGE22028

KARYA TULIS ILMIAH

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

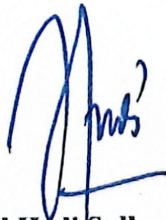
Garut, 16 Mei 2025

Menyetujui,
Pembimbing



Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd
NIP: 043298.1013.118

Mengetahui,
Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



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

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : HASIL PEMERIKSAAN KALIJUM PADA SAMPEL
HEMOLISIS METODE ISE (*Ion Selective Electrode*) : STUDI
KASUS**

NAMA : RIFKI NURHAKIM

NIM : KHGE22028

KARYA TULIS ILMIAH

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

Garut, 23 Mei 2025

Menyetujui,

Penguji 1



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

Penguji 2



Sugiah, S.Si., M.Biotek, AIFO
NIP : 043298.0122.168

Mengetahui,

Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



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

Mengesahkan,

Pembimbing



Gina Nafsa Mulmaina, SST., M.Pd.
NIP : 043298.1013.118

ABSTRAK

HASIL PEMERIKSAAN KALIUM PADA SAMPEL HEMOLISIS METODE ISE (*Ion Selective Elektrode*)

Pemeriksaan kalium adalah suatu pemeriksaan yang digunakan untuk memantau keseimbangan cairan tubuh. Sampel yang digunakan untuk pemeriksaan kalium berupa serum. Dalam pemeriksaan kalium tidak boleh menggunakan serum hemolisis karena akan menyebabkan hasil tinggi palsu. Hemolisis merupakan suatu kondisi pecahnya sel membran eritrosit yang ditandai dengan munculnya warna merah pada serum atau plasma. Hemolisis sering terjadi pada tahap pra analitik yang diakibatkan oleh penanganan spesimen yang tidak baik atau tidak sesuai. Fokus studi kasus pada penelitian ini ditemukan kadar kalium yang normal pada serum hemolisis yang berwarna merah, kemudian dilakukan verifikasi dan diketahui riwayat pemeriksaan elektrolit untuk kadar kalium sebelumnya rendah, selanjutnya pengambilan sampel baru dengan kondisi sampel normal dan didapat kadarnya rendah pada hasil pemeriksaan kalium. Sampel hemolisis (berwarna merah) yang terukur pada pemeriksaan kalium mengalami kenaikan dari sampel normal, kenaikan tersebut diakibatkan oleh pecahnya sel membran eritrosit sehingga ion kalium yang ada di dalam intraseluler akan masuk ke dalam serum yang membuat ion kalium tersebut akan ikut terbaca oleh alat Cornley K-Lite C dengan metode ISE direk. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa hasil sampel hemolisis dengan warna merah yang diperiksa menggunakan metode ISE *direct* hasilnya lebih tinggi dari pada sampel serum normal.

Kata Kunci : Hemolisis, Pemeriksaan Kalium, Metode *Direct-Ion Selective Elektrode* (ISE)

ABSTRACT

POTASSIUM TESTING RESULT IN HEMOLYSIS SAMPLES USING THE ISE (ION SELECTIVE ELECTRODE) METHOD : STUDY CASE

Potassium testing is a test used to monitor fluid balance in the body. The sample used for potassium testing is serum. Hemolyzed serum should not be used in potassium testing because it will cause false high results. Hemolysis is a condition in which red blood cell membranes rupture, characterized by the appearance of red color in serum or plasma. Hemolysis often occurs during the pre-analytical stage due to improper specimen handling or storage. The focus of this case study found normal potassium levels in hemolyzed serum with a red color. Further verification revealed a history of low potassium levels in previous electrolyte tests. A new sample was collected under normal conditions, and the potassium level was found to be low in the potassium test results. Hemolysis samples (red in color) measured in potassium testing showed an increase compared to normal samples. This increase was caused by the rupture of erythrocyte membranes, allowing potassium ions from the intracellular space to enter the serum, which were then detected by the Cornley K-Lite C device using the direct ISE method. Therefore, it can be concluded that the results of hemolyzed samples with a red color, when tested using the direct ISE method, are higher than those of normal serum samples..

Keywords: Hemolysis, Potassium Testing, Direct-Ion Selective Electrode (ISE) Method

KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang maha pengasih dan penyayang, sebab atas karunianya penulis dapat mampu menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah yang berjudul “HASIL PEMERIKSAAN KALIUM PADA SAMPEL HEMOLISIS METODE ISE (*Ion Selective Electrode*) : STUDI KASUS” dengan tepat waktu. Tujuan Karya Tulis Ilmiah ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan program pendidikan studi D3 Teknologi Laboratorium Medis STIKes Karsa Husada Garut

Dalam penyelesaian penulisan Karya Tulis Ilmiah ini, penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak seperti dalam pengajaran, bimbingan serta arahan baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan 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 Pengurus Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
3. Bapak H. Engkus Kusnadi, S.Kep., M.Kes selaku Ketua STIKes Karsa Husada Garut.
4. Bapak Muhammad Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc selaku Ketua Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis
5. Ibu Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu di tengah kesibukan beliau, memberikan kritik,

saran dan pengarahannya kepada penulis dalam proses penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.

6. Ibu Astari Nurisani, S.Tr., M.Kes selaku dosen penguji satu dan Sugiah, S.Si., M.Biotek, AIFO selaku dosen penguji dua yang telah meluangkan waktunya untuk menguji Karya Tulis Ilmiah penulis.
7. Seluruh dosen pengajar Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis STIKes Karsa Husada Garut.
8. Kedua orang tua penulis, untuk beliau berdualah Karya Tulis Ilmiah ini penulis persembahkan. Terima kasih atas segala kasih sayang yang diberikan dalam membesarkan dan membimbing penulis selama ini sehingga penulis dapat terus berjuang dalam meraih mimpi dan cita-cita.
9. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.

Penulis menyadari penyusunan Karya Tulisan Ilmiah ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan dan kemampuan dari ilmu pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga Karya Tulis Ilmiah ini bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Garut, 23 Mei 2025
Penyusun

Rifki Nurhakim
KHGE22028

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.1.1 Elektrolit.....	4
2.1.2 Pemeriksaan Elektrolit	11
2.1.3 Bahan Pemeriksaan Elektrolit	14
2.1.4 Hemolisis	17
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	21
3.4.1 Pra Analitik	22
3.4.2 Analitik.....	22
3.4.3 Pasca Analitik.....	22
3.5 Etik Studi Kasus.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Hasil Penelitian.....	24
4.2. Pembahasan	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tingkatan Indeks Hemolisis.....	18
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Kalium pada Sampel Hemolisis dan Normal	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cornley K-Lite C <i>Electrolyte Analyzer</i>	11
Gambar 2.2 Serum setelah Sentrifugasi	15
Gambar 2.3 Serum.....	15
Gambar 2.4 Jenis-jenis Serum Tidak Baik	16
Gambar 2.5 Inspeksi Visual.....	18
Gambar 2.6 Kerangka Penelitian.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Dokumentasi Penelitian.....	36
Lampiran 2 : Lembar Bimbingan KTI	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laboratorium klinik yaitu sebuah instansi kesehatan yang melayani dalam pemeriksaan spesimen klinik untuk membantu mengetahui informasi tentang kesehatan seseorang, khususnya untuk membantu upaya mengidentifikasi, mengobati dan memulihkan kesehatan. Dalam pemeriksaan di laboratorium klinik terdapat tiga tahapan penting yaitu tahap pra analitik, analitik dan pasca analitik (Khotimah dan Sun, 2022). Kesalahan sering terjadi dalam tahapan pemeriksaan laboratorium klinik yaitu dengan persentase pra analitik (60–70%), diikuti oleh tahap analitik (10–15%) dan tahap pasca analitik (15–20%) (Siregar *et al.*, 2018). Pada tahap pra analitik yang paling sering terjadi kesalahan yaitu sampel yang mengalami hemolisis (Najat, 2017).

Hemolisis suatu kondisi pecahnya sel membran eritrosit (Nugrahena, Sudarsono dan Wijayanti, 2021). Hemolisis terbagi menjadi dua yaitu hemolisis *in vivo* dan *in vitro* (Giavarina and Lippi, 2017). Hemolisis *in vivo* akibat oleh suatu penyakit contohnya yaitu anemia hemolitik sedangkan *in vitro* disebabkan penanganan sampel yang tidak tepat contohnya menggunakan jarum berukuran kecil (Nugrahena, Sudarsono and Wijayanti, 2021). Sampel yang mengalami hemolisis akan menimbulkan hasil pemeriksaan yang keliru terutama dalam bidang kimia klinik (Fadhilah, 2019). Menurut penelitian Heireman *et al.*, 2017 terdapat hasil pemeriksaan dibidang kimia klinik yang dapat dipengaruhi oleh sampel hemolisis yaitu Laktat Dehidrogenase (LDH), Aspartat Aminotransferase (AST),

Alanin Aminotransferase (ALT), urea dan elektrolit (Sebayang, Silvia *and* Sari Hutabarat, 2023).

