

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemeriksaan kimia klinik merupakan bagian penting dari pelayanan laboratorium yang menilai fungsi fisiologis organ melalui analisis komponen kimia dalam darah, urin, atau cairan tubuh lainnya. Pemeriksaan ini mencakup pengukuran parameter seperti glukosa, protein, lipid, elektrolit, dan enzim, yang berfungsi membantu diagnosis dan mengevaluasi efektivitas terapi (Kumar dkk., 2020). Hasil pemeriksaan kimia klinik yang akurat sangat bergantung pada penerapan prosedur yang benar sejak pengambilan spesimen hingga pelaporan hasil (Plebani, 2020). Proses pemeriksaan kimia klinik perlu dilakukan secara sistematis melalui tahapan yang terstandar agar mutu hasil tetap terjaga, oleh karena itu keakuratan hasil dapat dijaga.

Proses pemeriksaan kimia klinik terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik, yang saling berkaitan dalam menentukan keakuratan hasil pemeriksaan (Parambu dkk., 2024). Tahap pra-analitik menyumbang kesalahan terbesar dalam pemeriksaan kimia klinik yaitu sebesar 60% (Kumar dkk., 2020). Tahap pra-analitik merupakan fase paling krusial karena mencakup persiapan pasien, pengambilan sampel, identifikasi, penyimpanan, serta transportasi sampel menuju laboratorium. Tahap analitik mencakup proses pemeriksaan menggunakan instrumen dan reagen, sedangkan tahap pasca-analitik meliputi validasi dan pelaporan hasil. Ketiga tahap ini berkaitan dan berkontribusi terhadap keakuratan hasil pemeriksaan

(Parambu dkk., 2024). Kesalahan pra-analitik, seperti penggunaan jarum yang tidak tepat, penarikan darah terlalu cepat, penyimpanan yang tidak sesuai, atau teknik pemindahan sampel yang salah, merupakan sumber kesalahan terbesar akibat faktor manusia dan prosedur yang tidak sesuai (John dkk., 2025).

Kesalahan pada teknik pemindahan sampel yang tidak tepat dapat menurunkan kualitas serum pada pemeriksaan kimia klinik. Memindahkan darah dari spuit ke tabung tanpa melepas jarum menyebabkan tekanan mekanik dan gaya geser tinggi yang merusak membran eritrosit, sehingga memicu hemolisis. Faruq dkk. (2022) mengatakan bahwa penggunaan jarum saat memindahkan darah ke tabung vakum meningkatkan risiko kerusakan sel darah dan mempengaruhi hasil pemeriksaan akibat hemolisis *in vitro*. Hilda (2022) juga menemukan bahwa pemindahan darah tanpa melepas jarum spuit menyebabkan perubahan signifikan pada parameter laboratorium, termasuk peningkatan kalium serum sebagai indikator kuat terjadinya hemolisis.

Hemolisis merupakan kondisi di mana membran sel darah merah pecah dan komponen intraseluler termasuk hemoglobin dilepaskan ke dalam serum. Proses ini merupakan salah satu kesalahan pra-analitik yang sering menyebabkan sampel ditolak karena adanya gangguan pembacaan dalam pemeriksaan enzimatik (Malik dkk., 2023). Ketika hemolisis terjadi, eritrosit yang mengandung berbagai komponen intraseluler dengan konsentrasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan serum akan pecah dan melepaskan komponen tersebut keluar ke dalam serum sehingga menimbulkan ketidakakuratan pada pemeriksaan kimia klinik.

Eritrosit juga mengandung akan ion - ion seperti Zinc (Zn^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}), Kalium (K^+), dan Zat besi (Fe^{2+}). Ion Zn^{2+} dan Mg^{2+} adalah kofaktor penting bagi enzim tertentu untuk membantu aktivitas yang dihasilkan, termasuk alkali fosfatase (Ramadhani dkk., 2019). Hemolisis dapat menyebabkan pelepasan enzim intraseluler, termasuk protease (enzim proteolitik), serta metabolit lain ke dalam serum. Protease tersebut dapat merusak struktur protein enzim alkali fosfatase sehingga menurunkan aktivitas katalitiknya, yang mengakibatkan aktivitas alkali fosfatase yang terukur menjadi lebih rendah. (Perovic & Dolcic, 2019).

Enzim alkali fosfatase (ALP) merupakan enzim yang mengkatalis reaksi hidrolisis gugus fosfat dari senyawa organik pada kondisi basa (pH 9-10). Enzim ini tersebar luas di jaringan tubuh seperti hati, tulang, ginjal, dan usus, dengan kadar tertinggi ditemukan pada jaringan hati dan tulang. Dalam pemeriksaan kimia klinik, pengukuran aktivitas enzim alkali fosfatase berfungsi sebagai indikator penting untuk mendeteksi penyakit hati obstruktif dan kelainan metabolik tulang (Agustina & Bastian, 2023). Sifat enzim alkali fosfatase yang sensitif terhadap kondisi serum mengakibatkan aktivitas enzim alkali fosfatase dapat terpengaruh oleh hemolisis yang menyebabkan pelepasan ion – ion penghambat enzim dari eritrosit.

Berdasarkan praktik yang masih dijumpai di beberapa puskesmas, terdapat penggunaan teknik pemindahan sampel darah dengan cara menusukkan jarum spuit langsung ke tabung *vacutainer* lalu menekan *plunger*. Teknik tersebut berpotensi meningkatkan risiko terjadinya kesalahan pada tahap pra-analitik,

salah satunya hemolisis. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai perbedaan aktivitas enzim alkali fosfatase berdasarkan teknik pemindahan sampel darah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan mutu tahap pra-analitik di laboratorium, khususnya dalam pencegahan kesalahan prosedur dan peningkatan keakuratan hasil pemeriksaan enzimatik.