Elektrolit merupakan suatu senyawa bermuatan yang memiliki peran penting dalam tubuh manusia yaitu dalam proses keseimbangan cairan tubuh. Pemeriksaan kadar elektrolit yang paling umum dilakukan pemeriksaan yaitu adalah klorida, kalium dan natrium (Bastian, 2023). Kalium merupakan kation utama intraseluler yang berperan penting dalam fungsi tubuh manusia (Sandala *et al.*, 2016). Pemeriksaan kadar kalium bertujuan untuk menilai keseimbangan cairan tubuh (Lieseke *and* Zeibig, 2017). Metode dalam pemeriksaan elektrolit yaitu metode ISE, fotometri kolorimetrik enzimatik dan fotometri nyala (Rahmawati, 2018). Metode ISE paling sering digunakan dibandingkan dengan fotometri kolorimetri enzimatik dan fotometri nyala karena metode ISE memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dan juga proses pemeriksaan yang lebih cepat (Usman, 2020). Dalam pemeriksaan elektrolit, terutama kalium harus menghindari sampel hemolisis. Pecahnya eritrosit dapat menyebabkan kalium intrasel akan ikut keluar ke dalam plasma/serum (Fauziah, Martsiningsih *and* Setiawan, 2021).

Syarat sampel yang bagus dalam pemeriksaan elektrolit adalah tidak mengalami hemolisis, salah satu analit yang sangat sensitif terhadap sampel yang mengalami hemolisis adalah kalium sebab menurut penelitian Perović *and* Dolčić, (2019) menyebutkan bahwa sampel hemolisis tidak boleh dilakukan pemeriksaan meskipun terlihat sedikit berwarna merah, karena akan menyebabkan tinggi palsu pada kadar kalium, sedangkan menurut penelitian Cao *et al.* (2021) menyebutkan hal lain yaitu sampel dengan hemolisis ringan atau merah muda diperbolehkan

untuk pemeriksaan kalium (Adiga *and* S, 2016). Ditemukan hasil pemeriksaan kalium dari sampel hemolisis yang mengalami perbedaan dengan sampel normal yaitu sampel hemolisis hasilnya lebih tinggi dari sampel normal.

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti tertarik untuk mengetahui tentang “Hasil Pemeriksaan Kalium pada Sampel Hemolisis Metode ISE (*Ion Selective Electrode*)”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas rumusan masalah yang diambil adalah “Bagaimana Hasil Pemeriksaan Kalium pada Sampel Hemolisis Metode ISE (*Ion Selective Electrode*)?”.

1.3 Tujuan Penelitian

Karya Tulis Ilmiah ini disusun untuk mengetahui pengaruh sampel hemolisis pada pemeriksaan kalium.

1.4 Manfaat Penelitian

Karya Tulis Ilmiah ini di harapkan dapat bermanfaat bagi mahasiswa terutama program studi D3 Teknologi Laboratorium Medis dan pembaca pada umumnya tentang pengaruh sampel hemolisis terhadap pemeriksaan kalium.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Elektrolit

Elektrolit merupakan salah satu senyawa yang berperan penting dalam fungsi tubuh manusia. Elektrolit termasuk ke dalam mineral, mineral terbagi menjadi dua yaitu makromineral dan mikromineral.

1) Makromineral

Makromineral merupakan mineral yang kebutuhannya cukup besar lebih dari 100 mg/hari yang terdiri dari kalsium, fosfor, magnesium, sulfur, kalium, klorida dan natrium yang memiliki fungsi untuk menjaga keseimbangan cairan tubuh, mengatur fungsi otot dan juga mendukung kerja sistem saraf, apabila kurang dari kebutuhan tersebut akan menimbulkan gejala yang sangat fatal seperti kejang hingga koma.

2) Mikromineral

Mikromineral merupakan mineral yang memiliki jumlah yang sangat kecil di dalam tubuh dengan kebutuhan sekitar kurang dari 100 mg/dL yang terdiri dari besi (Fe), *zinc* (Zn), tembaga (Cu), iodium (I) mangan (Mn), molibdenum (Mo) dan selenium (Se). Mikromineral berfungsi dalam pembentukan sel darah merah, sistem imun, metabolisme energi dan kesehatan tulang. Mikromineral merupakan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh dengan jumlah kadar kurang dari 100 mg/hari, apabila kebutuhan mikromineral kurang dari kebutuhan harian maka akan menyebabkan fungsi metabolik tubuh yang menurun yang membuat keadaan tubuh tidak optimal dan sebaliknya jika

melebihi kebutuhan mikromineral yang dianjurkan maka akan menjadi racun bagi tubuh.

Dalam kehidupan sehari-hari, asupan elektrolit dalam tubuh harus seimbang, terutama air dan makanan seperti buah-buahan, sayuran dan produk susu. Tanpa keseimbangan elektrolit yang tepat, tubuh bisa mengalami dehidrasi, kelelahan, hingga gangguan kesehatan yang lebih serius (Nanda Putra *and* Mardainis, 2017; Az Zahra, Diaty *and* Normahya, 2024).

2.1.1.1 Jenis Elektrolit

Terdapat beberapa elektrolit terbagi menjadi dua yaitu anion dan kation. Untuk kation terdiri dari natrium, kalium, kalsium dan magnesium, sedangkan anion yaitu klorida dan fosfat (Irwadi *and* Fauzan, 2022). Dari jenis elektrolit tersebut yang digunakan sebagai skrining pemeriksaan di laboratorium yaitu kalium, natrium dan klorida (Novitha *et al.*, 2024).

1) Natrium

Natrium merupakan salah satu kation terbanyak di dalam cairan ekstraseluler yaitu sekitar 35-40% ada di dalam kerangka tubuh dengan jumlah mencapai 60 mmol/Kg berat badan dan hanya sedikit di intrasel yaitu kisaran 10-14 mmol/L, dengan nilai normal 135 hingga 145 mEq/L dalam serum. Dalam kondisi normal, proses ekskresi natrium diatur oleh ginjal sehingga dapat mempertahankan keseimbangan antara masuk dan keluarnya volume cairan ekstrasel agar tetap stabil. Tekanan osmotik cairan ekstraseluler, sekitar lebih dari 90% ditentukan natrium klorida (NaCl) dan

natrium bikarbonat (NaHCO_3) sehingga perubahan tekanan osmotik pada cairan ekstraseluler menggambarkan suatu perubahan kadar natrium (Setyawan, 2021).

2) Kalium

Kalium merupakan kation utama intraseluler yang memiliki peran penting dalam berbagai fungsi tubuh. Elektrolit ini memiliki jumlah kadar lebih banyak di intraseluler daripada cairan ekstraseluler. Konsentrasi kalium dalam cairan intraseluler adalah sekitar 150 mmol/L sedangkan konsentrasi kalium dalam cairan ekstraseluler dijaga dengan ketat antara 3,5 dan 5,5 mmol/L (Zacchia *et al.*, 2016). Kalium lebih banyak diekskresikan ke dalam urine dan kulit.

3) Klorida

Klorida merupakan salah satu elektrolit anion utama ekstrasel di dalam tubuh. Pada orang dewasa kadar jumlah klorida yang normal sekitar 30 mEq/Kg, yaitu sekitar 88% di ekstrasel dan 12% dalam intrasel. Bayi memiliki konsentrasi klorida lebih tinggi dibandingkan dengan orang dewasa (Tambajong, Rambert *and* Wowor, 2016). Klorida berfungsi dalam membantu regulasi volume darah, keseimbangan asam basa dan juga tekanan arteri. Nilai rujukan dari kadar klorida dalam tubuh yaitu sekitar 98-108 mEq/L (Azizah *and* Aliviameita, 2019).

4) Kalsium

Kalsium adalah mineral yang berperan penting dalam tubuh manusia dan juga merupakan salah satu mineral yang paling banyak dibutuhkan oleh tubuh

manusia. Kalsium memiliki berbagai manfaat seperti membantu dalam proses pembentukan tulang dan gigi serta diperlukan juga dalam pembekuan darah, kontraksi otot, transmisi sinyal pada sel saraf. Kalsium juga dapat membantu mencegah terjadinya osteoporosis. Di dalam tubuh manusia kalsium merupakan salah satu unsur mineral yang memiliki jumlah yang lebih banyak dari unsur mineral yang lain yaitu diperkirakan sekitar 2% berat badan orang dewasa atau 1,0 – 1,4 Kg merupakan kalsium dan pada bayi hanya 25-30 gram (Amran, 2018). Nilai normal kadar kalsium adalah 8,6 – 10,7 mg/dL (Amalia, Arsyad *and* Khafifah, 2024).

5) Magnesium

Magnesium adalah suatu komponen mikronutrien yang memiliki peran dalam proses metabolisme dan kekuatan otot. Magnesium merupakan suatu kation yang memiliki jumlah terbanyak keempat di dalam tubuh setelah kalsium, kalium dan juga natrium, selain itu juga magnesium merupakan suatu kation intraseluler yang mempunyai jumlah terbanyak kedua setelah kalium dengan persentase sekitar 66% magnesium terdapat dalam tulang, sebanyak 33% di intraseluler dan sisanya 1% terdapat di ekstraseluler (Pagitta, 2017). Kadar nilai normal magnesium yaitu kisaran 1,6 sampai 2,6 mg/dL (Mudeng, Paruntu *and* Assa, 2016).

6) Fosfat

Fosfat merupakan salah satu elektrolit yang berperan penting dalam tubuh manusia karena jumlahnya sekitar 1% dari berat tubuh total. Fosfat dalam serum normal memiliki kadar kisaran antara 2,5 hingga 4,5 mg/dL. Fosfat

mudah diperoleh dalam makanan seperti susu, biji-bijian, ikan, unggas, telur, daging dan kacang tanah (Calvo *and* Lamberg-Allardt, 2015). Fosfat juga berperan dalam mineralisasi gigi dan selain itu juga fosfat berperan dalam mineralisasi matriks tulang (Michigami *and* Ozono, 2019).

2.1.1.2 Gangguan Keseimbangan Elektrolit

Gangguan keseimbangan elektrolit merupakan kondisi terjadinya kelebihan atau kekurangan kadar ion di dalam plasma (Oktari, Deli *and* Hasneli, 2021). Terdapat beberapa gangguan keseimbangan elektrolit di dalam tubuh tapi yang memiliki pengaruh yang besar dan berakibat fatal yaitu natrium, kalium dan klorida (Agustini, 2019) yang diuraikan sebagai berikut :

1) Hipernatremia

Hipernatremia diartikan sebagai adanya peningkatan kadar natrium lebih dari 145 mmol/L (Setyawan, 2021). Hipernatremia disebabkan oleh luka bakar, muntah, diare dan pemberian natrium bikarbonat yang tidak sesuai. Gejala yang dapat ditemukan pada hipernatremia yaitu lesu, lemas, mudah marah, kejang dan koma (Johan, 2021).

2) Hiponatremia

Hiponatremia adalah suatu kondisi dimana konsentrasi natrium dalam darah kurang dari nilai normal. Hiponatremia disebabkan oleh muntah berkepanjangan, diare berat, defisiensi mineralokortikoid, terapi diuretik, diuresis osmotik, gagal jantung, sirosis atau oleh penyebab renal seperti sindrom nefrotik. Gejala yang muncul pada hiponatremia seperti mual dan malaise menjadi nyeri kepala dan letargi pada kasus berat yaitu terjadi kejang,

koma, dan bahkan henti napas, ada juga gejala minor seperti sakit kepala, mual, muntah, kram otot, dan bahkan lesu. Mual dan muntah menandakan terjadinya peningkatan tekanan intrakranial (Carmenita, 2023).

3) Hiperkalemia

Hiperkalemia merupakan suatu kondisi dimana konsentrasi atau kadar kalium di dalam tubuh melebihi nilai normal. Hiperkalemia terjadi ketika tubuh tidak mampu menyeimbangkan kerja ginjal untuk mengeluarkan kalium dari dalam tubuh. Penyakit yang dapat mengakibatkan akumulasi kelebihan kalium yaitu gagal ginjal akut maupun kronik, penggunaan obat kalium diuretik, dan sekresi aldosteron yang tidak cukup. Gejala dari hiperkalemia yaitu seperti mual, muntah, nyeri dada, sesak napas, jantung berdebar dan henti jantung (Adiwardhana *et al.*, 2023).

Pseudohiperkalemia, yaitu dimana terjadi peningkatan palsu kadar kalium disebabkan oleh keluarnya kalium ke ekstraseluler selama atau setelah pungsi vena. Pseudohiperkalemia dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti genggam tangan terlalu kencang, mempunyai penyakit trombositosis, leukositosis atau eritrositosis dan ansietas akut pada alkalosis respiratorik. Risiko terjadinya pseudohiperkalemia dapat meningkat pada sampel darah yang disimpan dalam *syringe* dibandingkan dalam tabung vakum, karena dapat meningkatkan risiko hemolisis karena kalium cenderung meningkat pada kondisi hemolisis selain itu juga penggunaan *tourniquet* terlalu lama atau lebih dari satu menit saat pengambilan darah juga dapat meningkatkan risiko pseudohiperkalemia (Teo, 2021).

4) Hipokalemia

Hipokalemia merupakan suatu keadaan dimana tubuh mengalami penurunan jumlah kalium di dalam tubuh. Penurunan tersebut bisa dipengaruhi oleh beberapa hal seperti diet berlebih, muntah-muntah dan juga penggunaan obat diuretik ginjal. Hipokalemia juga bisa disebabkan oleh faktor lain seperti perpindahan dari kalium intraseluler ke ekstraseluler (*transcellular shift*) secara berlebihan, serta cadangan kalium yang berkurang dengan signifikan (Adiwardhana *et al.*, 2023). Hipokalemia ini tidak bisa dibiarkan begitu saja karena dapat menyebabkan frekuensi denyut jantung melambat (Hadits Lissentiya Armal, Heti Rais Khasanah *and* Leni Marlina, 2020).

5) Hiperkloremia

Hiperkloremia didefinisikan sebagai peningkatan konsentrasi klorida dalam cairan plasma. Hiperkloremia dapat disebabkan oleh dehidrasi, terpapar zat klorida secara berlebihan seperti tenggelam di air laut, asidosis metabolik, demam, luka bakar, keringat berlebih dan juga olahraga, gejala yang ditimbulkan yaitu diare, muntah, kelelahan, dehidrasi, kelemahan otot, dan kesulitan bernafas. (Nagami, 2016; Darragh-Hickey *et al.*, 2022).

6) Hipokloremia

Hipokloremia suatu kondisi kadar klorida mengalami penurunan sebesar <98 mmol/L dalam serum. Hipokloremia disebabkan oleh penggunaan diuretik *loop*, diuresis osmotik, muntah, diare, dan luka bakar. Hipokloremia

tidak memiliki tanda dan gejala yang spesifik (Akoum *et al.*, 2021; Nozaki *et al.*, 2023).

Selain itu juga kadar elektrolit serum akan mengalami gangguan atau ketidakseimbangan yang mengakibatkan kadar elektrolit dapat berubah atau bahkan menunjukkan kadar tinggi atau rendah dengan orang yang mengalami penyakit hati kronis (sirosis hati), hipoproteinemia, rawat inap yang berkepanjangan dengan nutrisi parenteral total (Kakati *et al.*, 2024).

2.1.2 Pemeriksaan Elektrolit

Pemeriksaan Elektrolit memiliki berbagai metode seperti fotometer nyala, ISE (*Ion Selective Electrode*) dan kolorimetrik enzimatik (Garcia *et al.*, 2018).

1) ISE (*Ion Selective Electrode*).



Gambar 2.1 Cornley K-Lite C *Electrolyte Analyzer*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Ion Selective Electrode adalah sensor potensiometri yang digunakan untuk mendeteksi perbedaan potensial antara dua setengah sel dalam sel elektrokimia. Ketika perbedaan potensial ini dihasilkan pada membran selektif dan antarmuka larutan, hal ini sebanding dengan logaritma aktivitas ionik atau konsentrasi ion yang sedang diukur (Datta *and* Chopra, 2022).

Metode ini sangat sensitif terhadap sampel hemolisis karena dapat mengganggu hasil elektrolit (Kalaria *et al.*, 2021).

Terdapat dua metode utama pada metode ISE yaitu *direct ion selective electrode* (dISE) atau langsung dan ISE tidak langsung (*Indirect*) (Gohel, Makadia and Chakrabarti, 2021).

a) Metode *Direct-Ion Selective Electrode* (dISE)

ISE direk merupakan suatu metode yang dilakukan pemeriksaan secara langsung pada sampel plasma, serum dan darah utuh tanpa melalui pengenceran terlebih dahulu. Metode inilah yang umumnya digunakan pada laboratorium gawat darurat, sehingga estimasi waktu pemeriksaan lebih cepat (Usman, 2020).

b) *Indirect-Ion Selective Electrode* (iISE)

ISE Indirek atau tidak langsung merupakan metode pemeriksaan yang dilakukan untuk mengukur elektrolit dengan cara dilakukan langkah predilusi tetap dengan pengencer terlebih dahulu dengan rasio 1:20 hingga 1:34 tergantung pada analit (Kakati *et al.*, 2024). Dari pengenceran tersebut memungkinkan pengukuran dengan volume sampel yang lebih rendah dan untuk memperluas rentang konsentrasi yang dapat diukur (Datta and Chopra, 2022).

Cara kerja dari metode ISE yaitu untuk menghitung kadar ion sampel dengan membandingkan kadar ion yang tidak diketahui nilainya dengan kadar ion yang diketahui nilainya. Prinsipnya membran ion selektif pada alat akan terjadi suatu reaksi dengan elektrolit sampel. Membran berfungsi

dalam penukar ion yang akan bereaksi terhadap perubahan listrik ion sehingga akan menyebabkan perubahan potensial membran. Perubahan potensial membran ini diukur dan dihitung menggunakan suatu rumus yang disebut *nest*, hasilnya kemudian dihubungkan dengan amplifier dan akan ditampilkan alat (Irwadi *and* Fauzan, 2022).