B. Rumusan Masalah

Apakah ada perbedaan aktivitas enzim alkali fosfatase pada pemindahan sampel darah dengan dan tanpa melepas jarum spuit?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perbedaan aktivitas enzim alkali fosfatase pada pemindahan sampel darah dengan dan tanpa melepas jarum spuit.
2. Mengetahui diperbolehkan atau tidaknya metode pemindahan sampel darah tanpa melepas jarum spuit dalam pemeriksaan aktivitas enzim alkali fosfatase.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah bidang Teknologi Laboratorium Medis khususnya kimia klinik mengenai perbedaan aktivitas enzim alkali fosfatase pada pemindahan sampel darah dengan dan tanpa melepas jarum spuit.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Menambah informasi ilmiah bagi pengembangan ilmu Kimia Klinik dan institusi pendidikan mengenai perbedaan aktivitas enzim alkali

fosfatase pada pemindahan sampel darah dengan dan tanpa melepas jarum spuit.

2. Manfaat Praktis

Memberikan referensi bagi Ahli Teknologi Laboratorium Medis sebagai acuan tahap pra-analitik khususnya dalam proses pemindahan sampel darah vena dari spuit ke tabung *vacutainer*.

F. Keaslian Penelitian

1. Penelitian oleh Agustina & Bastian (2023) berjudul “*Perbandingan Kadar Enzim Alkaline Phosphatase (ALP) Pada Serum Hemolisis Ringan Dan Non Hemolisis*”. Penelitian ini menunjukkan adanya penurunan signifikan kadar enzim alkali fosfatase pada serum dengan hemolisis ringan, yaitu sekitar 55% lebih rendah dibandingkan serum non-hemolisis. Penelitian ini menggunakan sampel serum yang sudah diketahui tingkat hemolisisnya dan kemudian dilakukan pengukuran aktivitas enzim alkali fosfatase menggunakan metode spektrofotometri.

Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah sama-sama meneliti pengaruh hemolisis terhadap aktivitas enzim alkali fosfatase (ALP) pada serum darah, dengan menggunakan pemeriksaan aktivitas enzim alkali fosfatase secara spektrofotometri sebagai variabel terikat. Perbedaan pada penelitian tersebut menggunakan serum yang telah diketahui tingkat hemolisisnya untuk dibandingkan dengan serum non-hemolisis, tanpa meninjau faktor penyebab terjadinya hemolisis. Sementara itu, penelitian ini mengkaji teknik pemindahan sampel darah

sebagai faktor pra-analitik yang diduga berpengaruh terhadap terjadinya hemolisis dan aktivitas enzim alkali fosfatase.

2. Penelitian oleh A. R. Malik dkk. (2023) yang berjudul “*Pengaruh Indeks Hemolisis Serum terhadap Aktivitas Enzim Alkali Fosfatase (ALP)*” menunjukkan bahwa peningkatan indeks hemolisis menyebabkan penurunan aktivitas enzim alkali fosfatase secara progresif. Penelitian ini menggunakan serum dengan berbagai tingkat hemolisis untuk menilai hubungan antara kadar kadar hemoglobin bebas dengan aktiviats enzim.

Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah sama-sama menilai pengaruh hemolisis terhadap aktivitas enzim alkali fosfatase (ALP) dalam pemeriksaan kimia klinik. Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada variabel yang diteliti. Penelitian tersebut menilai hubungan antara indeks hemolisis serum dan aktivitas enzim alkali fosfatase. Penelitian tersebut tidak mengaitkan hemolisis dengan teknik pemindahan sampel darah, sedangkan penelitian ini meninjau teknik pemindahan darah sebagai faktor pra-analitik yang berpotensi memengaruhi aktivitas enzim ALP.

3. Penelitian oleh Parambu dkk. (2024) berjudul “*Evaluation of Sensitive Analytes to Hemolysis Interference on an Automated Chemistry Analyzer*” menunjukkan bahwa beberapa analit, termasuk enzim alkali fosfatase sangat rentan terhadap gangguan akibat hemolisis bahkan pada tingkat rendah.

Persamaan dengan penelitian ini adalah sama – sama menyoroti enzim alkali fosfatase sebagai analit yang sangat dipengaruhi oleh hemolisis dan efek hemolisis terhadap keakuratan hasil pemeriksaan kimia klinik. Perbedaan pada penelitian ini yaitu dilakukan secara in vitro dengan menginduksi hemolisis di laboratorium dan tidak meneliti penyebab alami atau teknis hemolisis seperti kesalahan prosedural pada tahap pra-analitik, misalnya pemindahan darah menggunakan jarum spuit tanpa dilepas.

4. Penelitian oleh Bhattarai dkk. (2022) dengan judul “*Effect of Hemolysis on Serum Markers of Liver Function*” menunjukkan hasil bahwa hemolisis menyebabkan perubahan nilai signifikan pada sebagian besar enzim hati sehingga sampel hemolisis dinyatakan tidak layak untuk digunakan dalam pemeriksaan.

Persamaan dengan penelitian ini yaitu menilai dampak hemolisis terhadap parameter biokimia termasuk enzim alkali fosfatase. Persamaan lainnya yaitu memiliki fokus bahwa hemolisis merupakan masalah penting karena dapat menyebabkan bias signifikan pada hasil pemeriksaan. Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada ruang lingkup penelitian. Penelitian tersebut berfokus pada efek hemolisis terhadap berbagai pemeriksaan fungsi hati secara umum, tanpa membahas faktor teknis atau prosedural yang menyebabkan hemolisis.