2) Fotometer secara Kolorimetrik Enzimatik

Fotometer merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya yang diserap (Yulia Sandra *et al.*, 2016). Enzimatik *Assay* merupakan suatu pengujian untuk menilai reaksi enzim ketika ditambahkan suatu zat yang nantinya akan menimbulkan warna yang disebut dengan kolorimetri. Kolorimetri adalah suatu teknik yang melibatkan estimasi kuantitatif warna yang sering digunakan dalam penyelidikan biokimia. Warna dapat diproduksi oleh zat apa pun ketika berikatan dengan kromogen pembentuk warna. Perbedaan warna yang dihasilkan akan berbanding lurus dengan konsentrasi senyawa yang diukur. Panjang gelombang yang digunakan yaitu dengan rentang 380 nm hingga 780 nm sehingga akan membentuk pita cahaya tampak dalam spektrum elektromagnetik (Gummadi *and* Kommoju, 2019; Kim *et al.*, 2021).

Reaksi enzimatik untuk uji kalium didasarkan pada konversi fosfoenolpiruvat menjadi piruvat oleh kalium piruvat yang bergantung pada kinase. Dengan adanya reduksi nikotinamida adenin dinukleotida (NADH), piruvat yang dihasilkan diubah menjadi laktat dalam reaksi yang dikatalisis oleh laktat dehidrogenase. Konsentrasi kalium yang ada dalam sampel

sebanding dengan pengurangan kerapatan optik pada 380 nm sebagai fungsi oksidasi NADH menjadi nikotinamida adenin teroksidasi dinukleotida (NAD). (Garcia *et al.*, 2018).

3) Fotometer Nyala (*Flame photometry*)

Fotometri nyala adalah salah satu metode potensiometri langsung tertua yang biasa digunakan untuk mengukur konsentrasi natrium, kalium, dan litium dalam sampel serum dan urine. Prinsip fotometri nyala didasarkan pada sifat kimia logam alkali tanah pada suhu tinggi yang menyerap energi dari sumber panas yang dialirkan ke kondisi eksitasi dalam bentuk atom. Ketika mereka kembali ke keadaan energi awal, radiasi dilepaskan pada panjang gelombang tertentu yang berada di wilayah spektrum tampak. Dengan demikian, emisi sebanding dengan konsentrasi ion yang ada pada sampel (Garcia *et al.*, 2018).

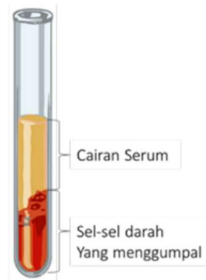
Dalam pemeriksaan elektrolit harus menghindari sampel hemolisis karena akan mengganggu berbagai hasil elektrolit pada semua metode (diasys, 2019; Kalaria *et al.*, 2021).

2.1.3 Bahan Pemeriksaan Elektrolit

Pemeriksaan elektrolit dapat menggunakan *whole blood*, plasma, serum, urine, keringat, feses, dan cairan tubuh (Usman, 2020) yang paling umum digunakan adalah sampel serum.

Serum diperoleh dengan cara sampel darah non-anti koagulan dibiarkan menggumpal dalam tabung selama 15 sampai 30 menit, kemudian dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit sehingga akan

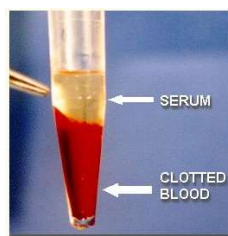
terpisah antara cairan kuning (serum) dan padat (darah) (Subiyono, Martsiningsih *and* Gabrela, 2016; Nurhidayanti, Juraijin *and* Setiani, 2023) seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.2 Serum setelah sentrifugasi

Sumber : Rosita, Agus Cahya *and* Rahma Arfira, 2019

Serum merupakan bagian dari cairan darah. Serum tidak mengandung sel-sel darah dan faktor-faktor pembekuan darah lainnya melainkan mengandung berbagai protein-protein koagulasi dan protein yang tidak terkait dengan hemostasis. Ketika proses koagulasi berlangsung secara abnormal, maka serum mungkin akan mengandung beberapa sisa fibrinogen dan produk pemecahan fibrinogen atau protrombin yang belum di konvensi (PRASINI, 2018). Serum yang normal memiliki ciri berwarna kuning jernih tanpa adanya hemolisis, lipemik, maupun ikterik. (Nur Ramadhani *et al.*, 2019; Intan Mauriska, 2021), seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.3 Serum

Sumber : Anitasari, 2020

2.1.2.1 Jenis-Jenis Serum yang Tidak Normal

1) Serum Hemolisis

Serum hemolisis merupakan suatu kondisi pecahnya sel membran eritrosit selama proses pengambilan sampel. Serum hemolisis memiliki ciri yaitu berwarna merah dan juga hemolisis dapat mengganggu berbagai metode pemeriksaan (Lieseke & Zeibig, 2018).

2) Serum Lipemik

Serum lipemik memiliki ciri tampak keruh seperti putih susu yang disebabkan oleh tingginya kadar lipoprotein dalam serum, yang dapat dilihat secara visual. Kekeruhan yang terjadi diserum lipemik karena adanya penumpukan lipoprotein yang bisa mengakibatkan serum menjadi keruh, diantaranya kilomikron yang menjadi faktor utama dari masalah ini (Arini, 2021).

3) Serum Ikterik

Serum ikterik disebabkan oleh tingginya kadar bilirubin di dalam sampel darah yang ditandai dengan serum yang berwarna kuning coklat. Serum ikterik dapat mengganggu pembacaan fotometer dengan panjang gelombang 400-500 nm dikarenakan warna serum berwarna kuning coklat (Sustiyono *and* Widada, 2023).



Gambar 2.4 Jenis-jenis Serum Tidak Baik

Sumber : Kurniati, Nuryani *and* Martono, 2019

2.1.4 Hemolisis

Hemolisis adalah suatu kondisi adanya kerusakan pada sel membran eritrosit yang ditandai dengan adanya peningkatan konsentrasi hemoglobin bebas sel di dalam serum atau plasma. Hemolisis ini mengakibatkan terjadinya pelepasan hemoglobin dan komponen intraseluler lainnya ke dalam serum atau plasma. Hemolisis terdapat tiga kategori yaitu ringan, sedang dan berat (Lippi *et al.*, 2019).

2.1.5.1 Penyebab Hemolisis

Hemolisis dapat terjadi baik secara *invivo* maupun *invitro*. Hemolisis *invivo* dapat disebabkan oleh faktor suatu keadaan atau penyakit seperti anemia hemolitik baik genetik atau didapat. Sedangkan *invitro* disebabkan oleh suatu prosedur yang salah dalam proses penanganan spesimen (Pra Analitik) (Azman *et al.*, 2019).

Hemolisis dikaitkan dengan kerusakan sel darah merah ke dalam serum atau plasma di sekitarnya. Gangguan hemolisis dalam pemeriksaan laboratorium disebabkan oleh beberapa faktor, yang meliputi lepasnya komponen intraseluler sel darah, gangguan spektrometri (Menyebabkan pembacaan yang abnormal) (Giavarina and Lippi, 2017).

Hemolisis terjadi ketika sel darah merah mengalami lisis secara mekanis yang diakibatkan oleh penarikan yang lambat pada saat pengambilan darah, penggunaan jarum dengan diameter yang lebih kecil dari diameter sel darah merah, menarik kembali dengan cepat pada alat pendorong jarum suntik, mengeluarkan darah pada tabung secara paksa, menghomogenkan

dengan terlalu keras atau mengambil sampel sebelum alkohol pada area yang akan diambil belum kering. Tanda serum mengalami hemolisis yaitu memiliki ciri berwarna merah muda (hemolisis ringan) atau merah (hemolisis berat) setelah sentrifugasi (Larson, 2016).

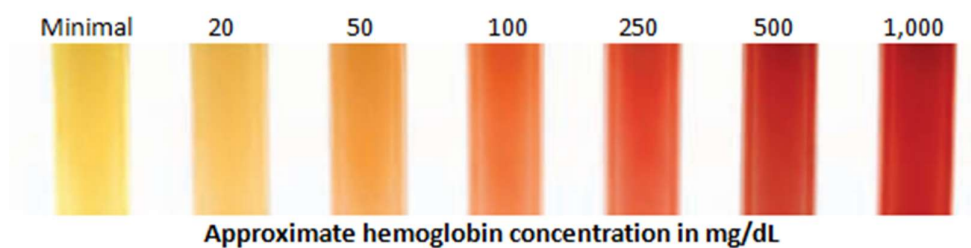
2.1.5.2 Indeks Hemolisis

Indeks hemolisis merupakan suatu ukuran atau skala yang dilihat secara visual ditentukan berdasarkan intensitas warna dan pengukuran kadar hemoglobin yang terdapat pada sampel (Adiga *and* S, 2016). Di bawah ini merupakan tabel tingkatan indeks hemolisis dan juga gambar inspeksi visual.

Tabel 2.1 Tingkatan Indeks Hemolisis

Indeks Hemolisis	Satuan	Tampilan Serum	Derajat Hemolisis
< 20	mg/dL	Kuning/Bening	Tidak Hemolisis
20-100	mg/dL	Merah Muda	Hemolisis Ringan
200-300	mg/dL	Merah	Hemolisis Sedang
>400	mg/dL	Merah Tua	Hemolisis Berat

Sumber : Adiga *and* S, 2016



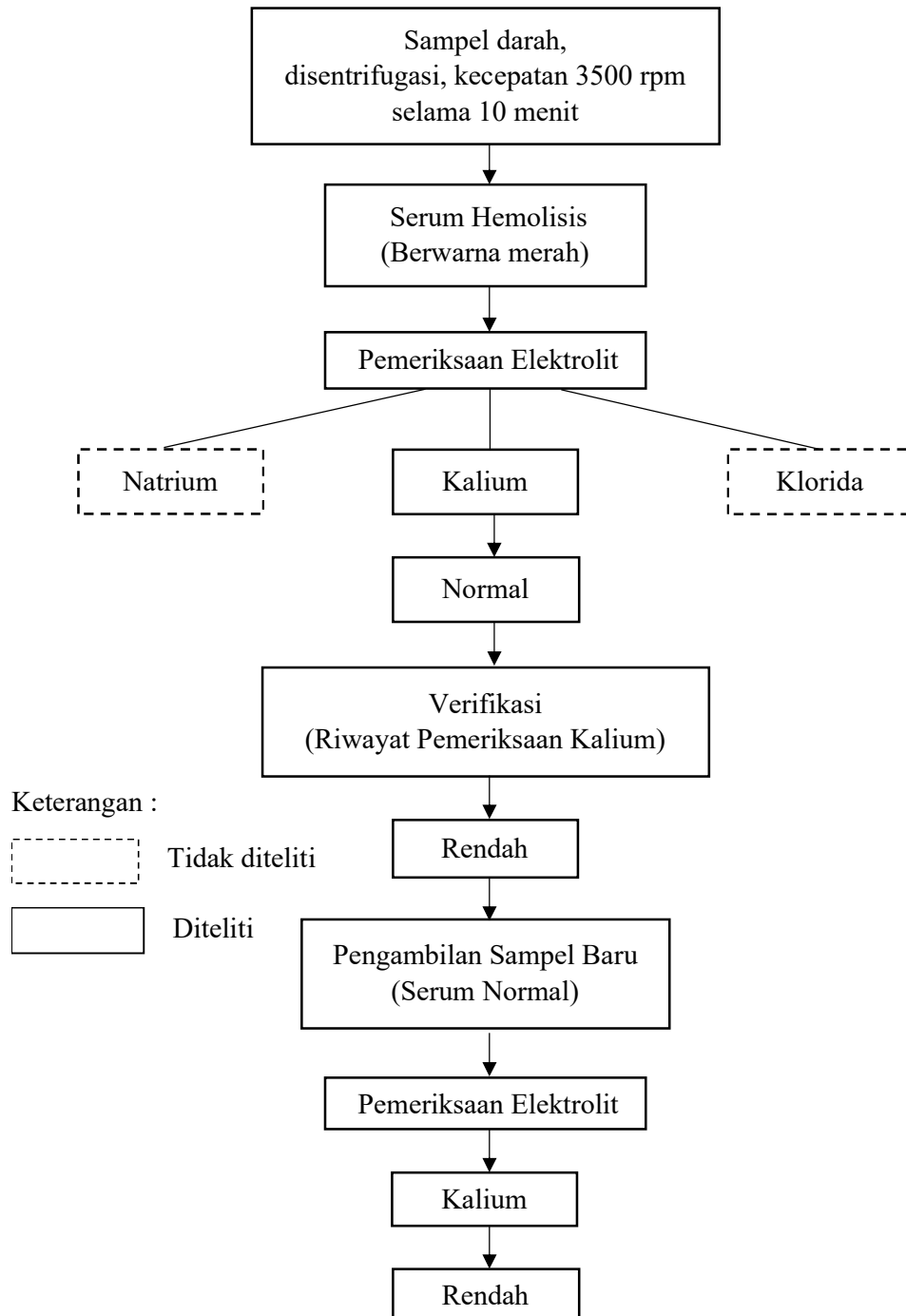
Gambar 2.5 Inspeksi Visual

Sumber : Adiga *and* S, 2016

Indeks hemolisis berfungsi dalam menentukan kelayakan atau diterima tidaknya suatu pemeriksaan terutama dalam bidang kimia klinik ketika sampel mengalami hemolisis. Terdapat beberapa parameter kimia

klinik yang dapat terganggu berdasarkan tingkatan indeks hemolisis (Ishiguro *et al.*, 2023). Menurut penelitian Yang *et al.*, (2022) pada tingkatan indeks hemolisis <20 mg/dL (tidak hemolisis) cenderung tidak mengalami gangguan pada hasil pemeriksaan bidang kimia klinik, ketika indeks hemolisis mencapai 100 mg/dL (hemolisis ringan) terjadi perubahan hasil pada parameter Protein Total, Kalium, CO₂, Bilirubin Total, LDH (Laktat Dehidrogenase), kolinesterase, Albumin dan AST (Aspartat Aminotransferase) pada tingkatan HI 200-300 mg/dL (hemolisis sedang) ada penambahan parameter yang terpengaruh yaitu fosfor, kreatin kinase, γ -GGT (*Gamma Glutamil Transpeptidase*), magnesium, HDL (*High Density Lipoprotein*), glukosa, alkali fosfatase dan ALT (Alanin Aminotransferase) ketika indeks hemolisis >400 mg/dL (Hemolisis Berat) parameter terpengaruh yaitu Fe.

2.2 Kerangka Penelitian



Gambar 2.6 Kerangka Penelitian

BAB III

METODE STUDI KASUS

3.1 Rancangan Studi Kasus

Penelitian ini mendeskripsikan kasus mengenai bidang kimia klinik tentang pengaruh hasil pemeriksaan kalium pada sampel hemolisis metode ISE (*Ion Selective Electrode*) menggunakan alat Cornley K-Lite C *Electrolyte analyzer*.

3.2 Objek Studi Kasus

Objek penelitian pada kasus ini menggunakan spesimen serum yang mengalami hemolisis berwarna merah.

3.3 Fokus Studi Kasus

Fokus studi kasus pada penelitian ini ditemukan nilai kadar kalium sebesar 4,2 mmol/L dalam kondisi sampel mengalami hemolisis tapi hasil tersebut termasuk normal. Dilakukan verifikasi hasil pada riwayat pemeriksaan dan ditemukan hasil sebelumnya rendah yaitu 3,4 mmol/L. Dilakukan pengambilan sampel baru dengan kondisi spesimen normal berwarna kuning jernih dan didapat nilai kadar kaliumnya 3,0 mmol/L yang termasuk rendah.

3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus

Data pada studi kasus ini diketahui dengan ditemukannya kadar kalium yang normal pada serum hemolisis yang berwarna merah, kemudian dilakukan verifikasi dan diketahui riwayat pemeriksaan elektrolit untuk kadar kalium sebelumnya rendah, selanjutnya pengambilan sampel baru dengan kondisi sampel normal dan didapat kadarnya rendah pada hasil pemeriksaan kalium. Di bawah ini merupakan tahapan ditemukannya kasus dalam pemeriksaan kalium.

3.4.1 Pra Analitik

- 1) Sampel diterima dalam sepuit lakukan pencocokan identitas serta pencatatan identitas pasien di buku data pasien.
- 2) Dipindahkan ke dalam tabung kuning yang berisi gel *activator*.
- 3) Dilakukan *centrifugasi* selama 10 menit dengan kecepatan 3500 rpm, didapat serum mengalami hemolisis dengan berwarna merah.

3.4.2 Analitik

- 1) Masukkan data pasien ke dalam alat Cornley K-lite C.
- 2) Klik Serum, dan tunggu.
- 3) Buka penutup probe dan tekan *Aspirate*.
- 4) Usap selang probe dengan tisu, tutup kembali.
- 5) Hasil muncul di *display* yaitu kadar kalium 4,2 mmol/L .

3.4.3 Pasca Analitik

- 1) Melakukan pencatatan hasil ke dalam buku data pasien
- 2) Konfirmasi atau verifikasi hasil dengan dilihat riwayat pasien di komputer yang sudah menggunakan SIL (Sistem Informasi Laboratorium), dan didapat bahwa hasil sebelumnya 3,4 mmol/L untuk kalium sehingga perlu pengambilan sampel baru.
- 3) Dilakukan pengambilan sampel baru dan didapat hasil untuk kadar kalium 3,0 mmol/L.
- 4) Setelah sesuai klik verifikasi hasil.

3.5 Etik Studi Kasus

Penelitian studi kasus ini dilakukan dengan prinsip adil, baik dan juga terhormat. Adil dilakukan dengan tidak membedakan objek penelitian, baik dilakukan dengan tidak menimbulkan kerugian pada objek penelitian, dan hormat dilakukan dengan meminta izin terlebih dahulu dan juga menjaga kerahasiaan pihak terkait.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Kadar kalium pada sampel yang mengalami hemolisis tercatat sebesar 4,2 mmol/L, yang masih berada dalam batas normal. Namun, setelah dilakukan verifikasi dengan riwayat pemeriksaan sebelumnya, ditemukan bahwa kadar kalium sebelumnya lebih rendah, yaitu 3,4 mmol/L. Sehingga Untuk memastikan akurasi hasil, dilakukan pengambilan sampel baru dengan kondisi spesimen yang normal, berwarna kuning jernih. Hasil pemeriksaan pada sampel normal tersebut menunjukkan kadar kalium sebesar 3,0 mmol/L, yang tergolong rendah. Data lengkap terkait hasil tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Kalium pada sampel hemolisis dan normal

Pemeriksaan Kalium			
Sampel	Hasil	Satuan	Nilai Rujukan
Hemolisis	4,2	mmol/L	3,5-5,5
Normal	3,0	mmol/L	3,5-5,5

Berdasarkan tabel 4.1 diketahui kadar kalium pada sampel hemolisis lebih tinggi dari sampel normal dengan perbedaan hasil sebesar 1,2 mmol/L. Pada sampel hemolisis kadarnya normal sedangkan sampel normal kadarnya rendah.

4.2. Pembahasan

Kalium merupakan kation utama intraseluler dengan konsentrasi 98% ditemukan dalam intraseluler dan hanya 2% di ekstraseluler (Nathania, 2019). Pemeriksaan kadar kalium berfungsi untuk mengetahui kadar kalium yang ada di dalam tubuh. Dengan mengukur kadar kalium dapat membantu untuk memantau frekuensi jantung, apabila kadarnya menurun akan berisiko mengalami irama

jantung melambat, sedangkan apabila kadarnya meningkat dapat memicu pada aritmia jantung atau bahkan henti jantung (Hadits Lissentiya Armal, Heti Rais Khasanah *and* Leni Marlina, 2020), sehingga pemeriksaan kalium sangat penting untuk memantau kesehatan seseorang.

Pemeriksaan elektrolit yang paling umum dilakukan oleh klinisi adalah kalium, natrium dan juga klorida karena termasuk makromineral yang memiliki peran yang sangat penting di dalam tubuh dan apabila mengalami gangguan pada ketiga komponen tersebut akan berakibat fatal bagi tubuh dari kejang hingga menyebabkan meninggal dunia (Agustini, 2019; Shrimanker *and* Bhattarai, 2023), sehingga membuat ketiga komponen elektrolit tersebut sering dilakukan secara bersamaan dan harus segera diukur pada pasien kritis atau situasi darurat, metode yang digunakan untuk memeriksa ketiga komponen tersebut yaitu metode ISE (*Ion Selective Electrode*) (AKDAĞ *et al.*, 2022), sedangkan komponen lain seperti kalsium, magnesium dan fosfor menggunakan metode yang berbeda dan lebih lama (Rahmawati, 2018). Cornley K-Lite C merupakan salah satu alat untuk menganalisis elektrolit, alat ini menggunakan metode ISE *direct*. Metode ISE *direct* ini memiliki keunggulan salah satunya adalah pemeriksaan yang cepat tanpa adanya pengenceran terlebih dahulu dan menurut Gohel, Makadia *and* Chakrabarti, (2021) menyebutkan bahwa metode ISE *direct* hasilnya tidak terpengaruh oleh adanya kandungan protein dan lipid yang tidak normal, sedangkan hasil ISE *indirect* akan terpengaruh. Metode ini sangat sensitif terhadap sampel hemolisis bukan karena warnanya tapi hasil dari pecahnya eritrosit yang akan meningkatkan kadar kalium dalam serum (Usman, 2020).

Dalam pemeriksaan kalium spesimen yang baik adalah sampel normal yaitu berwarna kuning muda. Sampel yang mengalami lipemik, dan ikterik cenderung tidak mengganggu pemeriksaan kalium sedangkan hemolisis dapat mengganggu pemeriksaan tersebut berdasarkan data dari Cobas, (2021) batas kadar untuk sampel ikterik yang diperbolehkan untuk pemeriksaan kalium yaitu dengan syarat tidak lebih dari 60 mg/dL untuk kadar bilirubinnya sedangkan sampel lipemik tidak memiliki gangguan terhadap kadar kalium meskipun kadar trigliseridanya sebesar 2000 mg/dL, kalau sampel hemolisis tidak dianjurkan untuk dilakukan pemeriksaan kalium karena akan cenderung meningkat palsu.

Pada tabel 4.1 terdapat perbedaan hasil yang dimana sampel hemolisis lebih tinggi daripada sampel normal dengan perbedaan kadar sebesar 1,2 mmol/L hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Perović *and* Dolčić (2019) yang menyebutkan bahwa salah satu analit yang sensitif terhadap gangguan hemolisis adalah kadar kalium. Ketika darah lisis, kalium yang merupakan cairan di dalam intraseluler akan keluar ke dalam plasma/serum yang merupakan cairan ekstraseluler, menyebabkan kadar kalium meningkat akibat pecahnya sel eritrosit, bahkan jika hemolisis sedikit berwarna merah pada serum, karena kalium lebih banyak di intraseluler daripada ekstraseluler (Lippi *et al.*, 2019). Konsentrasi kalium dalam sel darah merah sekitar 25 kali lebih tinggi daripada plasma. Murniati *et al.* (2015) menyebutkan bahwa kadar kalium di intraseluler yaitu 140 mmol/L sedangkan di ekstraseluler sebanyak 4 mmol/L. Walaupun kedua hasil pemeriksaan tersebut berbeda antara serum hemolisis dan serum normal tetapi kenaikan kadar yang dihasilkan masih berada dalam rentang normal mungkin karena sampel dalam

kategori hemolisis sedang, karena menurut penelitian yang dilakukan oleh *Cao et al.* (2021) kenaikan 1,2 mmol/L itu kadar hemoglobinnya sekitar 250 mg/dL pada serum hemolisis, kalau dilihat dari skala secara visual termasuk hemolisis sedang. Oleh karena itulah kenaikannya masih dalam rentang normal. Penelitian ini juga menyebutkan bahwa batas indeks hemolisis untuk kalium itu di bawah 125 mg/dL kadar hemoglobin atau kenaikannya sekitar 0,4 mmol/L atau menurut skala dari *Adiga and S* (2016) itu termasuk hemolisis ringan dengan ciri warna merah muda yang diperbolehkan atau bisa dilakukan pemeriksaan kalium, apabila melebihi skala atau batas kadar yang ditentukan maka sebaiknya dilakukan pengambilan sampel baru.

Hemolisis sering terjadi pada tahap pra analitik diakibatkan dalam proses penanganan sampel yang tidak baik, menurut penelitian yang dilakukan oleh *Najat*, 2017 menyimpulkan bahwa tingginya prevalensi penanganan sampel yang tidak tepat selama fase pra-analisis dengan persentase sebesar 30%. Kesalahan penanganan sampel yang paling tinggi dari persentase tersebut yaitu sampel mengalami hemolisis (9%).

Beberapa hal yang dapat meningkatkan risiko hemolisis yaitu saat proses penarikannya yang lambat, menggunakan jarum dengan diameter yang lebih kecil dari diameter sel darah merah, menarik kembali dengan cepat pada alat pendorong jarum suntik, mengeluarkan darah tidak melalui dinding tabung, menghomogenkan dengan terlalu keras atau mengambil sampel sebelum alkohol pada area yang akan diambil belum kering, itu merupakan faktor yang memungkinkan sampel mengalami hemolisis. Sehingga harus memperhatikan dalam penanganan sampel

yang dapat meminimalisir terjadinya hemolisis yang dapat mempengaruhi pemeriksaan kalium (Heireman *et al.*, 2017).

Selain hemolisis ada faktor lain juga yang dapat meningkatkan kadar kalium yaitu pemasangan *torniquet* yang lebih dari 1 menit, mengepalkan tangan berulang kali, penyimpanan sampel yang terlalu lama dan juga oleh penyakit dari pasien tersebut seperti eritrositosis, leukositosis, dan keganasan hematologi, khususnya leukemia limfositik kronis (Bnaya, Ganzel and Shavit, 2023).

Kalium merupakan ion utama dalam tubuh yang memiliki peran penting dalam berbagai proses fisiologis. Oleh karena itu, sebelum mengeluarkan hasil pemeriksaan, verifikasi sangat diperlukan. Proses verifikasi dapat dilakukan dengan memeriksa riwayat medis pasien sebelumnya. Dalam kasus ini, meskipun hasil pemeriksaan kalium menunjukkan kadar yang normal pada kondisi sampel hemolisis, sementara riwayat pemeriksaan sebelumnya mencatat kadar kalium yang rendah. Hasil pemeriksaan pada sampel yang mengalami hemolisis ini tidak sesuai dengan hasil pemeriksaan sebelumnya, yang menunjukkan kadar kalium rendah. Hal ini menegaskan pentingnya perhatian khusus terhadap sampel yang mengalami hemolisis. Verifikasi juga perlu dilakukan pada semua jenis hasil pemeriksaan, bukan hanya pada sampel hemolisis. Menurut penelitian Randell *et al.* (2019), verifikasi merupakan tahap yang krusial untuk mengidentifikasi hasil yang mencurigakan, sehingga dapat mencegah terjadinya hasil yang tidak sesuai dengan kondisi klinis pasien.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan untuk kasus tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil sampel hemolisis dengan warna merah yang diperiksa menggunakan metode ISE *direct* hasilnya lebih tinggi dari pada sampel serum normal.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian studi kasus yang telah dilakukan maka peneliti menyarankan :

1. Dalam proses pemindahan spesimen darah ke dalam tabung sebaiknya melalui dinding tabung secara perlahan
2. Melakukan pelatihan kepada staf terutama dalam proses pengambilan spesimen darah atau teknik flebotomi.
3. Ketika mendapatkan sampel hemolisis sebaiknya dilakukan pengambilan sampel baru atau ditambahkan skala indeks hemolisis untuk mempermudah dalam mengambil keputusan

DAFTAR PUSTAKA

- Adiga, U. and S, Y. (2016). Hemolytic index-A tool to measure hemolysis in vitro. *IOSR Journal of Biotechnology and Biochemistry*. 2(2). 49–52.
- Adiwardhana, J. et al. (2023). Efek Neurologis Hipokalemia dan Hiperkalemia. *Cermin Dunia Kedokteran*. 50(10). 555–561.
- Agustini, R. (2019). *Mineral Fungsi dan Metabolismenya*. 1st edn. Surabaya: Karunia.
- AKDAĞ, T. et al. (2022). Comparison of the Results of Sodium, Potassium, and Chlorine Measured Through Ion Selective Electrode (ISE) Method in Different Devices. *Genel Tıp Dergisi*. 32(2). 198–202.
- Akoum, A. et al. (2021). Severe Symptomatic Hypochloremia Associated with Rare Signet Ring Cell Carcinoma of the Ampulla of Vater: A Case Report. *Cureus*. 13(11). 1–7.
- Amalia, N., Arsyad, M. and Khafifah. (2024). Analisis Kadar Kalsium (Ca) Pada Lansia Di Panti Perlindungan Dan Rehabilitasi Sosial Lanjut Usia Provinsi Kalimantan Selatan. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*. 6(2). 554–560.
- Amran, P. (2018). Analisis Perbedaan Kadar Kalsium (Ca) Terhadap Karyawan Teknis Produktif Dengan Karyawan Administratif Pada Persero Terbatas Semen Tonasa. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*. 1(1). 1–7.
- Anitasari, D. (2020). Pengaruh Hemoglobin Dalam Serum Hemolisis Terhadap Hasil Pemeriksaan Kadar Ureum Metode Kolorimetri. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Arini, R. (2021). Perbedaan Kadar Protein Total Dengan Dan Tanpa Penambahan Kitosan Pada Serum Lipemik. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Az Zahra, A., Diaty, R. and Normahya, S.R. (2024). Elektrolit dalam Tubuh Manusia: Kunci Kesehatan dan Keharmonisan Hidup. *Journal of Education, Politic, and Social Humaniora*. 2(2). 158–176.
- Azizah, N. and Alivameita, A. (2019). Pengaruh Lama Penundaan Pemeriksaan Serum Terhadap Kadar Elektrolit Natrium dan Klorida. *Journal of Medical Laboratory Science/Technology*. 2(1). 28–30.
- Azman, W.N.W. et al. (2019). Hemolyzed specimens: Major challenge for identifying and rejecting specimens in clinical laboratories. *Oman Medical Journal*. 34(2). 94–98.

- Bastian, B. (2023). Edukasi Pengaruh Pemasangan Tourniquet Terhadap Kadar Elektrolit Pada Petugas Laboratorium Rumah Sakit Musi Medika Cendikia. *Khidmah*. 5(1). 101–107.
- Bnaya, A., Ganzel, C. and Shavit, L. (2023). Pseudohyperkalemia in chronic lymphocytic leukemia: Prevalence, impact, and management challenges. *The American Journal of the Medical Sciences*. 366(3). 167–175.
- Calvo, M.S. and Lamberg-Allardt, C.J. (2015). Phosphorus. *Advances in Nutrition*. 6(6). 860–862.
- Cao, Y., Branzell, I. and Vink, M. (2021). Determination of clinically acceptable cut-offs for hemolysis index: An application of bootstrap method using real-world data. *Clinical Biochemistry*. 94. 74–79.
- Carmenita, B.R.W. (2023). Efek Neurologis Hiponatremia. *Cermin Dunia Kedokteran*. 50(9). 490–495.
- Cobas (2021) *ISE Indirect Na-K-Cl for Gen.2*. Roche Diagnostics.
- Darragh-Hickey, C. et al. (2022). Investigative algorithms for disorders affecting plasma chloride: a narrative review. *Journal of Laboratory and Precision Medicine*. 7. 22–22.
- Datta, S.K. and Chopra, P. (2022). Interference in Ion-Selective Electrodes Due to Proteins and Lipids. *The Journal of Applied Laboratory Medicine* 7(2). 589–595.
- diasys (2019). *Potassium FS**. Holzheim Germany.
- Fadhilah, F. (2019). Pengaruh Lamanya Pencapaian Terhadap Kadar Bilirubin Total Metode Kolorimetrik Diazo. *Jurnal Analis Kesehatan*. 7(1). 1–7.
- Fauziah, A.N., Martsiningsih, M.A. and Setiawan, B. (2021). Electrolytes Levels (Na, K, Cl) in Serum Stored at 4°C Temperature. *Indonesian Journal of Medical Laboratory Science and Technology*. 3(2). 90–98.
- Garcia, R.A. et al. (2018). Comparative analysis for strength serum sodium and potassium in three different methods: Flame photometry, ion-selective electrode (ISE) and colorimetric enzymatic. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*. 32(9).
- Giavarina, D. and Lippi, G. (2017). Blood venous sample collection: Recommendations overview and a checklist to improve quality. *Clinical Biochemistry*. 50(10). 568–573.
- Gohel, M., Makadia, J.S. and Chakrabarti, C. (2021). Effect of Hypoproteinemia on Electrolyte Measurement by Direct and Indirect Ion Selective Electrode Methods. *Journal of Laboratory Physicians*. 13(02). 144–147.

- Gummadi, S. and Kommoju, M. (2019). Colorimetric Approaches To Drug Analysis And Applications - A Review. *American Journal of PharmTech Research*. 9(1). 14–37.
- Hadits Lissentiya Armal, Heti Rais Khasanah and Leni Marlina. (2020). Pengaruh Waktu Pelepasan Tourniquet Terhadap Kadar Kalium Pada Pengambilan Darah Vena. *Jurnal Ilmu Kesehatan*. 13(1). 36–41.
- Heireman, L. et al. (2017). Causes, consequences and management of sample hemolysis in the clinical laboratory. *Clinical Biochemistry*. 50(18). 1317–1322.
- Intan Mauriska, A. (2021). Perbedaan Lama Pemisahan Serum Secara Langsung Dan Didiamkan 2 Jam Terhadap Kadar Asam Urat. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Irwadi, D. and Fauzan, M. (2022). Pemeriksaan Elektrolit Menggunakan Alat Nova 5 Electrolyte Analyzer Di Laboratorium Cyto RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda. *Jurnal Teknologi Laboratorium Medik Borneo*. 2022(1). 17–24.
- Ishiguro, A. et al. (2023). Determination of the Optimal Wavelength of the Hemolysis Index Measurement. *Journal of Clinical Medicine*. 12(18). 58–64.
- Johan, M. (2021). Evaluasi dan Tatalaksana Hipernatremia. *Cermin Dunia Kedokteran*. 48(6). 359–362.
- Kakati, U. et al. (2024). Comparison of Direct and Indirect Ion-Selective Electrode-Based Methods for Serum Electrolyte Estimation: A Retrospective Study Cronicon. *EC Clinical and Medical Case Reports* 7(12). 1–9.
- Kalaria, T. et al. (2021). The effect of haemolysis on the direct and indirect ion selective electrode measurement of sodium. *International Journal of Laboratory Medicine*. 58(3). 190–195.
- Khotimah, E. and Sun, N.N. (2022). Analisis Kesalahan Pada Proses Pra Analitik Dan Analitik Terhadap Sampel Serum Pasien Di Rsud Budhi Asih. *Jurnal Medika Hutama*. 3(4). 3021–3031.
- Kim, Y.-C. et al. (2021). Development of a colorimetric enzymatic assay method for aromatic biogenic monoamine-producing decarboxylases. *Food Science and Biotechnology*. 30(7) 971–977.
- Kurniati, F.D.A., Nuryani, S. and Martono, B. (2019). Pengaruh Kadar Hemoglobin Dalam Serum Terhadap Hasil Pemeriksaan Aktivitas Enzim Aspartat Aminotransferase (AST). Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Larson, D. (2016) *Clinical Chemistry Fundamentals and Laboratory*, Canada: Elsevier.

- Lieseke, C.L. and Zeibig, E.A. (2017). *Buku Ajar Laboratorium Klinis*. Jakarta : EGC.
- Lippi, G. et al. (2019). Blood sample quality. *Diagnosis*. 6(1). 25–31.
- Michigami, T. and Ozono, K. (2019). Roles of Phosphate in Skeleton. *Frontiers in Endocrinology*. 10. 1-8.
- Mudeng, G.N.L., Paruntu, M.E. and Assa, Y.A. (2016). Gambaran magnesium serum pada pekerja bangunan. *Jurnal e-Biomedik*. 4(2). 1-4
- Murniati, R.J.P. et al. (2015) Perbandingan Kadar Kalium Darah Sebelum Dan Sesudah Aktivitas Fisik Intensitas Berat. *Jurnal e-Biomedik*. 3(3). 845-849.
- Nagami, G.T. (2016). Hyperchloremia – Why and how. *Nefrología*. 36(4). 347–353.
- Najat, D. (2017). Prevalence of pre-analytical errors in clinical chemistry diagnostic labs in Sulaimani City of Iraqi Kurdistan. *PLoS ONE*. 12(1). 1-13.
- Nanda Putra, A. and Mardainis (2017). Sistem Deteksi Kondisi Supply dan Kebutuhan Mineral Pada Tubuh. *Sains dan Teknologi Informasi*. 3(2). 47–55.
- Nathania, M. (2019). Hipokalemia-Diagnosis dan Tatalaksana. *Continuing Professional Development*. 46(2). 103–108.
- Novitha, I. et al. (2024). Gambaran Kadar Elektrolit Darah (Natrium, Kalium, Klorida) Pada Pasien Balita Usia 0-5 Tahun dengan Diare Akut Di RSAB Harapan Kita Jakarta. *Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, 10(2). 219-227.
- Nozaki, Y. et al. (2023). Persistent Hypochloremia Is Associated with Adverse Prognosis in Patients Repeatedly Hospitalized for Heart Failure. *Journal of Clinical Medicine*. 12(4). 1-9.
- Nugrahena, N.P., Sudarsono, T.A. and Wijayanti, L. (2021). Pengaruh Hemolisis Terhadap Nilai Trombosit Dengan Menggunakan Metode Direct Counting. *Jurnal Analis Medika Biosains*. 8(2). 108–113.
- Nur Ramadhani, Q.A. et al. (2019). Perbedaan Kadar Glukosa Darah Sewaktu Menggunakan Serum Dan Plasma Edta. *Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang*. 14(2). 80–84.
- Nurhidayanti, N., Juraijin, D. and Setiani, I. (2023). Perbandingan Kadar SGPT Pada Sampel Serum Darah Yang Segera Diperiksa Dengan Ditunda Selama 24 Jam dan 48 Jam Pada Suhu Ruang. *Indobiosains*. 5(2). 50–55.
- Oktari, W., Deli, H. and Hasneli, Y. (2021). Gambaran Status Elektrolit Pasien Yang Dirawat Di Intensive Care Unit (ICU). *Link*. 17(1). 14–21.

- Pagitta, S. (2017). Peran Magnesium dalam Mobilitas Fungsional pada Lanjut Usia. *Cermin Dunia Kedokteran*. 44(8). 573–575.
- Perović, A. and Dolčić, M. (2019). Influence of hemolysis on clinical chemistry parameters determined with Beckman Coulter tests—detection of clinically significant interference. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*. 79(3). 154–159.
- PRASINI, A.A.I.B. (2018). Gambaran Kadar Glukosa Darah Pada Serum Dan Plasma Natrium Flourida (NaF). Polttekes Denpasar.
- Rahmawati, F. (2018). Aspek Laboratorium Gagal Ginjal Kronik. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*. 6(1). 14-12.
- Randell, E.W. et al. (2019). Autoverification of test results in the core clinical laboratory. *Clinical Biochemistry*. 73. 11–25.
- Rosita, L., Agus Cahya, A. and Rahma Arfira, F. (2019). *Hematologi Dasar*. 1st edn. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Sandala, G.A. et al. (2016). Gambaran kadar kalium serum pada pasien penyakit ginjal kronik stadium 5 non dialisis di Manado. *Jurnal e-Biomedik*. 4(1). 1-6.
- Sebayang, R., Silvia and Sari Hutabarat, M.H. (2023). Effect of time delay in centrifugation and centrifugation immediately on the stability of triglyceride levels in blood samples. *Oceana Biomedicina Journal*. 6(2). 108–120.
- Setyawan, Y. (2021). Hipernatremia dan Penatalaksanaanya. *Medical Scope Journal*. 2(2). 93-99.
- Shrimanker, I. and Bhattarai, S. (2023). *Electrolytes*. StatPearls.
- Siregar, M.T. et al. (2018). *Kendali Mutu*. Permenkes.
- Subiyono, S., Martsiningsih, M.A. and Gabrela, D. (2016). Gambaran Kadar Glukosa Darah Metode GOD-PAP (Glucose Oksidase “ Peroxidase Aminoantipirin) Sampel Serum dan Plasma EDTA (Ethylen Diamin Terta Acetat). *Jurnal Teknologi Laboratorium*. 5(1). 45–48.
- Sujono, Sistiyono and Widada, S.T. (2023). Penggunaan Kalium Feri Sianida Untuk Pengolahan Serum Ikterik. *Jurnal Analis Kesehatan*. 12(1). 13–18.
- Tambajong, R.Y., Rambert, G.I. and Wowor, M.F. (2016). Gambaran kadar natrium dan klorida pada pasien penyakit ginjal kronik stadium 5 non-dialisis. *Jurnal e-Biomedik*. 4(1). 1-6.
- Teo, G. (2021) Diagnosis dan Tatalaksana Kegawatdaruratan Hiperkalemia. *Cermin Dunia Kedokteran*. 48(8). 305-310.

- Usman, J.I.S. (2020). Aplikasi Elektrolit Analyzer Dalam Menunjang Pemeriksaan Kadar Elektrolit Darah. Universitas Indonesia.
- Yang, Q. et al. (2022). Effects of the hemolytic index on the test results of a dry chemistry analyzer and a verification of the hemolytic interference threshold. *Annals of Palliative Medicine*. 11(4). 1381–1390.
- Yulia Sandra, R. et al. (2016). Analisis Kandungan Besi Pada Air Sungai Siak Di Pekanbaru. *Jurnal Sains dan Teknologi Laboratorium Medik*. 1(2). 2–6.
- Zacchia, M. et al. (2016). Potassium: From Physiology to Clinical Implications. *Kidney Diseases*. 2(2). 72–79.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Dokumentasi Penelitian



Sampel dengan kondisi hemolisis



Sampel Normal



Hasil pemeriksaan kalium pada sampel hemolisis

KIMIA		
10	Natrium	131
11	Kalium	3.0
12	Cloride	91

Hasil pemeriksaan kalium pada sampel normal

Lampiran 2 : Lembar Bimbingan KTI

LEMBAR BIMBINGAN KARYA TULIS ILMIAH

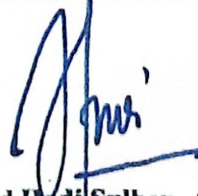
Nama : Rieki Nurhaini

NIM : KMG622028

Pembimbing : Gita Nafsa Muhammad, SST., M.Pd

Judul Penelitian : Hutan Pemertahanan kavum pada sampai hamovus
Metode ISE (Ion Selective Electrode) : Studi Kasus

NO	Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
1	10 Maret 2025	Pengajuan Judul	✓
2	21 Maret 2025	Ambahasan dan bimbingan Judul	✓
3	25 Maret 2025	Pengumpulan dan bimbingan BAB I	✓
4	27 Maret 2025	Pengumpulan revisi BAB I	✓
5	2 April 2025	Revisi BAB I dan Acc BAB I	✓
6	5 April 2025	Pengumpulan dan bimbingan BAB II	✓
7	8 April 2025	Revisi BAB II dan Acc BAB II	✓
8	10 April 2025	Pengumpulan dan bimbingan BAB III	✓
9	15 April 2025	Revisi BAB III dan Acc BAB III	✓
10	17 April 2025	Pengumpulan dan bimbingan BAB 4 dan 5	✓
11	23 April 2025	Pengumpulan dan bimbingan Abstrak	✓
12	1 April 2025	Revisi dan Acc BAB 4 dan 5	✓
13	15 Mei 2025	Pengumpulan revisi Abstrak dan Acc	✓
14			

Ketua Program Studi D3 Analisis Kesehatan
STIKes Karsa Husada Garut

Muhammad Hudi Sulhan, S.Si., M.Sc
NIP: 043298.0315.131

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Rifki Nurhakim, lahir di Garut, Provinsi Jawa Barat pada tanggal 6 Desember 2003. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, putra dari pasangan Miman dan Nurlaela. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari MI Al-Jumhuriyah yang ditempuh pada tahun 2010 hingga 2016, dilanjutkan ke jenjang MTS Al-Jumhuriyah dari tahun 2016 hingga 2019, dan kemudian melanjutkan ke SMK Kesehatan Bhakti Kencana Garut dari tahun 2019 sampai 2022.

Pada tahun 2022, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Karsa Husada Garut dengan mengambil program studi Diploma 3 Teknologi Laboratorium Medis. Selama masa studinya, penulis telah mengikuti kegiatan praktik kerja lapangan di beberapa fasilitas pelayanan kesehatan, di antaranya Klinik Cisanca, Puskesmas Sukasenang, dan RSUD Bayu Asih Purwakarta. Pengalaman tersebut memberikan penulis pemahaman serta keterampilan langsung di bidang laboratorium medis yang menjadi bidang keahliannya.